

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Thiago dos Reis Torres

Desenvolvimento de métricas não invasivas para avaliação da eficiência energética em instituições da área da saúde: estudo de caso para entidades filantrópicas de Belo Horizonte.

Belo Horizonte

2018

Thiago dos Reis Torres

Desenvolvimento de métricas não invasivas para avaliação da eficiência energética em instituições da área da saúde: estudo de caso para entidades filantrópicas de Belo Horizonte

Dissertação apresentada ao Programa de pós-graduação em Engenharia Elétrica da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Luís Soares.

Belo Horizonte

2018

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

T693d

Torres, Thiago dos Reis

Desenvolvimento de métricas não invasivas para avaliação da eficiência energética em instituições da área da saúde: estudo de caso para entidades filantrópicas de Belo Horizonte / Thiago dos Reis Torres. Belo Horizonte, 2018. 90 f.: il.

Orientador: Gustavo Luís Soares

Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

1. Hospitais - Consumo de energia - Belo Horizonte (MG). 2. Energia - Conservação. 3. Sistemas de energia elétrica - Confiabilidade. 4. Serviços de eletricidade - Tarifas. 5. Energia elétrica - Transmissão - Planejamento. I. Soares, Gustavo Luís. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica. III. Título.

CDU: 621.315

Ficha catalográfica elaborada por Fernanda Paim Brito - CRB 6/2999

Thiago dos Reis Torres

Desenvolvimento de métricas não invasivas para avaliação da eficiência energética em instituições da área da saúde: estudo de caso para entidades filantrópicas de Belo Horizonte

Dissertação apresentada ao Programa de pós-graduação em Engenharia Elétrica da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Luís Soares.

Dr. Cláudio Homero Ferreira da Silva - Cemig (Banca Examinadora)

Prof. Dr. Gustavo Luís Soares - PUC Minas (Orientador)

Prof. Dr. Maury Meirelles Gouvea Júnior - PUC Minas (Banca Examinadora)

Belo Horizonte

2018

DEDICATÓRIA

À minha família, pelo incentivo e amor incondicional.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me dado forças para realizar essa caminhada com muita saúde e vontade de vencer.

Agradeço à minha família,

Aos meus pais pelo apoio e confiança que sempre deram em todos os aspectos. Especialmente à minha mãe, Irani, que está sempre ao meu lado e acredita todos os dias no meu potencial.

À minha irmã querida, Gisele que sempre confiou na minha capacidade e se colocou a disposição para que eu pudesse alcançar os meus objetivos.

Aos meus amigos Bruno Henrique, Christopherson Dias, Rodrigo Borges e Ludmila Borges pela força, conselhos e incentivos durante todos esses anos de amizade.

Em especial, Sidnei Gaspar da Trindade e Lucas Tadeu Costa.

Ao trio de amigos do curso de Engenharia Eletrônica e de Telecomunicações: Hamilton, Nayara e Wellysson. Saibam que a vida se tornou ainda muito mais agradável e prazerosa com a companhia de vocês.

Aos meus amigos de curso: Thiago Melo Machado, William Antonio, Alvaro Rungue, Edson Tadeu e Suellen Costa. Su, você é sensacional, muito obrigado pela força. Vocês são os melhores.

A todos os professores do programa de pós-graduação em Engenharia Elétrica da PUC. Em especial, meu orientador e amigo, Gustavo Luís Soares. Tenho profunda admiração e o prazer de considerá-los amigos.

A todos, meus sinceros agradecimentos. Sou eternamente grato por todo conhecimento adquirido.

CONTRIBUIÇÕES

A principal contribuição do presente trabalho é a pesquisa das métricas para eficiência energética, uma abordagem inédita para o setor e também para introduzir novas ferramentas de diagnóstico de consumo de energia elétrica. As métricas objetivam a direção da eficiência energética, que serão discutidas para propiciar aos hospitais um consumo eficiente de energia elétrica em consequentemente, servir de suporte para a formulação de políticas públicas.

LISTA DE SÍMBOLOS E ACRÔNIMOS

ABESCO	Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BNDES	Banco Nacional do Desenvolvimento
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais
CF	Constituição Federal
CNS	Conselho Nacional de Saúde
CO₂	Símbolo químico do dióxido de carbono
CTI	Centro de Terapia Intensiva
EE	Eficiência Energética
ELETRORAS	Centrais Elétricas Brasileiras SA
ENCE	Escola Nacional de Ciências Estatísticas
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FEDERASSANTAS	Federação das Santas Casas e Hospitais Filantrópicos de Minas Gerais
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEE	Índice de Eficiência Energética
INEE	Instituto Nacional de Eficiência Energética
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, qualidade e tecnologia
IPERBA	Instituto de Perinatologia da Bahia
kW	Quilowatt – Unidade de medida de potência
kWh	Quilowatt-hora – Unidade de medida de energia elétrica
LED	<i>Light Emmiting Diode</i>
m²	Metro Quadrado: unidade de medida de área
MDDH	Modelo de Despacho Hidrotérmico
MG	Minas Gerais
MME	Ministério de Minas e Energia
MW	Megawatt

NEWAVE	Modelo de Planejamento da operação de sistemas hidrotérmicos interligados de longo e médio prazo
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
PEE	Programa de Eficiência Energética
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PROPEE	Procedimentos do Programa de Eficiência Energética
Q	Energia total gerada
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
RN	Resolução Normativa
SUS	Sistema Único de Saúde
tCO₂	Toneladas de Dióxido de Carbono
TR	Tonelada de Refrigeração
W	Energia Útil

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Municípios de Minas Gerais atendidos por projetos de eficiência energética em hospitais – Cemig	13
FIGURA 2 - Participação em percentual da energia elétrica.....	15
FIGURA 3 - Consumo de energia elétrica. Cenário com e sem eficiência energética.....	21
FIGURA 4 - Usos finais da energia elétrica nas indústrias.....	24
FIGURA 5 - Participação em percentual dos setores no consumo de energia elétrica.....	25
FIGURA 6 - Investimentos anuais da Eletrobras nos últimos 5 anos.	34
FIGURA 7 - Modelo do selo Procel Edificações.....	35
FIGURA 8 - Mapa das regionais de MG com o número de hospitais apresentados.....	44
FIGURA 9 - Porte dos hospitais pesquisados de acordo com o número de leitos.....	53
FIGURA 10 - Métrica M1: Consumo por Área.....	67
FIGURA 11 - Métrica M2: Consumo por Especialidades.	67
FIGURA 12 - Valores obtidos para cada entidade, segundo média e desvio-padrão de cada métrica.....	69

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Tipologia de Projetos elegíveis à Chamada Pública REE 001/2018.	30
TABELA 2 - Principais resultados energéticos das ações do Procel em 2017.	33
TABELA 3 – Critérios de avaliação do selo Procel Edificações para envoltórias	36
TABELA 4 – Critérios de avaliação do selo Procel Edificações para iluminação	37
TABELA 5 – Critérios de avaliação do selo Procel Edificações para sistema de condicionamento de ar	38
TABELA 6 - Variáveis independentes x hospitais - período de coleta: julho de 2017 a janeiro de 2018.....	50
TABELA 7 – Variáveis selecionadas durante o período de julho de 2017 a janeiro de 2018.....	52
TABELA 8 - Classificação dos hospitais de acordo com o número de leitos. ..	53
TABELA 9 - Estatísticas do hospital Santa Casa de Misericórdia de BH em 2016.	54
TABELA 10 - Cálculo da métrica M1 para os hospitais H1, ..., H15.....	57
TABELA 11 - Cálculo da métrica M2 para os hospitais H1, ..., H15.....	58
TABELA 12 - Cálculo da métrica M3 para os hospitais H1, ..., H15.....	60
TABELA 13 - Cálculo da métrica M4 para os hospitais H1, ..., H15.....	61
TABELA 14 - Cálculo da métrica M5 para os hospitais H1, ..., H15.....	62
TABELA 15 - Estatísticas do hospital H5.	62
TABELA 16 - Estatísticas do hospital H9.	63

TABELA 17 - Caracterização do consumo das entidades pelas métricas propostas.....	66
TABELA 18 - Média e desvio-dadrão do consumo em kWh das entidades pesquisadas.	70

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 2 desvios-padrões da média calculada para o consumo por área. Dessa forma, as contribuições desta dissertação 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: Eficiência Energética; Hospitais Filantrópicos; Métricas; Políticas Públicas.

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-up area, number of hospital 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 2 standard deviations of the average calculated for consumption by area. In this way, the contributions of this dissertation 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: Efficiency Energy; Philanthropic Hospitals; Metrics; Public Policies.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Contexto	12
1.2 Importância	14
1.3 Objetivo geral.....	16
1.4 Objetivos específicos	16
1.5 Metodologia	16
1.6 Organização	17
2.FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1 Breve contexto histórico.....	18
2.2 Eficiência energética.....	20
2.3 A Eficiência energética no setor hospitalar	22
2.4 Usos finais de energia elétrica	24
2.5 Políticas públicas	26
2.6 Possíveis políticas públicas da área da saúde	28
2.7 Métricas	31
2.8 Certificação energética	32
2.9 Trabalhos relacionados.....	40
3.EXPERIMENTO	43
3.1 Seleção das entidades.....	43
3.2 Federassantas	43
3.3 O Contato com os hospitais.....	45
3.4 Elaboração do questionário	46
3.5 Coleta de dados.....	48
3.6 Cenário hospitalar pesquisado.	52

3.6 Proposta de métricas não invasivas para eficiência energética.....	55
4.RESULTADOS E ANÁLISES	65
5.CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	71
5.1 O Cenário de implantação do selo de eficiência energética	35
5.2 Proposta de trabalhos futuros.....	72
REFERÊNCIAS.....	75
APÊNDICE - Questionário enviado aos Hospitais Filantrópicos.	85

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contexto

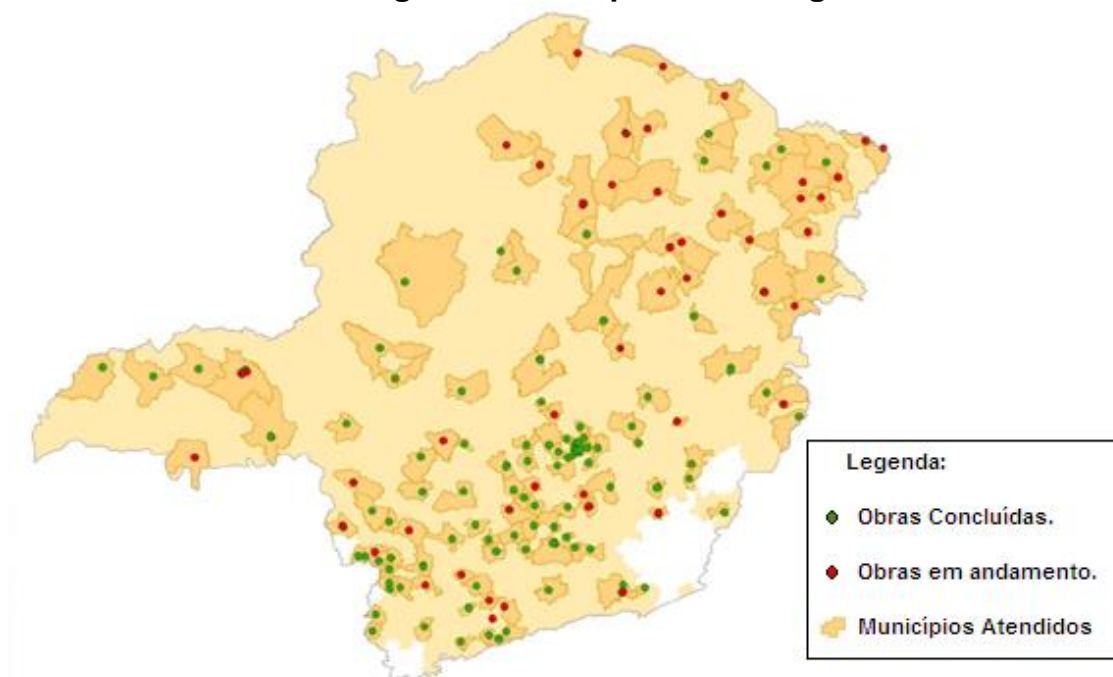
A eficiência energética tem sido objeto de estudo desde a crise do petróleo ocorrida na década de 1970 (SANTANA, 2006). Com o preço do barril de petróleo atingindo valores elevados, e a dependência exclusiva deste insumo, houve uma instabilidade na economia mundial, desequilibrando o processo de consumo e demanda, forçando, assim, a busca de novas fontes de energia (IWATA e OKADA, 2014). Nesse mesmo período, o Brasil investiu na criação de programas que diversificasse a matriz energética do país e proporcionasse uma maior confiabilidade no sistema (ANDRADE ET. AL., 2010). Em meados dos anos 1990, com a privatização das distribuidoras de energia elétrica, aliados aos incentivos da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), as concessionárias passaram a investir parte da receita operacional líquida em programas de uso consciente de recursos, visando à conservação do meio ambiente desde o processo de geração até os usos finais, onde apresentam grande potencial de redução de custos ocasionados pelo desperdício de energia elétrica (ANEEL, 2016).

Atualmente, a criação e ampliação dos programas de eficiência energética estão diretamente relacionadas à legislação vigente do país, estabelecidas pela Lei 9.991/2000, que dispõe sobre a realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias. A partir de 1º de janeiro de 2016, as concessionárias deverão aplicar anualmente um montante correspondente de, no mínimo, 0,5% da sua receita líquida operacional em ações que promovam eficiência energética (ANEEL, 2016). Em Minas 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 (CEMIG, 2017). Como o setor da saúde é frequentemente afetado por cortes nos investimentos públicos e faltam incentivos financeiros privados, a Cemig investe em eficiência energética de hospitais públicos e entidades filantrópicas promovendo a instalação

equipamentos hospitalares, melhoria na iluminação e substituição de autoclaves (Cemig, 2016).

A Figura 1 mostra a quantidade de municípios atendidos por projetos de eficiência energética em hospitais em Minas Gerais no ano de 2016.

Figura 1 - Municípios de Minas Gerais atendidos por projetos de eficiência energética em Hospitais – Cemig



Fonte: Adaptado de **Projetos de Eficiência Energética em hospitais de MG. (Cemig, 2016).**

As ações 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, são denominadas políticas públicas (SOUZA, 2016). Como exemplo, 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).

Segundo a Federação das Santas Casas e Hospitais Filantrópicos de Minas Gerais (Federassantas), 340 entidades filantrópicas estão concentradas

no estado de Minas Gerais, sendo Belo Horizonte responsável pelo maior registro de atendimentos hospitalares ocasionados pela elevada demanda. A capital do estado possui vinte unidades hospitalares responsáveis pelo atendimento de mais de 50% da população local e também, pacientes do interior do estado (FEDERASSANTAS, 2016). Dado esse 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. De acordo com Clarissa (2013), a economia com energia elétrica ajuda a tornar os hospitais mais eficientes para que os recursos economizados possam ser revertidos em melhorias no atendimento, ampliação e qualidade da infraestrutura das instituições.

1.2 Importância

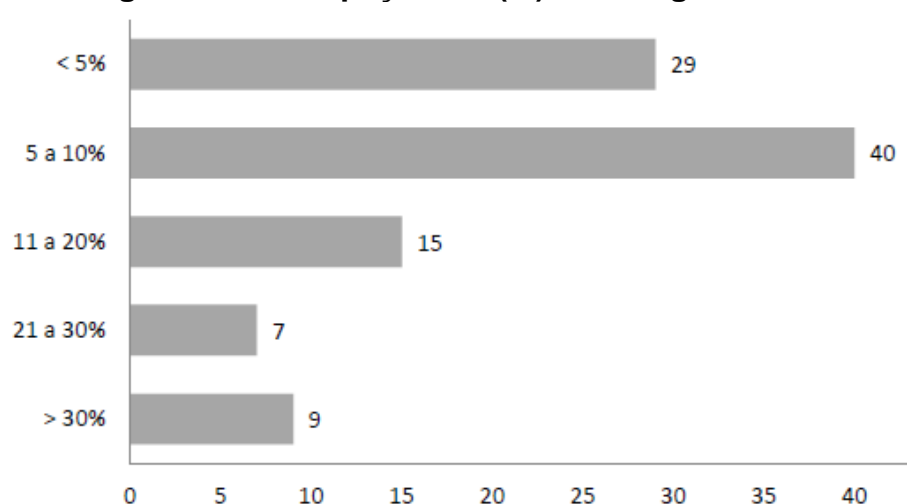
Este trabalho proporciona às entidades uma fácil e rápida compreensão da utilização de seus recursos relacionados ao consumo de energia elétrica. É um primeiro estudo onde são consideradas informações simples, de fácil aquisição para que os hospitais situem-se num cenário onde eles podem se tornar mais eficientes.

Lorenzetti et al. (2014) destaca que os problemas enfrentados pela área da saúde, tais como a falta de recursos e incentivos financeiros são fatores que prejudicam diretamente os hospitais 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 (LORENZETTI et. al., 2014).

Dentre as ações que promovem ajuda às entidades, a redução de gastos com energia elétrica representa uma parte significativa na despesa total dos hospitais. O estudo realizado pela ELETROBRAS, em 2014, aponta as consequências geradas pelo desperdício de energia elétrica no custo total dos

hospitais, conforme demonstrado na Figura 2. Porém, os auxílios atualmente disponíveis para redução de custos na conta de energia ainda são considerados insuficientes, pois o fato de não existirem métodos de classificação do consumo de energia elétrica das entidades da área da saúde associado à complexidade desta atividade, dificulta o direcionamento dos recursos e as reais necessidades de cada hospital (ELETROBRAS, 2014). Ademais, a dispersão de informações e a falta de padronização dos dados dificultam ou até mesmo inviabilizam os investimentos dos órgãos públicos e privados que desconhecem a natureza do problema. Dessa forma, as informações contidas neste trabalho podem contribuir com a criação e a ampliação de políticas públicas para a área saúde.

Figura 2 - Participação em (%) da energia elétrica



Fonte: Eletrobras (2014).

Como forma de abranger esse carente setor da sociedade, alguns programas de incentivo ao uso consciente de energia elétrica são promovidos pelas concessionárias de energia elétrica de cada estado. Porém, 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 (CEMIG, 2016). Por se tratar de um setor importante, a área da saúde deveria contar com investimentos exclusivos para a sua melhoria,

mudando o cenário atual onde ela participa apenas de uma parte desse benefício.

Dentre os programas já existentes, a utilização das informações contidas neste trabalho também tem como objetivo o início de uma discussão sobre a criação de um selo de eficiência energética para hospitais filantrópicos. A etiqueta é uma ferramenta eficaz que permite que as instituições compreendam quais são as edificações mais eficientes e os meios de consumirem menos energia, alcançando melhorias para ficarem mais bem posicionadas no *ranking* estabelecido pelo selo de eficiência. Atualmente, não existe um programa de etiquetagem de eficiência energética para edificações do setor da saúde (PROCEL, 2017). Assim, a criação deste selo proporcionará um adequado instrumento de controle do consumo eficiente dos hospitais.

1.3 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é propor métricas de eficiência energética não invasivas para hospitais. A pesquisa da relação do consumo de energia elétrica foi feita por meio de um estudo de caso envolvendo hospitais filantrópicos situados em Belo Horizonte.

1.4 Objetivos Específicos

1. Levantar as variáveis independentes que influenciam no consumo de energia elétrica dos hospitais;
2. Relacionar as variáveis independentes com o consumo faturado e distinguir as variáveis mais relevantes;
3. Discutir sobre políticas públicas em favorecimento à área da saúde;
4. Propor uma etiqueta eficiente para hospitais filantrópicos.

1.5 Metodologia

Este trabalho relaciona as variáveis quantitativas e qualitativas de entidades filantrópicas da área da saúde com o seu consumo de energia elétrica, obtidas através de formulários. No questionário são levantadas

informações sobre as variáveis que possuem impacto direto no consumo de energia elétrica, tais como: área do hospital, número de funcionários, quantidade de leitos, utilização de medidas de economia de energia, dentre outras, considerando um limite de 35 perguntas para que não ficasse exaustivo aos respondentes. Os dados foram coletados a partir de diversos hospitais cadastrados na Federassantas, considerando, exclusivamente, as entidades filantrópicas situadas em Belo Horizonte.

A proposta é apresentada via *e-mail*, telefonemas e visitas às entidades, com o intuito de esclarecer dúvidas sobre as necessidades e instalações de cada hospital. As entidades contatadas fornecem informações para a estruturação do banco de dados, além de contribuir com informações adicionais sobre a rotina dos processos internos para entender melhor as particularidades de cada instituição.

Com os dados dos hospitais filantrópicos em mãos, as variáveis são organizadas e filtradas para a elaboração das métricas propostas. As informações 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. Com este estudo realizado, é possível criar e/ou reforçar as políticas públicas em favorecimento das entidades, assim como o possível início de uma discussão sobre a criação de um selo de eficiência energética para hospitais filantrópicos.

1.6 Organização

Esta dissertação é estruturada da seguinte forma: o capítulo 2 apresenta a revisão bibliográfica com toda a fundamentação teórica, hospitais filantrópicos, eficiência energética, políticas públicas, métricas, certificação e os trabalhos relacionados. O capítulo 3 apresenta o método proposto, desde a etapa de coleta de dados até a proposta das métricas usadas. O capítulo 4 apresenta os experimentos, resultados e análises. Finalmente no capítulo 5 é apresentada a conclusão e futuros trabalhos. Encerrando, estão as referências utilizadas.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Breve contexto histórico

A etimologia da palavra filantropia vem do grego *philos* que significa amor, e *anthropos* que significa ser humano, portanto, o amor ao ser humano é o objetivo principal das atividades filantrópicas. A filantropia possui registros iniciais na civilização egípcia há aproximadamente 5.000 anos. Nessa época, os egípcios desenvolveram uma espécie de código com base na justiça moral e ações como distribuição de roupas, alimentos e abrigos para a população foram os primeiros registros de atividades filantrópicas (SANGLARD, 2001).

Outros registros históricos de filantropia ocorreram durante o império romano. O Imperador, para assistência do seu povo, criou bases médicas e de suporte às necessidades primárias daquela época. Posteriormente, indícios de atividades filantrópicas na região da Índia foram registrados, cujo imperador, para usufruto do seu povo, ordenou que poços de água fossem cavados, autorizou a distribuição de alimentos e construiu instalações médicas (CHARNET, 2006). Em outras regiões, os profetas judeus, considerados pioneiros nas atividades de assistência social, lutavam por justiça econômica, política e social em defesa dos interesses da população, pressionando inclusive, as atitudes tomadas pelo governo da época. A filantropia solidificou-se em meados do século XX na Inglaterra com a ideia de Estado protetor das necessidades coletivas. Porém, a partir do início dos anos 60 foi que o setor voluntário começou a exercer influências e desde então, vem crescendo de acordo com a necessidade da sociedade (SANGLARD, 2001).

Considerada atividade do terceiro setor, a filantropia se estrutura na vontade humana de ajudar o próximo em todos os âmbitos da vida. No Brasil, após a segunda metade do século XVII, os primeiros registros de filantropia associam as instituições religiosas à prática de serviço social voluntário (CHARNET, 2006). Com intuito de fiscalizar e organizar este tipo de atividade, mais tarde, com a elaboração da constituição de 1988, influenciada pela declaração universal dos direitos humanos, alguns benefícios foram assegurados em lei. Em 1993 com a criação do certificado de entidades sem fins lucrativos ou de fins filantrópicos, foram garantidas isenções de

contribuições previdenciárias e vedada a cobrança de impostos sobre o patrimônio, renda ou serviços para as instituições de natureza jurídica filantrópica (SANGLARD, 2001).

Dentre todas as áreas abarcadas pela filantropia, a área da saúde é a que possui maior destaque devido às carências existentes no setor e à necessidade básica e urgente da população. Dada esta importância, o primeiro registro de casa de assistência à saúde de origem filantrópica, ocorreu em 1498, na cidade de Lisboa, Portugal, para atendimento da população mais carente. Em 1540, o Brasil, considerado território de Portugal, inaugurou as primeiras Santas Casas, nas regiões de São Paulo e Santos. A partir desse período, o número de entidades foi aumentando ao longo dos anos e se espalhando pelo país (ARAÚJO, 2015).

Em Minas Gerais a criação da primeira Santa Casa ocorreu em 1734, na cidade de Ouro Preto. Mais tarde, após a inauguração da capital do Estado em 1897, Belo Horizonte recebeu a doação de um terreno, que após dois anos foi destinado à construção da Santa Casa de Misericórdia de Belo Horizonte. Atualmente o grupo Santa Casa é composto por vários hospitais especializados e centros de ensino referência no Brasil (SANTACASA, 2017). Diariamente circulam aproximadamente 15 mil pessoas, dentre funcionários e pacientes, e somente no maior hospital de Minas Gerais, o fluxo de pessoas ultrapassa 27% dos municípios mineiros.

Segundo levantamento realizado pela Federassantas (2016), dentre todas as entidades da área da saúde com natureza jurídica filantrópica, divididas em centros especializados, unidades de ensino, unidades de acompanhamento a pessoas que vivem em condições arriscadas de vida, Minas Gerais possui registros de cerca de 300 unidades espalhadas pelo estado, concentrando grande parte dos atendimentos na região central, e também, com elevada demanda para o sul do estado. Das atividades realizadas pelos grupos de filantropia, destacam-se o atendimento à comunidade carente e a capacitação de novos profissionais para diversas áreas da saúde.

2.2 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) em equipamentos pode ser descrito matematicamente na Equação (1):

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

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),

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

As perdas de energia elétrica ocorrem por diversos fatores. O baixo índice de eficiência dos equipamentos, ocasionado pela defasagem tecnológica, associado a sua incorreta utilização contribuem para o desperdício de energia. Outro fator que impacta diretamente nas perdas de energia é o tempo das instalações elétricas. Os problemas de sub-dimensionamento e a vida útil dos condutores, são responsáveis por parte das fugas de energia elétrica.

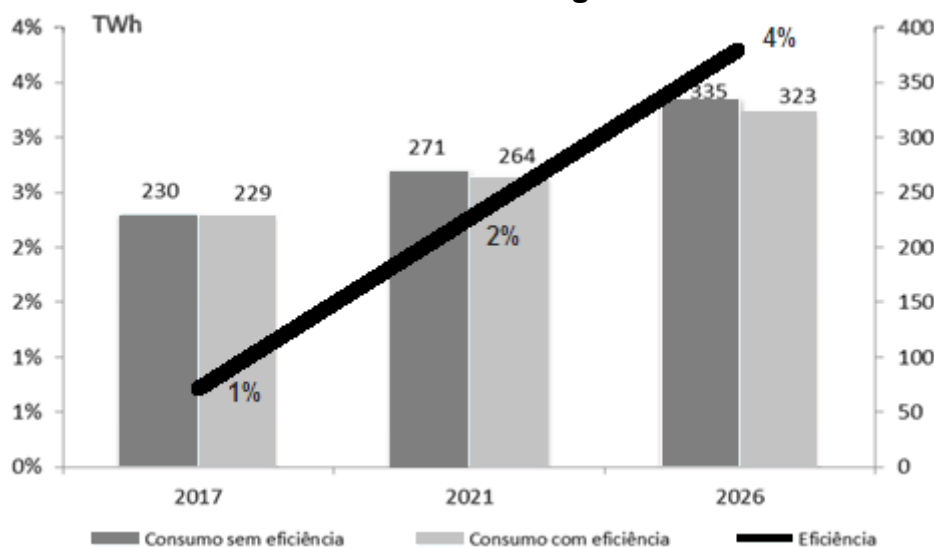
Diferentes formas de energia são necessárias para a realização de processos na indústria e comércio, por exemplo. Como o custo para o uso destas energias pode impactar negativamente no orçamento que financia o processo, e o fato das fontes de energia ser finitas, esses dois fatores são motivadores na 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).

A energia elétrica é utilizada por cerca de 80% das empresas no país como fonte de energia e insumo de produção (ANEEL, 2016). Alguns setores

atingem valores da ordem de 40% dos custos totais, com gastos provenientes da utilização da energia elétrica. Segundo a Empresa de pesquisas energéticas (EPE) (2017), as indústrias de produção têxtil gastam em média entre 10 e 15% do custo total de produção com energia elétrica. Em setores da indústria que o custo mais oneroso incide sobre a mão de obra, os gastos com energia elétrica, são considerados baixos, girando em torno de 3 a 5% do custo total. As estratégias de redução de consumo tornam as empresas competitivas no mercado, evitando o repasse no custo final dos produtos e serviços, adequando às tecnologias atuais e conscientizando o uso racional deste recurso (EPE, 2017).

Os estudos realizados para redução do consumo de energia elétrica, em relatório emitido anualmente pela EPE, projetado para o ano 2026, no plano decenal de expansão vigente, apresenta um crescimento de 4% no uso de eficiência energética para atividades industriais, conforme demonstrado na Figura 3.

Figura 3 - Consumo de energia elétrica. Cenário com e sem eficiência energética.



Fonte: Adaptado de EPE (2017).

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 kWh 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 (EPE, 2017).

2.3 A Eficiência Energética no setor hospitalar

O consumo de energia elétrica no setor hospitalar possui algumas particularidades que os demais setores não apresentam, tais como o uso ininterrupto, qualidade no fornecimento e confiabilidade no sistema. A portaria nº 783, criada pelo Ministério da Saúde e publicada no Diário da União em 2001, considera a importância estratégica da energia elétrica para o sistema de saúde. Por se tratar de um setor da economia que demanda operação 100% do tempo em sua totalidade de serviços, é necessária a adoção de medidas que visem a ampliação do acesso de hospitais a fontes alternativas de geração, bem como o fornecimento de energia elétrica com o auxílio de geradores em caso de interrupção do serviço normal. A portaria prevê medidas para que possíveis falhas na operação sejam minimizadas, estabelecendo critérios para que a disponibilidade de energia elétrica não comprometa a manutenção da vida dos pacientes dos hospitais (MS, 2001).

Devido ao tipo de atividade realizada pelas entidades, a possibilidade de desenergização dos equipamentos é praticamente nula. Portanto a redução de custos com energia elétrica no âmbito hospitalar deve ser visto como uma ferramenta de administração, envolvendo outras variáveis que impactam diretamente nos custos com energia elétrica (FRANÇA E SOARES, 2005). Os gastos com energia elétrica neste setor podem ultrapassar 30% dos custos totais, portanto, torna-se indispensável estabelecer estratégias que auxiliam na redução de custos para que estes recursos sejam aplicados em outras funcionalidades (ELETROBRAS, 2017).

Em relatório enviado a ANEEL, a Eletrobras aponta os hospitais e clínicas que apresentam edificações mais antigas, como potências consumidores que necessitam de implantação de medidas de eficiência energética. Devido a defasagem tecnológica proveniente de recursos escassos e o tempo de vida útil das instalações, tais como depreciação de condutores, disjuntores, entre outros, estas edificações possuem perdas e elevado consumo de energia elétrica. Ainda neste mesmo estudo, a Eletrobras destaca que apenas 13,2% dos hospitais apresentam mecanismos de gerenciamento de energia elétrica. Este dado corrobora para a necessidade de implementação de ações de redução dos gastos em grande parte das entidades da área da saúde.

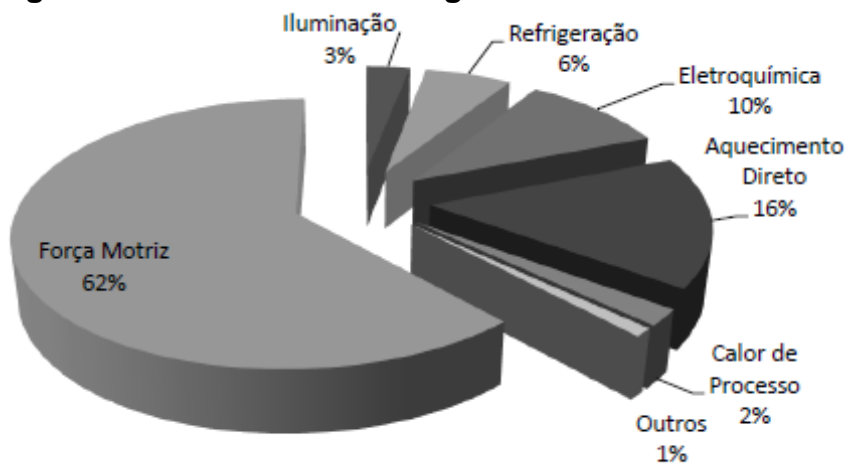
Dentre todos os problemas associados à administração desse nicho de mercado, as dificuldades na busca para redução de custos com energia elétrica, seja na aquisição de equipamentos modernos ou pela falta de informação sobre o consumo consciente da energia elétrica, implicam barreiras que precisam ser quebradas e envolvem uma série de fatores que oscilam desde a parte financeira aos hábitos da população local com a utilização dos equipamentos. Em pesquisa realizada com diversos hospitais ficaram constatadas que as maiores barreiras enfrentadas no processo de efficientização é a falta de suporte do governo e incentivos direcionados para o setor e o não planejamento de capital abordando a eficiência como objeto de grande potencial de redução de custos (JEFFERSON, 2006).

2.4 Usos Finais de energia elétrica

O uso da energia elétrica em diversos setores representa grande impacto na economia. Segundo a Resolução Normativa 414 publicada pela ANEEL em 9 de setembro de 2010, que estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica, os setores industrial, residencial e comercial, são os setores que representam maior parcela de consumo, atingindo mais de 2/3 do consumo total de energia gerada no país (ANEEL, 2010). O setor industrial é o que possui maior demanda, atingindo valores na ordem de 43% segundo relatório publicado em 2010 pela Eletrobras.

Na indústria, dentre os usos finais característicos do setor, os sistemas motrizes apresentam grande potencial de redução do consumo. Estes sistemas representam 62% de toda a energia elétrica consumida no país, os sistemas de aquecimento e refrigeração são responsáveis por aproximadamente 22% da energia elétrica consumida na indústria (ELETROBRAS, 2014). A distribuição de consumo por setor está demonstrada na Figura 4.

Figura 4 - Usos finais da energia elétrica nas indústrias.

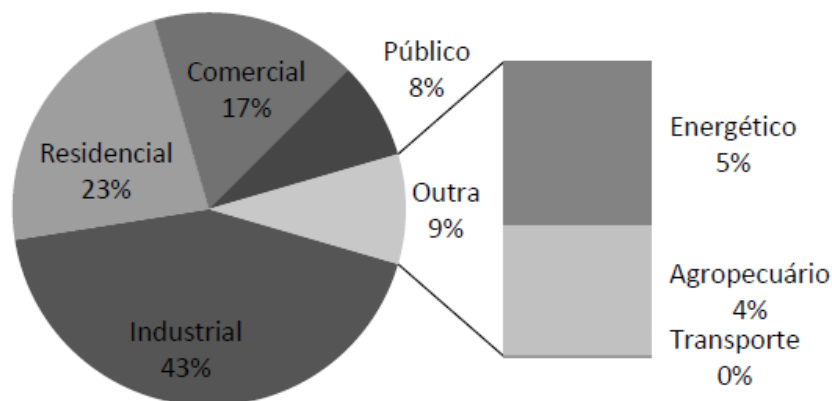


Fonte: Adaptado de ELETROBRAS (2014).

As instituições da área da saúde fazem parte do setor comercial. Segundo a EPE, em pesquisa realizada em 2016, o consumo de energia elétrica desse setor corresponde a 17% da demanda total consumida no país. O consumo de energia elétrica do comércio fica atrás apenas dos setores industrial e residencial que representam, juntos, 66% de toda a energia

consumida. A distribuição de consumo, por setores da economia, está demonstrada na Figura 5.

Figura 5 - Participação em (%) dos setores no consumo de energia elétrica.



Fonte: Adaptado de EPE (2016).

Embora seja classificado como setor comercial, o uso da energia elétrica em hospitais possui comportamentos diferentes dos demais estabelecimentos enquadrados neste nicho. Devido a particularidades de cada entidade da área da saúde, estabelecer padrões de consumo torna-se inviável com os métodos atuais. Segundo Okumoto et. al. (2006), dentre as complexidades do setor, as instalações do ambiente hospitalar, podem ser divididas pelas seguintes categorias:

- Sistema de iluminação;
- Condicionamento ambiental;
- Sistema de aquecimento de água;
- Sistema de refrigeração;
- Equipamentos especiais;
- Sistemas de força motriz;
- Sistemas de informação e controle.

A subcategorização de equipamentos não será objeto de estudo desta dissertação, entretanto, é importante ressaltar que alguns equipamentos

apresentam maiores índices de consumo, e que foram considerados nesta pesquisa, como forma de identificar a estrutura de cada instituição. Os equipamentos que obtiveram relevância devido ao consumo elevado de energia foram as autoclaves e os aceleradores lineares. Outro fator importante que dificulta a definição de padrões de consumo de energia elétrica é setor de imagem, estes, responsáveis por grande parte da complexidade na mensuração do consumo, visto que as oscilações provenientes da energização e desenergização dos equipamentos alteram significativamente a média do consumo desse setor (ZAGATO, 2008).

2.5 Políticas Públicas

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).

De acordo com (RAEDER, 2014), as políticas públicas possuem um ciclo de formação, cujo processo se inicia na identificação de determinadas necessidades coletivas como forma de resposta do Estado àquela demanda. Primeiramente é feita uma avaliação para decidir quais são as prioridades do poder público, esta fase é caracterizada como formação de agenda. É a etapa que consiste no planejamento e organização de prioridades, considerando avaliações de custo-benefício, recursos disponíveis e a necessidade política associada. A formulação da política sucede o processo de agenda. Nesta fase são apresentadas soluções ou alternativas para resolver os problemas da população desenvolvendo programas e executando linhas de ações. Com a formulação da política realizada, o processo de tomada de decisão é o momento em que todas as alternativas avaliadas sejam direcionadas e que os

prazos à política em questão sejam aplicados. Finalmente ocorre o processo de implementação da política. Essa etapa consiste na parte prática, onde o que foi planejado entra em operação para a solução dos problemas e atender os direitos da sociedade (RAEDER, 2014).

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).

Segundo Flores (2010), as entidades envolvidas no processo de elaboração das políticas públicas avaliam três aspectos:

- Efetividade, na avaliação do impacto, objetivos e resultados;
- Eficiência, na análise das relações de custo-benefício; e
- Eficácia, na relação entre o alcance de metas em um intervalo de tempo.

Como exemplo de política pública, destaca-se o programa Luz para todos, cujo objetivo principal é garantir o suprimento de energia elétrica para moradores de meios rurais, isolados dos grandes centros urbanos, possibilitando o desenvolvimento social e econômico dessas regiões, criando e/ou aperfeiçoando postos de saúde, escola, sistema de bombeamento de água, entre outros serviços (FLORES, 2010). Outro marco importante nas políticas públicas de saúde no Brasil ocorreu a década de 90, com a Implantação por meio da lei nº 8.080, do Sistema Único de Saúde (SUS), dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde (CNS, 1990). Essa política pública de assistência à saúde discrimina os princípios, objetivos e garantias inerentes à efetivação da saúde, garantindo assim, como forma de direito fundamental a todos os brasileiros. Com a sua

criação, o SUS proporcionou o acesso universal ao sistema público de saúde, sem discriminação. A atenção integral à saúde, e não somente os cuidados assistenciais, passou a ser um direito de todos os brasileiros, desde a gestação e por toda a vida, com foco na saúde com qualidade de vida (OLIVEIRA, 2016).

Os direitos inerentes à população no que tange a esfera da saúde são reforçados por programas que além de realizar a manutenção das políticas existentes, reforçam a criação de novas políticas de apoio. 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 a integração do setor ao sistema de saúde brasileiro, nas esferas pública e privada.

2.6 Possíveis políticas públicas da área da Saúde

Segundo Santos e Pinto (2017), a formulação das políticas nacionais de atenção hospitalar considerando as suas convergências e divergências, estão diretamente relacionadas com as Conferências Nacionais de Saúde e os Planos Nacionais de Saúde ocorridas no período pós Constituição Federal de 1988, onde direitos fundamentais, tais como a saúde, foram assegurados à sociedade (SANTOS E PINTO, 2017). Assim, com a participação da população nas decisões das políticas criadas para atender as necessidades da área da saúde, as análises das políticas públicas pautam-se numa perspectiva centrada na assistência médica e nas especialidades, tendo como referência o hospital (SARRETA, 2009).

O MME criado pela Lei nº 3.782, de 22 de julho de 1960, porém apenas em 1992, com a sua recriação, por meio da Lei nº 8.422 e juntamente com o

Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), criado pela Lei nº 9.478, é que foram delegadas funções de responsabilidades sobre as políticas de eficiência energética do país (MME, 2018). Assim, com o intuito de acompanhar e avaliar o processo de políticas públicas foi criado o Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE), vinculado ao MME e harmonioso entre demais órgãos existentes. Juntamente com a EPE, os entes inseridos no Ministério das Minas e Energia são responsáveis diretos pela elaboração de políticas públicas para o setor de energia elétrica. Estes órgãos elaboram as diretrizes a serem seguidas pelo governo federal, cujas metas são repassadas para a ANEEL, responsável pela fiscalização e execução dessas políticas (MME, 2018).

As políticas públicas elaboradas para o setor da saúde possuem participação de investimentos entre os setores público e privado, que contribuem para suprir as demandas do setor e minimizar os problemas associados à falta de recursos dessa área. Como forma de contribuição para a manutenção das instituições, a ANEEL, em sua Resolução Normativa, nº 556/2013, de 18/06/2013, dispõe sobre a aprovação de procedimentos do Programa de Eficiência Energética (PROPEE), em consonância com os contratos de concessão de cada distribuidora. As concessionárias de energia elétrica realizam chamadas públicas onde priorizam áreas estratégicas e que necessitam de investimentos em eficiência energética (ANEEL, 2013).

Cada concessionária estabelece seus objetivos quanto ao Programa de Eficiência Energética (PEE) sendo comum a todas elas, o apoio às tipologias pré-estabelecidas. A Light Energia, atua nos estados do Rio de Janeiro e São Paulo e tem como meta do PEE, realizar o projeto em todos os hospitais públicos da área de sob a sua concessão. Dados divulgados pela companhia, em 2011, demonstram que foram concluídas as obras em sete hospitais, sendo eles: Santa Casa de Misericórdia de Barra Mansa, Hospital Estadual Albert Schweitzer, Hospital Naval Marcílio Dias, Hospital Federal de Bonsucesso, Hospital Municipal Miguel Couto, Hospital da Força Aérea do Galeão e Hospital Federal Cardoso Fontes (LIGHT, 2011).

De modo geral, as obras de efficientização energética realizadas pela Light nos hospitais citados, contemplam a modernização do sistema de iluminação e climatização, em que ocorre a substituição de todas as lâmpadas

e aparelhos de ar-condicionado antigos por equipamentos novos com alta eficiência comprovada (LIGHT, 2011).

A revista de Eficiência Energética do Grupo Light publicou em sua 2ª edição, em Agosto de 2011, os impactos que as obras causaram nos hospitais aprovados no processo da política pública de assistência ao uso eficiente da energia elétrica. Para o gerente da área de Serviços de Energia e Infraestrutura, os projetos possibilitam grande retorno da verba pública, já que os recursos do programa da ANEEL fazem parte da tarifa de energia elétrica (RAAD et. al., 2012).

Os projetos contemplaram não apenas com a troca da iluminação, mas também com a implantação de um inovador sistema de termo-acumulação por meio de tanques de acúmulo de gelo. Antes do projeto, os hospitais utilizavam climatizadores por centrais de água gelada (CAG) e *chillers* que operavam 100% do tempo. Com o PEE foram adicionados oito tanques de acúmulo de gelo, possibilitando que, no horário de ponta, todos os *chillers* sejam desligados, e a refrigeração do ar é feita somente por meio desse acúmulo de gelo (LIGHT, 2011).

A Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia (COELBA), em observância às normas veiculadas pelo Contrato de Concessão de Distribuição nº 010/97 e à Resolução Normativa da ANEEL, contempla em sua chamada pública de eficiência energética, as tipologias Industrial, Comércio e Serviços, Poder Público, Serviços Públicos e Residenciais (CBRITISH, 1997). No edital REE 001/2018 consta os recursos disponibilizados na chamada pública conforme demonstrado na Tabela 1 (COELBA, 2018).

Tabela 1 - Tipologia de Projetos elegíveis à Chamada Pública REE 001/2018.

Possíveis Projetos	Tipologias	Recursos
Melhoria na instalação e Fonte Incentivada Solar Fotovoltáica	Industrial	R\$ 8.000.000,00
	Comércio e Serviços	R\$ 4.000.000,00
	Poder Público	R\$ 4.000.000,00
	Residencial	R\$ 1.000.000,00

Fonte: Coelba (2018).

A Coelba investiu em 2009, no Hospital Geral do Estado, Roberto Santos e na maternidade IPERBA aproximadamente R\$ 6 milhões em projetos de eficiência energética. Este investimento teve como objetivo reduzir os gastos com energia elétrica das entidades e favorecer a população com os recursos financeiros economizados (Coelba, 2009).

Segundo relatório emitido em abril de 2016, a EletroPaulo, em parceria com o Hospital Santa Cruz investiu em equipamentos e projetos de eficiência energética que até o ano de 2020, irá reduzir o consumo de energia elétrica em até 64%. O acordo contempla a modernização do sistema de iluminação e a troca da aparelhagem do hospital (EletroPaulo, 2016).

O Grupo Energisa controla 13 distribuidoras, localizadas em 9 estados brasileiros. Em março de 2018, o Hospital de Cataguases, a Casa de Caridade Leopoldinense e a Associação de Caridade São João Nepomuceno foram beneficiados com o projeto de efficientização energética. Foram investidos no Hospital de Cataguases cerca de R\$ 210 mil na substituição lâmpadas fluorescentes para LED e na adequação do sistema de condicionamento ambiental com a substituição de condicionadores de ar (Energisa, 2018).

2.7 Métricas

As métricas são medidas brutas, atômicas e de simples composição, utilizadas para mensuração que quantificam uma tendência, comportamento ou característica. São números cuja função é estabelecer uma medida padrão para que possa ser comparado a diferentes itens ou períodos de tempo. O objetivo das métricas 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 na identificação das variáveis que possuem maiores impactos ou que necessitam de ações de reforço e/ou mudanças (Sato, 2007).

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

2.8 Certificação energética

Dentre os programas existentes de certificação de eficiência energética, num contexto mundial, a União Europeia apresenta a principal Norma Regulamentadora 2002/91/CE do Parlamento Europeu e do Conselho Europeu, criada a partir das crises energéticas enfrentadas pelo continente no século passado. Esta norma define as linhas orientadoras para a aplicação do processo de melhoria do desempenho energético de edifícios dos seus Estados Membros, através da introdução de processos de certificação energética de edifícios (NR91, 2002).

Devido a sua importância, o certificado de eficiência energética representa uma forte ferramenta de informação e sensibilização do consumidor para o comportamento da sua edificação, possibilitando uma noção do comportamento global, tais como as repercussões das ações na fatura de energia elétrica e também como método de comparação com outras possíveis soluções de interesse.

No Brasil, os programas de etiquetagem são coordenados pelo MME e executado pela Eletrobras. O Procel é o principal programa nacional de conservação de energia elétrica, instituído em 1985, tem como objetivo a promoção da eficiência energética e o combate ao desperdício de energia no país. Dentre os quesitos de abrangência do Procel, o que apresenta maior impacto para indústria são os equipamentos, dentre eles os motores. Outros ramos, tais como, edificações, iluminação pública, residências e comércio também são abarcados pelo programa, porém são sub-categorizados, com a finalidade de separar as tipologias. 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 (PROCELINFO, 2017).

Conforme relatório anual emitido pela Eletrobras, somente em 2017, os principais resultados energéticos contabilizados mostram que foram economizados 21,2 bilhões de kWh. Esta economia representa 18% de toda energia consumida no país. Ademais, a economia proveniente das ações do Procel contribuiu com a demanda retirada da ponta e a redução de CO₂ liberado na atmosfera, conforme demonstrado na Tabela 2.

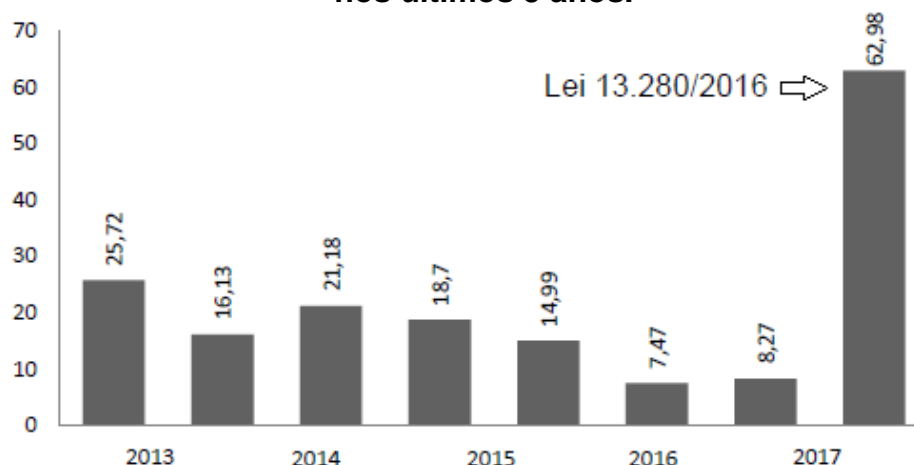
Tabela 2 - Principais resultados energéticos das ações do Procel em 2017.

Resultado	Total
Energia economizada (bilhões de kWh)	21,2
Demanda Retirada da Ponta (MW) ³	6.887
Emissão de CO ₂ Equivalente evitada (milhão de tCO ₂)	1,965

Fonte: Eletrobras (2017).

As ações dos selos de eficiência energética em 2017 representaram uma economia de 4,57% do consumo total de energia elétrica no país. Esse valor representa uma economia de 39,89% em relação ao exercício anterior. A grande variação ocorrida entre os anos de 2016 e 2017 é devida à criação da lei 13.280/2016 que dispõe sobre a aprovação do plano de aplicações de recursos do Procel e permite que as concessionárias e permissionárias de distribuição de energia elétrica apliquem até 80% dos recursos de seus programas de eficiência energética em unidades consumidoras beneficiadas pela tarifa social de energia elétrica em comunidades de baixa renda (LO13280, 2016). A Figura 6 representa o cenário antes e após a aprovação.

Figura 6 - Investimentos anuais da Eletrobras nos últimos 5 anos.



Fonte: Adaptado de Eletrobras (2017).

Os resultados alcançados nos últimos anos também são devidos 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).

Considerando todos os fatores utilizados para a criação e organização do selo de eficiência, a Eletrobras criou em 2003, o selo de eficiência para edificações com o objetivo de construir as bases necessárias para racionalizar o consumo de energia nas construções industriais, comerciais e residenciais. O selo Procel Edificações - em consonância com o decreto nº 4059/2001, criado pelo Programa Brasileiro 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 (PROCELEDIFICAÇÕES, 2017). O PBE edificações contém 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 implantação de equipamentos mais eficientes até a construção de edificações energeticamente econômicas. Mesmo com as diversidades 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.

2.9 O Cenário de implantação do Selo de Eficiência Energética

A padronização dos selos de eficiência energética obedece a uma nomenclatura estabelecida em conjunto pelo Procel e Eletrobras. A classificação é feita de acordo com os níveis de consumo que cada aparelho ou edificação possui. Por exemplo, a nomenclatura utilizada para caracterização dos edifícios quanto ao critério de eficiência energética é feita inicialmente para cada item, variando de A (mais eficiente) a E (menos eficiente) (ELETROBRAS, 2015).

Segundo a ELETROBRAS, 2015, o programa Procel Edifica estabeleceu procedimentos no processo de elaboração do selo de eficiência para edificações. O programa considerou três relevantes variáveis determinantes para caracterização da eficiência energética: envoltória, iluminação e sistema de condicionamento de ar. Para cada variável foi atribuída um peso específico, de acordo com a participação no consumo final de energia elétrica. Foram empregados pesos com fator de 30% para as variáveis envoltória e iluminação, e 40% para o sistema de ar condicionado, aplicados à uma equação cuja pontuação final determinará se o edifício é mais eficiente (Nível A) ou menos eficiente (Nível E), conforme parâmetros apresentados na ENCE (LOURA, 2009).

A ENCE estabelece requisitos mínimos para que os edifícios recebam a etiqueta. Os requisitos para a etiqueta nacional de eficiência energética para edificações são os seguintes:

- Área total mínima de 500 m²;
- Tensão igual ou superior a 2,3V.

O selo Procel Edificações exige que a edificação seja submetida a uma classificação que atenda alguns requisitos, tais como: possuir circuito elétrico com possibilidade de medição centralizada por uso final, atender as especificações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Outros fatores podem ser associados ao bom desempenho energético das edificações, melhorando a pontuação, com sistemas auxiliares, tais como: inovações técnicas, cogeração, desde que estes representem no mínimo 30% de redução do consumo (LOURA, 2009).

Os critérios de avaliação são feitos de forma independente. A Tabela 3 demonstra os valores aplicados pelo Procel edificações no cálculo da envoltória.

Tabela 3 – Critérios de avaliação do selo Procel Edificações para Envoltórias

Envoltórias		
Coberturas	Transmitância Térmica máxima permitida ambientes condicionados	2,0 W/m ² K
	Transmitância Térmica máxima permitida ambientes não condicionados	1,0 W/m ² K
Paredes	Transmitância Térmica máxima permitida	Entre 2,5 a 3,7 W/m ² K
	Absortância de Zonas Climáticas	0,4
	Relação fator solar máximo do vidro ou aberturas	0,66

Fonte: Adaptado de Procel (2015).

Os critérios utilizados para caracterização das edificações para as envoltórias consideram os valores de transmitância térmica, especificação de materiais de acordo com sua capacidade térmica, limitações de fatores solares dos vidros, área de projeção da cobertura, área total de piso, área da

envoltória, ângulo Vertical e Horizontal de sombreamento, entre 0 e 45°. Estas variáveis são aplicadas para determinação do indicador de consumo da edificação (PROCEL, 2018).

A avaliação da eficiência energética para as edificações para a variável iluminação considera a aplicação de todos os elementos e funcionalidades devidamente aplicadas, tais como: luminárias, lâmpadas e circuitos. O selo considera ainda as variáveis de referência do índice do recinto e os seus respectivos coeficientes de utilização e depreciação. O procedimento é feito com base no método de cálculo das densidades de potência de iluminação e as variáveis que mais interferem são a área total do ambiente, altura das lâmpadas e o rendimento luminoso lâmpadas e luminárias. Este processo é regido pela norma NBR 5413. A Tabela 4 demonstra os valores aplicados pelo Procel edificações no cálculo da iluminação (LOURA, 2009).

Tabela 4 – Critérios de avaliação do selo Procel Edificações para Iluminação

Iluminação		
Divisão de Circuitos	Até 1.000 m ²	Dispositivo de controle manual e acionamento independente para cada 250 m ²
	Superiores a 1.000 m ²	Dispositivo de controle manual e acionamento independente para cada 1.000 m ²
Acionamento independente Luminárias	Primeira fileira	Próxima da janela
	Demais	Adjacentes à primeira
Desligamento Automático	Ambientes maiores que 250 m ²	Para iluminações internas

Fonte: Adaptado de Procel (2015).

Considerado pela regulamentação como o maior responsável pelo consumo de energia elétrica, os sistemas de condicionamento de ar são avaliados por dois métodos, o prescritivo e o de simulação computacional do desempenho termo-energético. Os valores obtidos na Tabela 5 são considerados os cálculos de eficiência do selo Procel Edifica e são relativos à norma ISO 7730 que dispõe sobre as condições de conforto e stress térmico das edificações (GONÇALVES, 2000).

Tabela 5 – Critérios de avaliação do selo Procel Edificações para Condicionamento de ar

Sistema de Condicionamento de Ar		
Equivalente Numérico (EqNumV)	Percentual de Horas Ocupadas (POC)	Classificação
1	POC > 80%	A
2	Entre 70 e 80%	B
3	Entre 60 e 70%	C
4	Entre 50 e 60%	D
5	Menor que 50%	E

Fonte: Adaptado de Procel, 2015.

Os fatores que influenciam as variáveis, Envoltória (mais incentivos), iluminação e condicionamento de ar, considerando os seus respectivos pesos, comportamentais e ações, estão explicitados na Equação 3 (Procel, 2015).

$$P_{ef} = 0,3 \left\{ \left(ENEnv \times \frac{AC}{AU} \right) + \left(\frac{APT}{AU} \times 5 + \frac{ANC}{AU} \times ENumV \right) \right\} + 0,3 (ENDpi) + 0,4 \left\{ \left(ENCa \times \frac{AC}{AU} \right) + \left(\frac{APT}{AU} \times 5 + \frac{ANC}{AU} \times ENumV \right) \right\} + b_0^1 \quad (3)$$

Sendo,

ENEnv: Equivalente numérico da Envoltória;

ENDpi: Equivalente numérico do sistema de iluminação;

ENCa: Equivalente numérico do sistema de condicionamento de ar;

ENumV: Equivalente numérico dos ambientes não condicionados;

APT: Área do piso dos ambientes de permanência transitória;

ANC: Área do piso dos ambientes não condicionados;

AC: Área do piso dos ambientes condicionados;

b: Bonificações obtidas variam de 0 a 1.

O Procel Edifica destaca parâmetros que consideram além das três variáveis relevantes para o consumo, existem diversos fatores que influenciam a caracterização do consumo de energia elétrica. A razão de área entre os ambientes condicionados e a área útil, a razão de área de piso de ambientes

2.10 Trabalhos Relacionados

Nesta parte será abordada uma revisão dos trabalhos relacionados, apresentando a relação específica de cada trabalho, ao tema desta dissertação.

Jones et. al. (2017) utilizam a estrutura do processo político para entender como as políticas públicas se desenvolvem. O artigo aborda sobre os desafios que os pesquisadores da área da saúde pública enfrentam e que se inserem como ferramentas da ciência política. Para isso, foi realizada uma revisão na literatura com o intuito de estabelecer critérios para a seleção de conteúdo teórico apto para esta finalidade. Para integrar uma abordagem cognitiva à política pública dentro de uma perspectiva de abordagem construtiva, a autora utiliza uma estrutura denominada: Síntese do Real-Dato's. Essa estrutura identifica vários contextos como parte do processo de uma política pública, focando nas situações onde os agentes participantes trabalhem em harmonia para o alcance de políticas eficientes e que atendam as reais necessidades da saúde. Em sua abordagem, os autores sugerem que, para a criação da política nacional devem ser considerados três fatores essenciais: as decisões dos agentes envolvidos, consideradas de forma individual e sem influências internacionais, em primeiro momento; o conceito do processo de políticas públicas como um espaço organizado e interativo para a colaboração de externos, e; a tomada de decisão que é essencial para transferir ideias e conhecimento de determinados setores e configurações, com influências de políticas internacionais.

Segundo Oliveira (2016), os benefícios que as políticas públicas podem trazer para a Saúde Pública e os desafios para aproximar os dois campos que são considerados tão próximos e ao mesmo tempo distantes. Em sua pesquisa, a autora demonstra que apenas um quarto dos trabalhos que apresentam políticas públicas de fato se apropria do ferramental teórico da área. O objetivo do artigo é promover um diálogo entre os campos da saúde pública e das políticas públicas, sobretudo em função do potencial entre ambos, mas um real distanciamento averiguado nas produções científicas. Para tal, a autora analisou 627 artigos publicados na revista Saúde e Sociedade entre 2005 e 2015 e notou uma ausência de um diálogo mais

próximo, apesar da conhecida dificuldade enfrentada pelo diálogo interdisciplinar. Dentre os assuntos abordados em sua pesquisa, a autora explica que as fases da execução e da avaliação de programas governamentais, ainda que pouco estudadas no contexto nacional, são consideradas variáveis importantes para o sucesso dos governos na consecução de suas políticas públicas. O papel do governo e entes envolvidos no processo pode, em primeiro lugar, atuar como uma barreira para políticas, pois se forem mal formuladas podem sequer ser implementadas, como consequência não alcançando os objetivos iniciais. O ciclo de políticas públicas vai além da compreensão dos seus processos.

Wang et al. (2016) tratam da implantação da eficiência energética em hospitais públicos e instalações de saúde na China. Este trabalho estuda as principais barreiras para a implantação de tecnologias de eficiência energética em hospitais públicos e instalações de saúde na China. Como resultado, essa pesquisa gerou uma lista de prováveis barreiras para eficiência energética, assim foram consultadas equipes dos centros de saúde para categorizá-las e colocá-las em ordem de importância. Os autores demonstram que incentivos econômicos, tecnologias apropriadas, assim como leis que regulamentam o serviço são insuficientemente apoiadas pelo governo. Para reverter esse cenário e dar uma solução para o problema, os responsáveis políticos devem utilizar uma abordagem múltipla, envolvendo projetos, procedimentos técnicos e operacionais com intuito de integrar todas as partes envolvidas. Além disso, os resultados estatísticos mostram que, dado o atual sistema administrativo dos hospitais públicos e instalações de saúde, o governo deve desempenhar um papel de orientação no trabalho de melhoria de eficiência energética. Wang et al. (2016), concluem que diferentes níveis de instrumentos políticos devem ser implementados por várias partes envolvidas, a fim de promover a eficiência energética.

Jaffe et al. (2004), abordam métodos de otimização e sistemas estocásticos dinâmicos de programação dual, para os processos voltados à economia de energia. Os softwares MDDH e NEWAVE, trabalha com equações de serviços de demanda, balanço de energia nos reservatórios, restrições com a máxima geração hidráulica dentre outras variáveis. Eles simulam dois cenários, onde há as políticas de eficiência e onde não há. Então é

estabelecida uma diferença entre os dois cenários e uma estimativa da redução de custos. Como em praticamente todos os problemas econômicos, a economia de eficiência energética é uma questão de balanceamento de custos e benefícios, Jaffe et al. (2004), apresentam os conceitos econômicos relevantes para a tomada de decisão sobre investimentos em eficiência energética. Os autores associam diretamente o custo na aquisição de equipamentos, a contribuição com a redução de emissão de gases de efeito estufa e demais variáveis com relação direta no processo de eficiência energética. O interesse principal em se desenvolver o processo de eficiência energética é devido às preocupações com as mudanças climáticas no mundo, reduzindo a emissão de dióxido de carbono a partir de combustíveis fósseis. Para a política de governo ser desejável em ponto de vista econômico, para superar a deficiência de mercado, tem que gerar benefícios que excedam os custos de execução. Não se deve encarar essa incerteza como uma fonte de falha de mercado, pois é natural em processos de tomadas de decisões de investimentos, ter esse freio devido aos retornos serem incertos.

3. EXPERIMENTO

3.1 Seleção das entidades

As entidades filantrópicas da área da saúde 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). Em Minas Gerais, aproximadamente 340 entidades da área da saúde são distribuídas por sub-regiões no estado, concentrando o maior atendimento na região central, devido a grande demanda. Na capital, Belo Horizonte, existe 20 unidades responsáveis pelo atendimento hospitalar de mais de 50% da população local e pacientes de cidades do interior do estado (FEDERASSANTAS, 2017).

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. Essa 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.

3.2 Federassantas

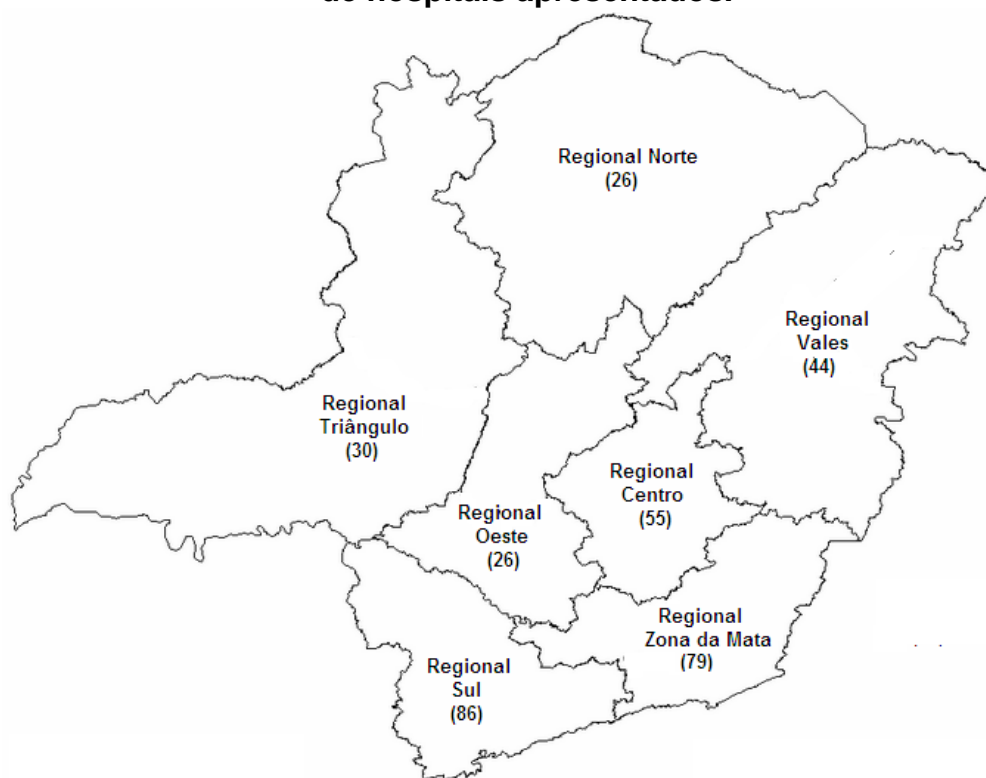
A Federassantas foi criada em 1986, para garantir a representação das entidades com natureza jurídica filantrópica, com o objetivo de proporcionar a integração e o fortalecimento das casas de assistência à saúde em Minas Gerais. Ela oferece aos seus filiados cursos, seminários, oficinas e eventos, assessoria jurídica e técnica sobre assuntos relacionados ao interesse da federação. A Federassantas monitora e contribui para que os seus parceiros renovem anualmente os certificados exigidos de filantropia, bem como a sua concessão, além de gerenciar um sistema moderno de informação, contendo informações sobre os processos, atendimentos e demais atribuições de cada entidade.

A Federassantas tem como associados aproximadamente 300 entidades filantrópicas na federação. Estas instituições criadas pela sociedade, em geral

para atendimento dos mais necessitados, não possuem fins lucrativos e tem os seus custos operacionais, na maioria delas, atrelados ao sistema único de saúde (SUS), cuja demanda de pacientes chega a aproximadamente 60% de toda a capacidade instalada de atendimentos em todo o estado.

Devido à extensão territorial de Minas Gerais, como estratégia para facilitar o monitoramento, o estado foi dividido em sete grandes regiões, conforme observado na Figura 8. Cada uma das regiões contém um coordenador regional, este, responsável por levar as demandas dos hospitais e alinhá-las às estratégias da Federação (Federassantas, 2017).

Figura 8 - Mapa das regionais de MG com o número de hospitais apresentados.



Fonte: Adaptado de Federassantas, 2016.

A região central, objeto de estudo desta pesquisa, possui 55 entidades filantrópicas cadastradas na federassantas. Dentre as atividades de cada unidade, destacam-se os hospitais, fundações, santas casas e associações de reabilitação. A cidade de Belo Horizonte apresenta a maior quantidade de hospitais de todas as regiões, devido à concentração da população local e a demanda vinda do interior do estado. A Santa Casa de Misericórdia, composta

por hospitais, unidades de ensino, centros especializados, é a maior entidade filantrópica da área da saúde do estado, e juntamente com outras 18 unidades compõem toda a estrutura da área da saúde concentrada na capital.

A escolha dos hospitais de Belo Horizonte ocorreu por diversos fatores tais como:

- maior concentração de unidades em menor espaço;
- contato direto com os responsáveis pelas áreas técnicas, de operação e engenharia;
- disponibilidade dos funcionários;
- visitas técnicas;
- maior confiabilidade dos dados;
- compreensão da rotina do ambiente hospitalar;

Devido às complexidades e à necessidade de contato pessoal para o desenvolvimento deste trabalho, as entidades foram restritas a região de Belo Horizonte. Outro motivo associado é que, parte da demanda de atendimento médico-hospitalar do estado está concentrada nos hospitais da capital, portanto este estudo, por questões de coletas de informações avaliou o comportamento, através de métricas de consumo de energia elétrica deste grupo de entidades.

3.3 O Contato com os hospitais

Para estruturação das informações sobre os contatos realizados com as entidades, uma planilha contendo todas as unidades filantrópicas cadastradas no Federassantas foi criada. Essa ferramenta de controle auxiliou na coleta dos dados básicos de localidade, telefone, *e-mails*, entre outros, de cada instituição.

Como método de abordagem inicial, foi elaborado um projeto de pesquisa contendo um breve resumo sobre o trabalho. Nesse, foram discriminados os objetivos, justificativa, interesses na aquisição de dados e quais os benefícios que as entidades ganhariam ao colaborarem com a pesquisa.

As entidades foram contatadas primeiramente por telefone e *e-mails*. Após uma apresentação pessoal e uma abordagem sobre a proposta, foi solicitado aos profissionais de triagem de cada hospital informações como: nome e contato telefônico, sobre os responsáveis pelos setores de engenharia e manutenção elétrica dos hospitais. Nessa etapa foi necessário insistir com os responsáveis pelos hospitais até que fosse obtido êxito ao conseguir as informações necessárias para a pesquisa. Devido à rotina intensa dos hospitais, a indisponibilidade desses profissionais foi um fator complicador e que demandou bastante tempo para que esta fase do projeto fosse concluída.

Em grande parte dos hospitais, os profissionais responsáveis pela área elétrica eram técnicos e engenheiros e em alguns casos, coordenadores de áreas, tais como, manutenção. Por telefone, foi apresentada a proposta inicial do trabalho e encaminhado por *e-mail* o projeto de pesquisa contendo todas as informações necessárias sobre o trabalho.

Alguns hospitais optaram por conhecer a proposta pessoalmente, e se dispuseram a contribuir com a pesquisa agendando visitas técnicas para que uma leitura do ambiente fosse feita com mais precisão, e também, deslocando-se até à universidade para esclarecer dúvidas e compreender melhor a proposta do trabalho. Esse contato foi fundamental para a elaboração dos questionários, pois alguns fatores foram acrescentados e contribuíram para clareza das informações neles contidas.

3.4 Elaboração do questionário

Devido ao tipo de atividade dos hospitais, que demanda o mínimo de perturbação possível para que a rotina não seja interrompida, associada à disponibilidade de um responsável se deslocar até as unidades para realização de levantamento de cargas para estimar o consumo de energia elétrica nos hospitais, foi elaborado um questionário com aproximadamente 35 questões sobre as características dos hospitais com intuito de caracterizar o consumo de forma menos invasiva e mais direta possível.

Neste questionário foram levantadas informações sobre diversas variáveis importantes que impactam diretamente no consumo de energia elétrica. As informações sobre a área do hospital, número de funcionários,

quantidade de leitos, utilização de medidas de economia de energia, acesso a informações das últimas três contas de energia, dentre outras, compõem o questionário utilizado para aquisição de dados.

Durante o processo de elaboração do questionário, algumas perguntas foram adaptadas de acordo com o conhecimento específico do setor. Foram acrescentadas perguntas sobre determinadas áreas do hospital que impactam de forma significativa no consumo total de energia elétrica. Os setores de imagem por exemplo, são considerados setores complexos no processo de mensuração da energia, devido à grande variação de tensão durante a energização dos equipamentos, dificultando estabelecer o consumo médio desse setor, portanto fizeram-se necessárias algumas questões sobre o comportamento dessa área, tais como equipamentos, controle setorizado e ações de eficiência energética nos hospitais especializados em diagnósticos por imagem.

O questionário buscou compreender de forma mais completa possível a rotina diária dos hospitais e as formas e horários como são utilizados os equipamentos e serviços que demandam energia elétrica. O formulário, em sua versão final, enviado às entidades encontra-se no Apêndice. O formulário abordou as principais variáveis:

- Área construída;
- Quantidade de leitos;
- Equipamentos, tais como autoclaves e aceleradores lineares;
- Número de funcionários;
- Número de especialidades médicas;
- Média mensal de atendimentos;
- Medidas de economia de energia;
- Quantidade de chuveiros e de banhos diários;
- Horário dos banhos;
- Tempo médio de cada banho;
- Existência de sistema de aquecimento;
- Tipos de iluminação;

- Condicionamento ambiental;
- Tempo da instalação;
- Serviços terceirizados.

3.5 Coleta de dados

Os questionários foram entregues às entidades utilizando duas abordagens. A primeira delas foi por telefones/*e-mails*. Juntamente com a proposta de trabalho foi encaminhado o questionário com as perguntas relacionadas à rotina dos hospitais. A segunda, ocorreu por meio de visitas técnicas em cinco das entidades estudadas. Durante o período de apresentação das instalações de cada hospital foram abordadas questões sobre as peculiaridades de cada instituição, considerada bastante variável entre elas. A visita foi acompanhada por engenheiros clínicos e/ou eletricitistas, que explicaram como cada setor funciona e quais demandam uma maior quantidade de energia elétrica.

A execução das visitas foi feita de acordo com a disponibilidade de cada hospital, respeitando os períodos de tempo de cada profissional e as condições de cada hospital. Dentre os setores apresentados durante a visita, destacam-se as áreas de condicionamento ambiental, resfriamento e setores de imagem do hospital. Os hospitais que apresentaram área especializada em diagnóstico por imagem possuíam uma dificuldade maior em estabelecer parâmetros de consumo setorizado. Além disso, um problema verificado durante as visitas foi que as instalações elétricas eram antigas na maioria dos hospitais pesquisados e apenas pequenos reparos eram feitos mediante ocorrência de problemas na rede elétrica. Na maioria das entidades, somente algumas ações de eficiência energética eram tomadas para que os custos fossem reduzidos. Entretanto, vale ressaltar que a maioria das entidades pesquisadas vive em constantes modificações físicas, com obras espalhadas por todo o hospital, adequando o espaço disponível ao orçamento para a ampliação dos hospitais, seja na parte elétrica, hidráulica, construção de novos leitos e demais serviços e melhorias e manutenção.

Com todas as informações repassadas pelo setor de engenharia e manutenção, aliado ao questionário respondido por todas as instituições

pesquisadas, foi alimentado um banco de dados, contendo as informações necessárias para o desenvolvimento deste trabalho.

Os dados considerados atípicos foram reconfirmados com os hospitais através de telefonemas e-mails para que fossem identificados erros de digitação e/ou outra natureza. As informações prestadas pelos hospitais por meio do formulário apresentaram variações entre as entidades, este motivo está associado ao tamanho em m², e o tipo de atividade que cada unidade exerce. No processo de seleção e estruturação dos dados recebidos, foram constatadas divergências de uma entidade para a outra, por exemplo, um hospital que possui maior área não necessariamente apresentará maior número de leitos ou maior número de procedimentos executados. Cada hospital possui uma particularidade o que impacta diretamente no consumo final de energia elétrica.

Os símbolos "H1, H2,..., H15", foram empregados para se referir aos hospitais com o objetivo de preservar a identidade das entidades participantes. As fundações que apresentam estruturas separadas, seja de serviço hospitalar geral ou especializado, foram tratadas de forma separada, visto que a administração destes hospitais também apresenta divisão.

Uma primeira análise das respostas foi realizada e percebeu-se que os setores que possuem maior consumo, tais como as centrais de água gelada para condicionamento ambiental, são responsáveis por aproximadamente 40% do consumo total de energia elétrica nos hospitais. Como citado pelos técnicos e engenheiros, o setor de diagnóstico por imagem também representou 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. Em 80% dos hospitais pesquisados, este serviço é terceirizado, por questões de espaço, maquinário e mão de obra necessária para execução dessa tarefa.

A Tabela 6 apresenta as principais variáveis coletadas através dos questionários das 15 entidades envolvidas na pesquisa.

Tabela 6 - Variáveis Independentes x Hospitais - Período de coleta: Julho de 2017 a Janeiro de 2018.

Hospital	Área (m ²)	Área do lote (m ²)	Especi- alidades	Pavime- ntos	Leitos	Funcio- nários	Atendi- mento	Consumo	Medidas de Eficiência	Nº Banhos	Turno dos Banhos	Tempo banhos	Aquece- dor de ar	Air- Condi- cionado Central	Ilumina- ção LED	Grupo Gerador	Geradores Acionados às 17h	Previsão de ampli- ação	Última reforma	Lavandaria	Acelerador Linear	Serviço de Consulta EE
H1	9.480	12.000	11	8	187	94	8839	31997	Sim	1	Manhã	8 min	Não	Não	Parcial	Sim	Não	Não	> 2 anos	Terceiros	0	Não
H2	12.680	18.000	28	4	425	3598	22100	102560	Sim	1	Manhã	9 min	Sim	Sim	Parcial	Sim	Não	Sim	< 1 ano	Terceiros	0	Sim
H3	1.830	2.620	9	5	55	139	17410	18540	Sim	1	Manhã	8 min	Não	Não	Outros	Sim	Não	Não	> 2 anos	Terceiros	0	Não
H4	480	480	3	1	42	18	3700	6158	Sim	1	Manhã	8 min	Não	Não	Parcial	Sim	Não	Sim	> 2 anos	Terceiros	0	Sim
H5	788	2.113	16	2	110	185	6500	8983	Não	1	Manhã	8 min	Não	Não	Parcial	Sim	Não	Não	> 2 anos	Próprio	0	Não
H6	6.018	10.482	18	3	158	687	13600	52085	Sim	1	Manhã	7 min	Não	Não	Parcial	Sim	Não	Sim	> 2 anos	Terceiros	0	Não
H7	12.298	15.670	30	2	376	2973	23310	89345	Sim	1	Manhã	10 min	Sim	Não	Total	Sim	Não	Sim	< 1 ano	Terceiros	3	Sim
H8	12.298	15.670	30	2	376	2973	23310	89345	Sim	1	Manhã	10 min	Sim	Não	Total	Sim	Não	Sim	< 1 ano	Terceiros	3	Sim
H9	22.450	30.000	31	8	303	2601	26200	134448	Sim	1	Manhã	9 min	Não	Sim	Parcial	Sim	Não	Sim	< 1 ano	Terceiros	0	Sim
H10	3.670	4.550	16	5	133	209	6200	33458	Não	1	Manhã	8 min	Não	Não	Outros	Sim	Não	Sim	> 2 anos	Próprio	0	Não
H11	10.700	28.669	29	8	384	1685	19350	72404	Sim	1	Manhã	8 min	Sim	Sim	Parcial	Sim	Não	Sim	< 1 ano	Terceiros	0	Sim
H12	6.850	10.049	24	5	234	1120	22114	56542	Sim	1	Manhã	7 min	Não	Não	Parcial	Sim	Não	Não	> 2 anos	Terceiros	0	Não
H13	2.000	2.263	10	1	110	320	23402	25869	Sim	1	Manhã	9 min	Não	Não	Parcial	Sim	Não	Não	> 2 anos	Terceiros	0	Não
H14	2.835	3.140	21	2	185	826	18000	62045	Sim	1	Manhã	10 min	Não	Não	Parcial	Sim	Não	Não	> 2 anos	Terceiros	0	Não
H15	4.782	12.040	31	3	125	842	16800	37490	Sim	1	Manhã	8 min	Não	Não	Parcial	Sim	Não	Sim	> 1 ano	Próprio	0	Não

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em visita aos hospitais percebeu-se que algumas variáveis não são tão relevantes para a proposta direta das métricas de consumo. Entretanto elas tornam-se úteis na compreensão das atividades e usos da energia elétrica nos hospitais. As seguintes variáveis foram separadas da proposta das métricas:

- Área do lote;
- Número de banho;
- Turno dos banhos;
- Tempo dos banhos;
- Iluminação LED.

Essas variáveis foram utilizadas para compreender quais ações de eficiência energética existem no hospital. Algumas variáveis, devido à falta de estrutura nos espaços dos hospitais não obtiveram impacto algum nas análises. Dados como área do lote - que, dentre as entidades pesquisadas, possuíam terreno baldio, estacionamentos abertos - Chuveiros, horário de banhos, tempo dos banhos, todas as entidades apresentaram um padrão para uso de energia elétrica para o uso final, além de, parte das entidades pesquisadas possuírem aquecedores solares, portanto, assim como outras variáveis foram desconsideradas da avaliação as métricas propostas.

Outras variáveis obtidas através dos formulários, tais como, serviço terceirizado de lavanderia, controle setorizado de consumo de energia elétrica, número de aceleradores lineares, e autoclaves com tecnologia atual, apresentaram-se em apenas 20% dos hospitais pesquisados. Sendo assim, para a elaboração da proposta das métricas, foram selecionadas as variáveis apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7 – Variáveis selecionadas durante o 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

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.6 Cenário Hospitalar pesquisado.

Os hospitais podem ser caracterizados por diversos fatores, considerando as suas particularidades de atendimento, infraestrutura, tamanho das edificações, entre outros. Entretanto, não é possível definir sua estrutura em relação ao consumo de energia elétrica apenas com essas variáveis de forma isolada. Devido ao avanço das tecnologias e o surgimento de diversos aparelhos elétrico-eletrônicos utilizados pela área da saúde, o consumo de energia elétrica deste seguimento cresceu consideravelmente nos últimos anos. Sendo assim, a ANEEL, como forma de padronizar os tipos de clientes, incluiu os hospitais no grupo de grandes consumidores de energia elétrica. Entretanto os hospitais possuem diferentes portes, e se dividem por tipo e necessidades da região em que estão situados, assim, como forma de padronização, as entidades foram incluídas no grupo comercial (ANEEL, 2018).

A Santa Casa de Misericórdia de Belo Horizonte é o maior hospital filantrópico do estado de Minas Gerais. A entidade recebe diariamente pacientes de todas as cidades do estado. Esta classificação é feita pela Secretaria Nacional de Ações Básicas de Saúde (SENABS), coordenada pelo

Ministério da Saúde, que utiliza como referência o número de leitos que o hospital possui, conforme demonstrado na Tabela 5 (SENABS, 1977).

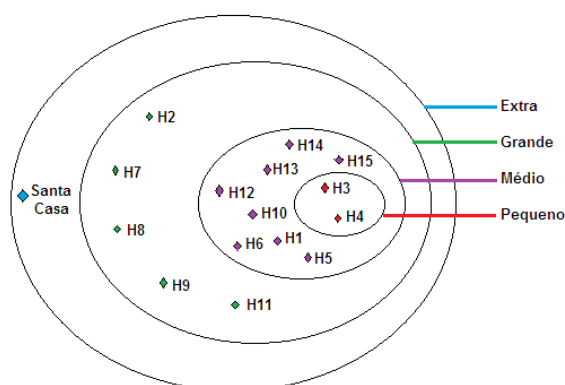
Tabela 8 - Classificação dos Hospitais de acordo com o número de leitos.

Classificação dos Hospitais	
Porte	Nº de Leitos
Pequeno	Até 50
Médio	51 até 150
Grande	151 até 500
Extra	Maior que 500

Fonte: Ministério da Saúde (Adaptado pelo autor).

Considerando o cenário atual, as 15 entidades pesquisadas e também a Santa Casa de Misericórdia apresentam o seguinte comportamento, demonstrado na Figura 9.

Figura 9 - Porte dos hospitais pesquisados de acordo com o nº de leitos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para caracterizar um hospital como pequeno, médio ou grande porte de acordo com o seu consumo de energia é necessário verificar quais as suas particularidades. Como critério de comparação entre as entidades pesquisadas e como forma delas situarem-se num cenário de consumo de energia elétrica deste setor foram coletados dados públicos de consumo e rotina, disponíveis no site oficial da Santa Casa de Misericórdia de Belo Horizonte. Informações

básicas sobre a entidade, como por exemplo, média de consumo de energia elétrica nos últimos 3 meses, número de leitos, atendimentos, funcionários, entre outros, colaboram para o entendimento e a caracterização do consumo destes hospitais. Segundo a Santa Casa de Misericórdia, nos últimos meses, a média da conta de energia elétrica oscilou entre 100 e 200 mil reais. Este valor isolado tende a mostrar que o hospital consome muita energia. De fato, é um volume alto de energia consumida, porém, há a necessidade de se considerar que a estrutura do hospital é proporcional ao consumo. A Tabela 9 contém as informações básicas sobre a estrutura física e operacional da Santa Casa de Belo Horizonte.

Tabela 9 - Estatísticas do hospital Santa Casa de Misericórdia de BH em 2016.

Santa Casa de Misericórdia de Belo Horizonte	
Leitos	1.170
Atendimentos (mês)	2.552.205
Internações (mês)	46.059
Funcionários	4.926
Especialidades	35
Área Construída (m ²)	52.526
Consumo (kWh)	251.948

Fonte: Santa Casa de Misericórdia, 2016. Adaptado pelo autor.

Para verificarmos se a entidade possui um consumo elevado de energia elétrica, é necessária a comparação com outro hospital ou associar mais variáveis de acordo com as suas características. Com os dados básicos apresentados sobre a Santa Casa, mesmo apresentando-se como hospital de extra-porte, de acordo com o número de leitos, analisando-os de forma isolada, não é possível indicar um padrão que determine se a edificação é de pequeno ou grande porte em relação ao consumo de energia elétrica.

3.6 Proposta de métricas não invasivas para Eficiência Energética.

Após a seleção das variáveis consideradas mais impactantes no consumo final de energia elétrica foram criadas métricas para caracterização do consumo de energia elétrica das entidades e relacioná-las de acordo com a sua eficiência. Com base nos formulários e informações obtidas durante a pesquisa, cinco métricas foram desenvolvidas, conforme são apresentadas a seguir.

- M1: Consumo em kWh pela área em m²

$$M1 = \frac{\text{Consumo}}{\text{Área}}$$

- M2: Consumo em kWh pelo N^o de atendimentos x área em m²

$$M2 = \frac{\text{Consumo}}{\text{N}^{\text{atendimentos}} \times \text{Área}}$$

- M3: Consumo pelo N^o de Funcionários

$$M3 = \frac{\text{Consumo}}{\text{N}^{\text{funcionários}}}$$

- M4: Consumo pelo N^o de especialidades

$$M4 = \frac{\text{Consumo}}{\text{N}^{\text{especialidades}}}$$

- M5: Consumo pelo N^o de Leitos

$$M5 = \frac{\text{Consumo}}{\text{N}^{\text{leitos}}}$$

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.

Analisando os dados coletados, tais como área, número de especialidades, número de leitos, consumo, entre outros, de forma isolada, poderíamos constatar que as maiores áreas hospitalares apresentam maior índice de consumo. Entretanto, como os hospitais sofrem constantes reformas e obras inacabadas, provenientes da falta de recurso, este indicador isolado não é suficiente para determinar o consumo e usar como parâmetro diante de outras instituições.

Para que padrões sejam estabelecidos quanto ao tamanho dos hospitais, a norma RDC-50, instituída pelo Ministério da Saúde em consonância com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), aprovada em 2002, dispõe sobre o regulamento técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde. Essa norma prevê que deverá ser destinado um programa básico das instalações elétricas compatíveis com os projetos arquitetônicos (RD50, 2002). Todos os leitos criados a partir desta data obedecem rigorosamente os critérios estabelecidos pela norma, assim como aqueles que passaram por obras pós-sanção.

Dentre os hospitais pesquisados, parte deles apresentam edificações antigas, com instalações elétricas feitas no século passado. Muitos deles foram doados com a estrutura já realizada e que foram apenas adaptados para exercer a atividade de atendimento à saúde. Em grande parte dos hospitais pesquisados, apenas reparos foram feitos ao longo dos anos, logo não há a possibilidade de se estabelecer padrões de consumo considerando apenas o espaço físico isoladamente. Assim, a métrica M1 deve ser associada a outras métricas para uma melhor caracterização das entidades.

Aplicando M1 para o hospital H1, por exemplo, com área construída de 9.480 m² e um consumo médio de energia elétrica de 61.697 kWh, obtém-se o valor de 6.51. A Tabela 10 apresenta os cálculos realizados da métrica M1.

Tabela 10 - Cálculo da métrica M1 para os Hospitais H1,..., H15

Hospital	Área (m ²)	Consumo (kWh)	M1
H1	9480	61.697	6,51
H2	12600	102.560	8,14
H3	1830	16.540	9,04
H4	840	6.156	7,33
H5	788	9.383	11,91
H6	6018	52.085	8,65
H7	12298	89.345	7,27
H8	12298	89.345	7,27
H9	22450	134.448	5,99
H10	3670	33.456	9,12
H11	10700	72.404	6,77
H12	6850	56.542	8,25
H13	3650	25.869	7,09
H14	7635	62.045	8,13
H15	4782	37.490	7,84

Fonte: Elaborado pelo autor

A métrica M2 indica o consumo pelo número de atendimentos vezes a área. Esse 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.

Dentre os desvios apresentados por essa métrica, a tipicidade de atendimento influencia nos resultados, visto que está associado a um atendimento que demanda uso de aparelhos, internação do paciente e/ou acompanhantes – torna-se necessária toda uma estrutura elétrica/eletrônica para auxiliar nos diagnósticos e tratamento de determinadas patologia, assim, esse atendimento possui um peso maior do que aquele que registrou apenas o uso de uma vacina no hospital, por exemplo. As unidades especializadas que

possuem maiores números de atendimentos tendem a apresentar maiores consumos devido aos aparelhos instalados e serviços prestados aos pacientes.

Os hospitais que apresentam equipamentos específicos que auxiliam no diagnóstico de patologias por imagem, e que também utilizam aceleradores lineares para realizar exames radioterápicos, com alto volume de atendimentos, são os que apresentam maiores índices de consumo de energia. Dessa forma, torna-se comum, devido ao grande volume de energia exigida para operação desses aparelhos, o hábito dos hospitais estabelecerem dias e horários específicos para utilização dos equipamentos, mantendo-os desligados durante o restante do tempo. Portanto, associar esta métrica ao tipo de atividade que o hospital realiza é fundamental para uma melhor caracterização do consumo de energia elétrica.

Aplicando M2 para o hospital H1, por exemplo, com área construída de 9.480 m², consumo médio de energia elétrica de 61.697 kWh, e nº de atendimentos de 8.839, obtém-se o valor de $M2 = 57.525$. Para as demais entidades, a métrica M2 foi aplicada conforme demonstrado na Tabela 11.

Tabela 11 - Cálculo da métrica M2 para os Hospitais H1,..., H15

Hospital	Área (m ²)	Atendimentos	Consumo (kWh)	M2
H1	9480	8839	61.697	57.525
H2	12600	22100	102.560	179.887
H3	1830	17410	16.540	157.356
H4	840	3700	6.156	27.116
H5	788	6500	9.383	77.398
H6	6018	13900	52.085	120.303
H7	12298	23310	89.345	169.347
H8	12298	23310	89.345	169.347
H9	22450	26000	134.448	155.708
H10	3670	6200	33.456	56.520
H11	10700	19350	72.404	130.936
H12	6850	22114	56.542	182.536
H13	3650	23402	25.869	165.859
H14	7635	19000	62.045	154.401
H15	4782	16800	37.490	131.709

Fonte: Elaborado pelo autor

Outra métrica utilizada foi o consumo de energia elétrica pelo número de funcionários. Denominada M3, esta métrica estabelece o quanto a população de pessoas trabalhando no ambiente hospitalar pode impactar no consumo final. A métrica M3 tem relação direta com o número de especialidades médicas e a capacidade de atendimento do hospital. As características de cada hospital influenciam diretamente no valor desta métrica. Interferências de outras variáveis, tais como: capacidade de atendimento, área construída, número de especialidades médicas, podem aumentar ou diminuir os índices deste indicador.

Os hospitais com serviços terceirizados possuem uma densidade de consumo maior devido ao quadro reduzido de funcionários. Este fator, por questões de infraestrutura e falta de recursos financeiros, foi unânime entre das entidades, que apresentam algum tipo de serviço realizado por terceiros. Como estratégia administrativa ou necessidade por questões físicas, as áreas de lavanderia, cozinha, funerária, armazenamento e descarte de materiais infectocontagiosos em grande parte das instituições não contribuem para aumento do consumo de energia elétrica, sendo assim, devem ser considerados os custos associados isoladamente. Ademais, a grande concentração de profissionais, demanda maior gasto de energia elétrica entre as equipes que atuam nos hospitais, visto que, existe a necessidade dos funcionários tomarem banho, estarem em ambientes que possui infraestrutura dependente de energia elétrica.

Aplicando a métrica M3 para o hospital H1, por exemplo, com número de funcionários igual a 94 e um consumo médio de energia elétrica de 61.697 kWh, obtém-se o valor de $M3 = 6.51$.

O resultado da métrica M3 está apresentado na Tabela 12. Nota-se que os dados que mais sofrem variação e que tem relação direta com a métrica M3 são:

- O número de atendimentos, pois esta variável é a que possui maior correlação com o número de funcionários dos hospitais;
- Área construída, que também tem grande impacto e deve ser considerada em conjunto na análise da métrica.

Tabela 12 - Cálculo da métrica M3 para os Hospitais H1,...., H15

Hospital	Funcionários	Consumo (kWh)	M3
H1	94	61.697	656,35
H2	3596	102.560	28,52
H3	139	16.540	118,99
H4	18	6.156	342,00
H5	165	9.383	56,87
H6	687	52.085	75,82
H7	2973	89.345	30,05
H8	2973	89.345	30,05
H9	2601	134.448	51,69
H10	209	33.456	160,08
H11	1685	72.404	42,97
H12	1120	56.542	50,48
H13	320	25.869	80,84
H14	826	62.045	75,12
H15	842	37.490	44,52

Fonte: Elaborado pelo autor

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 essa 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.

As especialidades médicas e os tipos de atividades realizadas pelos hospitais demandam os tipos e quantidades de aparelhos necessários para o atendimento daquela unidade. De acordo com cada demanda, determinados aparelhos, principalmente os que são utilizados nos Centros de Terapia intensiva (CTI), para a manutenção da vida, ficam em operação 100% do tempo, contribuindo para um maior consumo de energia elétrica.

A Tabela 13 demonstra os resultados da métrica M4 aplicados a todas as entidades pesquisadas.

Tabela 13 - Cálculo da métrica M4 para os Hospitais H1,...., H15

Hospital	Especialidades	Consumo (kWh)	M4
H1	11	61.697	5608,82
H2	28	102.560	3662,86
H3	9	16.540	1837,78
H4	3	6.156	2052,00
H5	16	9.383	586,44
H6	18	52.085	2893,61
H7	30	89.345	2978,17
H8	30	89.345	2978,17
H9	31	134.448	4337,03
H10	16	33.456	2091,00
H11	29	72.404	2496,69
H12	24	56.542	2355,92
H13	10	25.869	2586,90
H14	21	62.045	2954,52
H15	31	37.490	1209,35

Fonte: Elaborado pelo Autor

O consumo pelo N^o de leitos é uma métrica (M5) muito importante, pois, os hospitais especializados possuem baixo número de especialidades médicas devido à 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.

Os hospitais devem obedecer à norma A RDC n^o 50, que dispõe sobre o regulamento técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde. Esta norma prevê a quantidade mínima e máxima de leitos que uma instituição de saúde pode ter, bem como informações estruturais como dimensionamento de espaços, condicionamento ambiental e localização.

Devido à variação pelo número da área do hospital, não é possível padronizar uma quantidade específica de leitos para cada entidade, logo, determinar o número de leitos apenas pela área construída não é uma forma eficaz de caracterizar os estabelecimentos.

Diante disso, faz-se necessária uma análise em conjunto das métricas com a área construída, para um diagnóstico mais preciso de consumo. A Tabela 14 apresenta os resultados da métrica M5 aplicada às entidades pesquisadas.

Tabela 14 - Cálculo da métrica M5 para os Hospitais H1,..., H15.

Hospital	Leitos	Consumo (kWh)	M5
H1	187	61.697	329,93
H2	425	102.560	241,32
H3	55	16.540	300,73
H4	42	6.156	146,57
H5	110	9.383	85,30
H6	158	52.085	329,65
H7	376	89.345	237,62
H8	376	89.345	237,62
H9	303	134.448	443,72
H10	133	33.456	251,55
H11	384	72.404	188,55
H12	234	56.542	241,63
H13	110	25.869	235,17
H14	185	62.045	335,38
H15	125	37.490	299,92

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Realizando uma análise dos dados da entidade H5, como demonstrado na Tabela 15, com as características da Santa Casa de Misericórdia de Belo Horizonte, por exemplo, nota-se um padrão de consumo de acordo com o tamanho do hospital, sendo assim, pode-se concluir que a Santa Casa é um potencial consumidor de energia elétrica, porém dentro do esperado para o tamanho da sua edificação.

Tabela 15 - Estatísticas do hospital H5.

Hospital H5	
Leitos	110
Atendimentos (mês)	6.500
Internações (mês)	-
Funcionários	165
Especialidades	16
Área Construída (m ²)	788
Consumo (kWh)	9.383

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao realizar a análise de forma isolada sobre os dados apresentados nas Tabelas 4 e 5, verifica-se que o hospital H5 pode ser caracterizado com o um hospital de pequeno porte devido a sua extensão e número de leitos. Porém, com o auxílio das métricas, torna-se possível estabelecer uma densidade de consumo por m² e caracterizar H5 como uma entidade de elevado consumo de energia elétrica, superior ao consumo por m² apresentado pela Santa Casa.

Outro fator que pode determinar o porte de um hospital é o número de especialidades, que, conforme apresentado na Tabela 16, o hospital H9 apresenta-se um pouco inferior ao da Santa Casa. Dessa forma, classificar esse hospital como uma entidade de grande porte, implica erros, pois, equiparado à Santa Casa, o número de atendimentos da é 100 vezes maior que o hospital H9.

Tabela 6 - Estatísticas do hospital H9.

Hospital H9	
Leitos	303
Atendimentos (mês)	26.000
Internações (mês)	-
Funcionários	2.601
Especialidades	31
Área Construída (m ²)	22.450
Consumo (kWh)	134.448

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com os dados básicos apresentados sobre a Santa Casa, mesmo tendo um consumo considerado alto pela Concessionária de energia se equipara ao consumo de um pequeno consumidor, por exemplo, visto a proporcionalidade das áreas. Como forma de contribuir com os gestores, este trabalho considera as características de todas as entidades pesquisadas, considerando as precariedades e as possibilidades de adequarem-se a um cenário onde elas se tornem eficientes quanto ao consumo de energia elétrica. Ademais, as informações contidas neste trabalho com a utilização das métricas possibilitam que o gestor estime qual o consumo esperado para um hospital de 2.000 m², por exemplo. Caso seja realizada ampliação nas instalações, o administrador do hospital saberá exatamente qual será o impacto que a obra ocasionará na conta de energia elétrica.

Como forma de contribuir com os gestores, este trabalho considera as características de todas as entidades pesquisadas, considerando as precariedades e as possibilidades de adequarem-se a um cenário onde elas se tornem eficientes quanto ao consumo de energia elétrica. Ademais, as informações contidas neste trabalho com a utilização das métricas possibilitam que o gestor estime qual o consumo esperado para um hospital de 2.000 m², por exemplo. Caso seja realizada ampliação nas instalações, o administrador do hospital saberá exatamente qual será o impacto que a obra ocasionará na conta de energia elétrica.

O estudo das métricas para caracterização das entidades da área da saúde é uma ferramenta muito importante e inovadora para a aplicação de eficiência energética e redução de custos. O conhecimento da própria estrutura, através das métricas de consumo, situa as edificações num cenário onde é possível comparar os consumos de acordo com a atividade e a capacidade de cada entidade.

4. RESULTADOS E ANÁLISES

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 35 questões avaliando o comportamento do consumo de energia elétrica das entidades foi entregue às instituições para obtenção de informações relevantes para a criação e aplicação das métricas propostas. 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, interferem no montante final do consumo de energia elétrica.

Com os dados em mãos foi possível realizar a análise das métricas em conjunto. Considerando todos os hospitais foi possível estabelecer uma relação entre estes, e aproximar aqueles que apresentaram os melhores resultados a um consumo próximo do ideal. Dessa forma, os demais que estiverem muito distantes, podem se situar melhor num cenário e adequar suas atividades para tornarem-se mais eficientes.

Considerando um cenário onde o gestor de um hospital, que pretende realizar uma ação para redução dos gastos com energia elétrica, e portando conhecimento sobre os dados de consumo da entidade em que trabalha e com acesso às informações fornecidas pelas métricas, conforme Tabela 17, 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.

Tabela 17 - Caracterização do consumo das entidades pelas métricas propostas.

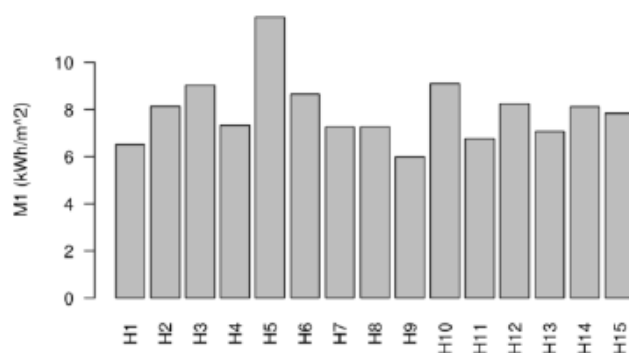
Acrônimo	M1	M2	M3	M4	M5
H1	6,51	57.525	656	5609	330
H2	8,14	179.887	29	3663	241
H3	9,04	157.356	119	1838	301
H4	13,38	49.516	342	2052	147
H5	11,4	74.098	54	561	82
H6	8,65	120.303	76	2894	330
H7	7,27	169.347	30	2978	268
H8	7,27	169.347	30	2978	268
H9	5,99	155.708	52	4337	444
H10	9,12	56.520	160	2091	252
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

Fonte: Elaborado pelo autor.

Dentre os hospitais pesquisados, alguns apresentaram cinco vezes a capacidade de atendimento a mais que os de pequeno porte. A área construída das unidades de grande porte alcança até 20 vezes o espaço que os menores hospitais. Alguns hospitais, principalmente os que destinam atividades de reabilitação, apresentam características construtivas diferentes dos demais. A existência de grandes salas em hospitais como H1, H5, H9 e H14, destinadas para tratamento locomotor, ou por falta de recursos que não foram destinados para obtenção de maquinário suficiente, portanto estão vazias, por exemplo, interfere no cálculo do consumo por área, conforme indicado pela métrica M1. Esses espaços possuem apenas ponto iluminação como objeto de consumo de energia elétrica, diferente de outros hospitais, como H2, H7 e H8 que otimizam seus espaços, ocupando-os com leitos e ambientes com elevada taxa de consumo de energia elétrica.

Dentre resultados apresentados, o hospital H9 responsável pela maior área construída, apresentou o menor consumo por m², conforme demonstrado na Figura 10. A média do consumo pela área construída dos hospitais corresponde a 7,95. Assim, o hospital que mais se aproximou da média de M1, foi H2.

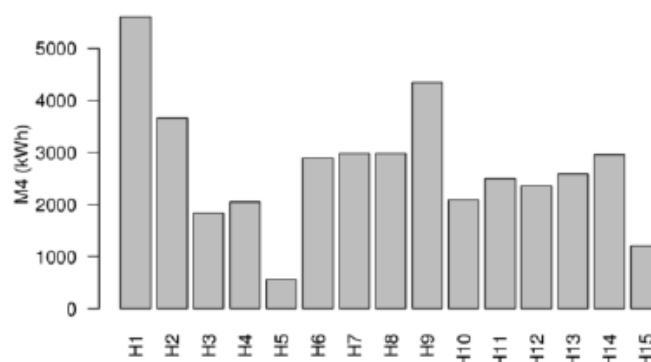
Figura 10 - Métrica M1: Consumo por Área.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com a análise das respostas, percebeu-se que os setores que possuem maiores índices de consumo, tais como as centrais de água gelada, 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. A Figura 12 mostra que a entidade H1 apresenta o maior índice de consumo por especialidade. O hospital H1 está 2,38 desvios-padrões distante da média 2.708 kWh. O hospital H13 apresentou índice mais próximo da média em M4.

Figura 11 - Métrica M2: Consumo por Especialidades.



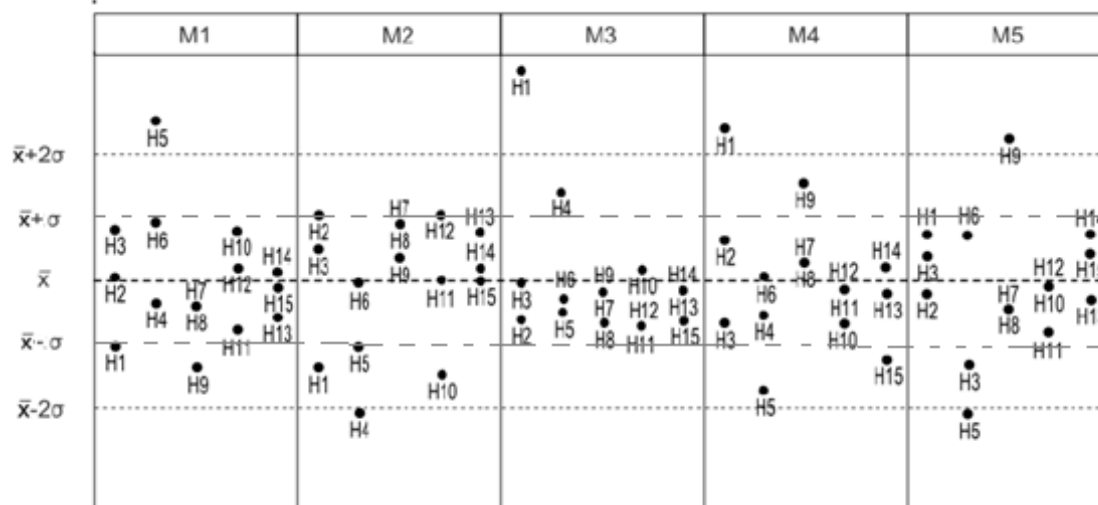
Fonte: Elaborado pelo autor.

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.

Em análise realizada nos hospitais H7 e H8, foi verificada a existência de autoclaves com tecnologia avançada, que consomem 50% menos energia do que os demais apresentados nas outras entidades. As reformas constantes também auxiliam na redução do consumo de energia elétrica, visto que 75% dos setores destes hospitais apresenta iluminação 100% LED. Outro fator importante, responsável por 40% do consumo total de energia dos hospitais é o sistema de climatização. Em investimento realizado pelos hospitais H7 e H8, o engenheiro clínico da entidade, apresentou dados de redução de consumo com a troca das unidades de refrigeração da central de água gelada. Os dois equipamentos antigos possuíam capacidade de 80 toneladas de refrigeração (TR), que somados, totalizavam 160 TR e não era suficiente para suprir a demanda do hospital. Com o novo equipamento com capacidade de 100 TR essa demanda é suprida com folga, constatando que o tempo de vida dos equipamentos interfere na eficiência ao longo dos anos. A troca do equipamento proporcionou ao hospital uma redução de 15% do consumo total de energia elétrica. Realizando uma comparação com H1, esse valor representa a diferença de consumo entre as entidades que possuem portes próximos devido a sua extensão.

O elevado consumo de energia elétrica está associado à iluminação dos ambientes. Parte das entidades pesquisadas apresentou iluminação mista, com predomínio da tecnologia fluorescente. Danella et. al. (2006) apresentam resultados realizados no Hospital das Clínicas, com a troca de iluminação incandescente por LED. Segundo os autores, os gastos com energia elétrica devido à iluminação tiveram redução de 20% do consumo (DANELLA, 2006). Sendo assim, o objetivo das chamadas públicas realizadas pelas concessionárias é a troca de toda a iluminação dos hospitais, proporcionando aqueles que se enquadram no perfil do edital, uma economia de aproximadamente 20% do consumo.

Figura 12- Valores obtidos para cada entidade, segundo média e desvio-padrão de cada métrica.



Fonte: Elaborado pelo autor

Um problema associado à análise dos dados foi a inexistência de um valor de referência real. A utilização de métodos estatísticos com a realidade atual fez-se necessária devido à ausência de valores de referência de um hospital que foi construído para ser energeticamente eficiente, por exemplo, o Mater Dei e Unimed. Todas as entidades pesquisadas não foram construídas para esta finalidade, elas estão se adaptando aos poucos e mesmo alcançando excelentes valores, ainda sim estarão afastadas daquelas que foram construídas exclusivamente para este fim. O estudo foi realizado para qualquer entidade da área da saúde, com foco para os hospitais filantrópicos, pois estes apresentam mais abertura das suas atividades do que um hospital particular. As entidades particulares possuem receio e retêm a maioria das suas informações de operação, divulgando apenas dados que julgam necessários.

Por decisão de projeto, para comportar 67,7% dos dados, as métricas deverão apresentar os menores valores possíveis, alcançando resultados entre um desvio-padrão para cima ou para baixo. De acordo com a Tabela 18 os hospitais que estão classificados fora da margem estabelecida, após ações que promovam eficiência energética, entrarão na zona de hospitais eficientes determinados pelas métricas. Após entrarem nessa faixa, os valores médios serão reduzidos e então uma nova média será estabelecida, criando assim um indicador necessário para o consumo de uma entidade eficiente.

Tabela 8 - Média e desvio-padrão do consumo em kWh das entidades pesquisadas.

Consumo kWh	
X + 1 σ	92.089,77
Média	56.624,33
X - 1 σ	21.158,90

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Considerando as métricas em conjunto, nota-se que as entidades H1 e H5 apresentaram os piores valores em relação às demais instituições, necessitando de ações urgentes de promoção à eficiência energética para alcançar melhores índices de consumo de energia elétrica. Estes hospitais apresentam maior tempo de vida das instalações elétricas e não sofreram reparos na rede nos últimos 25 anos.

Diversos fatores associados ao consumo de energia elétrica foram identificados nos hospitais. A ausência de manutenção na rede elétrica, por exemplo, interfere diretamente nos custos, visto que as perdas de energia elétrica ocorrem devido a equipamentos sucateados, isolamento rompido, temperatura e má condição de conservação, e podem representar 40% do consumo total da edificação. A vida útil das instalações é outro fator relevante, e que, segundo a norma que trata sobre condutores estabelece os critérios mínimos para que os cabos sejam utilizados até um limite específico de corrente para cada bitola, indicando que os condutores susceptíveis a sobrecargas tendem a diminuir o tempo de vida, comprometendo a qualidade e segurança as instalações. Portanto, a necessidade de realizar manutenções periódicas, torna-se necessária para o controle e diagnóstico de possíveis falhas durante a sua operação.

Os resultados apresentados pelas entidades H1 e H5 que apresentaram valores acima do estabelecido por projeto, assim como as outras entidades, dentre todos os problemas citados, também é devido à falta de recursos destinados à manutenção da rede elétrica, que é feita somente quando há uma falta que ocasione a interrupção dos serviços, e que uma vez reparado o problema, aquela ordem de serviço é finalizada, mesmo conhecendo os fatores causadores do problema.

5. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

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.

Este trabalho foi realizado com as 20 entidades de natureza filantrópica situadas na região de Belo Horizonte, onde 15 das instituições contatadas responderam ao questionário sobre as suas características básicas. O número de amostras foi o maior possível, mesmo com a resistência e receio das entidades em repassar as informações durante o período de coleta.

Estas análises também podem ser estendidas para hospitais privados que buscam adequar-se àquelas entidades que possuem um consumo de energia elétrica eficiente. Para que se obtenham melhores resultados, o ideal seria realizar a coleta das 340 entidades filantrópicas situadas em Minas Gerais, entender as suas particularidades e estabelecer padrões de consumo, ou que fosse feita uma coleta por amostragem. Entretanto, as dificuldades de se obterem os dados podem ser um fator complicador e demorado para a conclusão. 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.

Propor uma etiqueta de consumo eficiente para hospitais demanda uma pesquisa com mais entidades envolvidas, portanto, faz-se necessária a coleta de dados de todas as instituições existentes no estado, ou por amostragem, devido às divergências existentes entre as regiões. Entretanto como extensão deste trabalho, os resultados apresentados podem auxiliar e dar início à

discussão de uma proposta para a criação de um o selo de economia pode ajudar fortemente as entidades filantrópicas.

Os programas de eficiência energética contribuem para aliviar a situação dos hospitais no Brasil. A decadência da saúde pública no país é inquestionável, seja por falta de leitos, equipamentos ou pela infraestrutura precária. Sendo assim, as políticas públicas são essenciais para a manutenção desses serviços e devem ser revisadas para adequá-las as necessidades da população. Para auxiliar entes públicos, privados e a sociedade, na elaboração destas políticas, seja na viabilidade ou otimização dos programas, as informações contidas neste trabalho demonstram as reais necessidades, de forma clara e objetiva para que as entidades tornem-se mais eficientes e consigam reduzir os custos relacionados ao consumo com a criação e/ou ampliação de incentivos para a área da saúde. Assim, novas formas de contemplar esse setor tão crítico e fundamental devem ser criadas, alterando o cenário atual, onde os hospitais são atendidos pelas chamadas públicas realizadas pelas concessionárias de energia elétrica, em todos os estados brasileiros, com apenas uma fatia dos recursos destinados ao programa, passando a ter exclusividades de recursos.

5.1 Proposta de Trabalhos futuros

Seguindo os mesmos padrões para a criação de um selo de eficiência energética, conforme adotado pela Eletrobras, os hospitais devem fragmentar suas atividades relacionadas ao consumo de energia elétrica para que alcance resultados satisfatórios de redução de consumo. Similarmente ao método aplicado pela etiqueta de eficiência energética em edificações, as entidades da área da saúde, com auxílio das informações obtidas através das métricas de consumo, podem receber um selo de eficiência de acordo com o cenário que elas estão inseridas. Esta fragmentação facilitaria a classificação das entidades, obedecendo quatro fatores essenciais: equipamentos diversos, equipamentos específicos do setor hospitalar, edificações e informação.

Segundo a Eletrobras (2018), o selo Procel é responsável por parte dos equipamentos utilizados na área hospitalar, que representam uma média de 70% do consumo de energia elétrica das edificações comerciais. O selo está

presente em diversos aparelhos e abrange grande parte dos recursos utilizados nas atividades hospitalares, tais como: congeladores, refrigeradores, lavadoras, televisores, ventiladores e condicionadores de ar. Entretanto, como forma de otimizar o público atendido pelo programa, o selo foi criado para cobrir uma demanda comum entre os setores residenciais, comerciais e industriais, concentrando os serviços de iluminação e climatização, por representarem elevado consumo de energia elétrica em todos os setores.

A exclusão dos demais equipamentos do programa de etiquetagem impossibilita uma economia de energia elétrica ainda maior gerando falhas no que poderia ser o início de um selo de eficiência para hospitais. Os equipamentos atendidos pelo programa de eficiência energética em aparelhos são discriminados em relatórios anuais emitidos pela Eletrobras. Neste relatório, o Procel cita, porém desconsidera do cálculo de redução de consumo, os equipamentos exclusivos hospitalares, tais como, autoclaves, aceleradores lineares, desfibriladores, eletrocardiógrafo, entre outros, o que implica desperdício de energia (ELETROBRAS, 2018).

É necessária para definição de um selo de eficiência energética a avaliação dos equipamentos do setor hospitalar, padronizando o seu consumo e estimulando as pesquisas de aprimoramento tecnológico destes equipamentos, que somados aos selos Procel e Procel Edificações, estabeleceriam juntos, os parâmetros da etiqueta de eficiência energética para hospitais. .

A etiqueta de eficiência para hospitais atingirá melhores resultados com treinamentos das equipes envolvidas nas operações diárias do setor hospitalar. Todos os envolvidos na concepção e utilização do hospital, seja na operação e/ou seus sistemas, devem contribuir para criar e manter edificações energeticamente eficientes. O conhecimento ao manusear e aproveitar ao máximo os recursos de cada área e aparelho é indispensável para otimizar os ganhos com a aplicação da etiqueta. Sendo assim, como critério de avaliação, o selo deverá proporcionar aos funcionários do hospital, treinamentos cuja promoção da eficiência energética seja foco de atenção nas ações diárias do setor. Aliado a isso, faz-se necessária uma completa reestruturação dos ambientes, sinalizando-os e mantendo a população local informada sobre os benefícios do consumo eficiente.

Conforme os objetivos que o selo Procel e Procel Edificações tem alcançado, governo e sociedade devem colocar em pauta os assuntos relacionados à criação de um selo para ambientes específicos. Dessa forma, com a proposta da elaboração da etiqueta e os demais programas elaborados em benefício da saúde, provenientes das políticas públicas, contribuirão para aliviar as instituições dos custos com energia elétrica, que representam um peso elevado nas despesas finais, para a área da saúde. Ademais, o início deste estudo de desenvolvimento de uma etiqueta eficiente para hospitais, tendo como parâmetros as informações contidas neste trabalho, será objeto de estudo em trabalhos futuros.

6.REFERÊNCIAS

ABESCO. **Associação Brasileira de empresas de serviços de Conservação de Energia.** Abesco, 2015. Disponível em: <<http://www.abesco.com.br/pt/novidade/>>. Acesso em: 14 de janeiro de 2018.

ACEEE. **Germany, italy, eu, china, and france top global energy efficiency rankings.** ACEEE – American Council for na Energy-Efficiency Economy, 2014. Disponível em: <<http://aceee.org/portal/nationalpolicy/international-scorecard>> Acesso em: 14 de abril de 2018.

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

ANEEL. **Agência Nacional de Energia Elétrica – Programa de Eficiência Energética.** Chamadas Públicas. 2015. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=27&idPerfil=2>. Acesso em: 17 de maio de 2017.

Agência Nacional de Energia Elétrica (2016). **Procedimentos do programa de eficiência energética – PROPEE.** ANEEL, 2016. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=27&idPerfil=2>. Acesso em: 17 de maio de 2017.

ARAÚJO, C. T. **O instituto da filantropia: histórico e análise comparativa.** Assessoria da presidência do Tribunal regional do trabalho – 1ª região. A História da Filantropia e assistencialismo no Brasil. 2015. Disponível em: <https://pt.trtpulse.com/pulse/o-instituto-da-filantropia-hist%C3%B3rico-e-an%C3%A1lise-carlos-araujo>. Acesso em 6 de Janeiro de 2018.

BNDES. **Banco Nacional de Desenvolvimento - Brasil,** <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home>. 2017. Acessado em: 07 de novembro de 2017.

BRASIL. **Conselho Nacional de Saúde. Lei que dispõe as condições para promoção, proteção e recuperação da saúde. Ministério da saúde. CNS, 1990.** Disponível em: http://conselho.saude.gov.br/legislacao/lei8080_190990.htm. Acesso em: 14 de Agosto de 2018.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. CF (1988). **CF Constituição Federal - Artigos 196 - 200. Atualizado em 2018.** Disponível em: http://conselho.saude.gov.br/web_sus20anos/20anossus/legislacao/constituicaofederal.pdf.> Acesso em: 07 de março de 2018.

CLARISSA, C. C. **Eficiência Energética em edifícios hospitalares obtidas por meio de estratégias passivas: Estudo da redução de consumo com climatização artificial para arrefecimento do ar em salas de cirurgia.** 2013. Universidade de São Paulo – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo.

CEMIG. **Projeto hospitais autoclaves.** CEMIG, 2016. Disponível em: http://www.cemig.com.br/pt-br/ACemig_e_o_Futuro/sustentabilidade/nossos_programas/Eficiencia_Energetica/Paginas/Autoclaves.aspx. Acesso em: 07 de março de 2018.

CEMIG. **Chamada Pública – Eficiência Energética PEE Cemig D 01/2017.** Programa de eficiência energética, 2017. Disponível em: http://www.cemig.com.br/ptbr/A_Cemig_e_o_Futuro/sustentabilidade/nossos_programas/Eficiencia_Energetica/Paginas/CHAMADA-P%C3%9ABLICA. Acesso em: 17 de abril de 2017.

CHARNET. **Evolução e história das organizações sem fins lucrativos.** As ciências humanas no terceiro setor, 2006. Disponível em: http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2006/epg/05/%20ok.pdf. Acesso em 10 de Agosto de 2018.

COELBA. **Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia – Programas de Eficiência Energética em Hospitais,** 2018. Disponível em: <http://www.>

[coelba.com.br/Noticias/Pages/COELBA-INVESTIR%C3%81-R\\$-6-MILH%C3%95ES-NO-COMBATE-AO-DESPERD%C3%8DCIO-DE-ENERGIA-.aspx](http://coelba.com.br/Noticias/Pages/COELBA-INVESTIR%C3%81-R$-6-MILH%C3%95ES-NO-COMBATE-AO-DESPERD%C3%8DCIO-DE-ENERGIA-.aspx).

Acesso em: 27 de Setembro de 2018.

COELBA. **Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia – Chamada Pública de Eficiência Energética**, 2018. Disponível em: <http://servicos.coelba.com.br/acoelba/Paginas/Efici%C3%Aancia%20Energ%C3%A9tica/Chamada-Publica-de-Projetos---REE0012018.aspx>. Acesso em: 27 de Setembro de 2018.

DANELLA et. al. **Projeto de Eficiência Energética no Hospital de Clínicas da UNICAMP**. XVII Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica, 2006. Belo Horizonte – MG. 21 a 25 de Agosto de 2006.

ELETROBRAS. **O Programa Procel Edifica**. Selo de Eficiência Energética para Edifícios, 2015. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br> Acesso em: 16 de Outubro de 2018.

ELETROBRAS. **Mercado de Eficiência Energética – Classe Comercial Alta Tensão**. Relatório setorial, 2014. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/services/procel-info.pdf>. Acesso em: 18 de Fevereiro de 2018.

ELETROBRAS. **A Energia Elétrica por setores da economia**. Procel, 2017. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/services/procel-info.pdf>. Acesso em: 24 de Março de 2018.

ELETROBRAS. **A Energia Elétrica por setores da economia**. Procel, 2018. <http://www.procelinfo.com.br/services/procel-info.pdf>. Acesso em: 24 de Outubro de 2018.

ELETROPAULO. **Eletricidade de São Paulo SA**. 2016. Disponível em: <http://www.eletropaulosustentavel.com.br/pt/noticias/item/mais-um-projeto-de-eficiencia-energetica-concluido>. Acesso em: 27 de Setembro de 2018.

ENCE. **Etiqueta Nacional de conservação de energia**. 2017. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View=%7BF48ABFE1-2335-49519FF9C5E9B278>. Acesso em: 16 de dezembro de 2017.

ENERGISA. **Grupo Energisa – Chamada Pública de Projetos**, 2018. Disponível em: <http://grupoenergisa.com.br/Paginas/home.aspx>. Acesso em: 27 de Setembro de 2018.

EPE. **Empresa de Pesquisa Energética**. EPE, 2017 Disponível em: <http://epe.gov.br/pt/areas-de-atuacao/energia-eletrica>. Acesso em: 26 de Agosto de 2017.

FEDERASSANTAS. **Federação das Santas Casas e Hospitais filantrópicos de Minas Gerais – Divisão da Regional Central do Estado**, 2016. Disponível em: <http://www.federassantas.org.br/novosite/regional-central-metropolitana/>. Acesso em: 07 de mar_co de 2018.

FEDERASSANTAS (2016). **Federação das Santas Casas e Hospitais filantrópicos de Minas Gerais**. Os hospitais filantrópicos de Minas Gerais, 2016. Disponível em: <http://www.federassantas.org.br/novosite/regionalcentralmetropolitana/>. Acesso em: 07 de março de 2018.

FLORES, AJ. **A contribuição do cooperativismo na implementação de políticas públicas**. URI, 2010.

FRANÇA, F. R. R. E SOARES, T. R. **A Qualidade da energia elétrica como fator de redução de custos em um hospital**. Seminário Brasileiro sobre qualidade de energia elétrica, VI SBQEE, 2005. Belém/PA. Cigré 2005.

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

GONÇALVES, W.B. **Estudo de índices de conforto térmico avaliados com base em população universitária na região metropolitana de Belo Horizonte**. ENCAC, 2000 - UFMG Belo Horizonte, 2000.

IBGE. **Saúde: Pesquisa de assistência médico-sanitária**. IBGE, 2016. Disponível em: https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa_resultados.php?id_pesquisa=92. Acesso em: 12 de março de 2017.

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

INEE. **Instituto Nacional de Eficiência energética**. INEE, 2015. Disponível em: http://www.inee.org.br/eficiencia_o_que_eh.asp?Cat=eficiencia. Acesso em: 07 de março de 2018.

INMETRO. **Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e tecnologia**. INMETRO, 2009. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/>. Acesso em 10 de Outubro de 2018.

ISO 7730. **Condições de conforto térmico na construção de edifícios**. ISO 7730, 2008. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream>. Acesso em: 10 de Outubro de 2018.

IWATA, H. E OKADA, K. **Greenhouse gas emissions and the role of the kyoto protocol**, *Environmental Economics and Policy Studies*. 2014. 16(4): 325{342.

JAFFE et al. **Economics of Energy Efficiency**. Harvard University. Encyclopedia of Energy, Volume 2, 2004.

JEFFERSON, Jim. **Energy Efficiency Opportunities in Ontario Hospitals**. 2006.[s.n.]. Burlington, 2006.

JONES. C.M. et al. **Adapting public policy theory for public health research: A framework to understand the development of national policies on global health.** Social Science and Medicine. Elsevier 177 (2017) 69-77.

GRUPO LIGHT. **Programa de Eficiência Energética - Grupo Light Serviços de Eletricidade.** Rio de Janeiro e São Paulo, 2011. Disponível em: <http://www.light.com.br/grupo-light/Quem-Somos/eficiencia-energetica.aspx>. Acesso em 27 de Setembro de 2018.

LO13280. **Lei ordinária 13.280. Alteração para disciplinar a aplicação dos recursos destinados a programas de eficiência energética.** Presidência da República. Casa Civil. 2016.

LORENZETTI, J. et al. **Health Management in Brazil: Dialogue with public and Private Managers.** Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Enfermagem. 2014.

LOURA et. al. **Status e discussão da regulamentação de eficiência em edificações brasileiras.** Departamento de Engenharia da UFMG, 2009. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/271839413>.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria nº 783 - Programa Nacional de Ampliação de Acesso a Fontes Alternativas de Geração e Fornecimento de Energia Elétrica.** MS, 2001. Portaria de 28 de Maio de 2001.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **RDC-50.** Resolução que dispõe sobre o Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde. Ministério da Saúde, 2002. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/rdc0050_21_02_2002.html. Acessado em: 24 de Agosto de 2018.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Procel: Chamada pública para seleção de projetos de eficiência energética.** MME, 2017. <http://www.mme.gov.br/web>. Acesso em: 14 de janeiro de 2018.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **RN010/97. Geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, que celebram a união e a companhia de eletricidade do estado da bahia - coelba.** Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE). Bahia 1997.

MME. **A estrutura dos entes que configuram o setor elétrico brasileiro.** MME, 2018. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web>. Acesso em: 14 de outubro de 2018.

ACADEMIA BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Iluminância de Interiores.** ABNT NBR 5413, 1992. Disponível em: <http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM802/NBR5413.pdf>. Acessado em: 14 de Outubro de 2018.

CBRITISH. **NR 2002/91/CE (1991).** Diretiva 2002/91/CE. 12th Conference on British and American Studies: Multidisciplinary. A política Europeia para edifícios. 1991.

OKUMOTO, J.C. **Avaliação Das Instalações Elétricas De Centro Cirúrgico.** Campo Grande, Estudo de Caso: Hospital Universitário da UFMS, 2006.

OLIVEIRA, V.E. **Public Health and Public Policies: similar but different fields.** Universidade Federal do ABC. Saúde Soc. São Paulo, v.25, n.4, p.880-894, 2016.

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

PBE. **Programa brasileiro de etiquetagem - PBE,** 2016. Disponível em: <http://www2.inmetro.gov.br/pbe/>. Acesso em: 07 de março de 2018.

PROCEL. **Os selos de eficiência energética e as suas tipologias.** Procel, 2017. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?TeamID={FC2C2D0B-55B9-411E-A298-ADBED177A088}>. Acesso em: 17 de outubro de 2018.

PROCELINFO. **Centro brasileiro de informação de eficiência energética.** Procel, 2017. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View=%7BF48ABFE1-2335-4951-9FF9>. Acesso em: 16 de dezembro de 2017.

PROCEL. **Os selos de eficiência energética e as suas tipologias.** Procel, 2017. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?TeamID={FC2C2D0B-55B9-411E-A298-ADBED177A088}>. Acesso em: 30 de setembro de 2017.

PROCEL. **Os selos de eficiência energética e as suas tipologias.** Procel, 2018. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?TeamID={FC2C2D0B-55B9-411E-A298-ADBED177A088}>. Acesso em: 13 de Outubro de 2018.

PROCELEDIFICAÇÕES. **Eficiência Energética em edificações.** Procel Edifica, 2017. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/data/Pages/LUMIS623FE2A5ITEMIDC46E0FFDBD124A0197D2587926254722LUMISADMIN1PTBRIE.htm>. Acesso em: 27 de julho de 2017.

RAAD, et. al. **Ações do Programa de Eficiência Energética da Light em Hospitais do Rio de Janeiro.** XX Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica - SENDI 2012 - 22 a 26 de outubro - Rio de Janeiro - RJ – Brasil.

RAEDER, S. **Ciclo de políticas: uma abordagem integradora dos modelos para análise de políticas públicas.** Perspectivas em Políticas Públicas. Belo Horizonte, 2014. Vol. VII - Nº 13 - P. 121-146.

ANEEL. **RN414/2010.** Resolução Normativa nº 556, de 9 de setembro de 2010. Agência Nacional de Energia Elétrica, 2010. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414comp.pdf>. Acesso em: 27 de Setembro de 2018.

ANEEL. **RN556/2013**. Resolução Normativa nº 556, de 18 de junho de 2013. Agência Nacional de Energia Elétrica, 2013. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2013556.pdf>. Acesso em: 27 de Setembro de 2018.

SANGLARD, G. **Filantropia e assistencialismo no Brasil**. Fundação Ataulpho de Paiva – Liga brasileira, 2001. Quadratim/FAPERJ, p. 16-41.

SANTANA, C. R. **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**. 2006. Rev. Bras. Polít. Int 49(2): 157{177.

SANTAS CASAS–MG. **Grupo Santa Casa de Misericórdia. Relatório de atendimentos**. 2017. Disponível em: <http://www.santacasabh.org.br>. Acessado em 13 de Agosto de 2017.

SANTOS, T.B.S. E PINTO, I.C.M. **National Policy for Hospital Care: con(di)vergences among the Federal Executive’s rules, Conferences and strategie**. RIO DE JANEIRO, V. 41, N. ESPECIAL 3, P. 99-113, SET 2017.

SARRETA, F.S. **As Políticas Públicas de Saúde**. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. 248 p. ISBN 978-85-7983-009-9.

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

SENABS – **Secretaria Nacional de Ações Básicas de Saúde. Ministério da Saúde**. Portaria nº 30 de 11 de Fevereiro de 1977 e Decreto nº 76.973 de 21 de Dezembro de 1975.

SOUZA, C. **Políticas Públicas: Uma revisão da literatura**, SciELO Brasil, 2016.

WANG et al. **Building energy efficiency for public hospitals and healthcare facilities in China: Barriers and drivers.** School of Management Science and Engineering, Central University of Finance and Economics. Energy 103 (2016) 588-597

ZAGATO, J.E.R. E MUHLEN, S.S. **Gerenciamento de Energia Elétrica no Ambiente Hospitalar.** Departamento de Engenharia Biomédica, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), 2008.

7. ANEXO A – Questionário enviado aos Hospitais Filantrópicos.

Nome da Instituição: _____

Data: __/__/__

Questionário1. Qual é a área construída do hospital em m²?2. Qual é a área do lote em m²?

3. Quantos pavimentos possui o Hospital?

4. Qual a quantidade de leitos que o hospital possui?

5. Qual a quantidade de funcionários que trabalham no hospital?

6. Quantas especialidades médicas existem neste hospital?

--

7. Qual a média de pacientes atendidos por mês?

--

8. Quais destas medidas de economia de energia são utilizadas no hospital?

(Marque mais de uma alternativa, caso necessário)

Utilização de lâmpadas de LED no lugar de lâmpadas fluorescentes

Utilização de iluminação natural durante o dia

Placas educativas de economia de energia

Deslocamento dos horários dos banhos

Diminuição do tempo dos banhos

Uso de dispositivos para controle de iluminação (Ex: Sensores de presença)

Caldeira

Outros. (Especificar) _____

9. Quantos chuveiros existem no hospital?

--

10. São realizados quantos banhos de pacientes por dia?

--

11. Quantos banhos são realizados pela equipe médica e demais funcionários do hospital?

--

--

12. Em qual turno ocorrem os banhos dos pacientes?

- Manhã
- Tarde
- Noite
- Madrugada

13. Qual o tempo médio que cada paciente gasta para tomar banho?

--

14. Existe sistema de aquecimento de água?

- Sim, Energia solar térmica (Placas + Boilers).
- Não

15. A geração de energia solar térmica supre a demanda de banhos diários do hospital?

- Sim
- Não

16. Quantos chuveiros elétricos são substituídos pelo sistema de aquecimento solar?

--

17. Quantos elevadores em operação existem no hospital? (Serviços, pacientes, etc...)

--

--

18. O Condicionamento ambiental do hospital geralmente é constituído por:

- Ventiladores
- Ar-Condicionado
- Ventiladores de teto
- Demais equipamentos

19. Existem aquecedores de ar nos quartos do hospital?

--

20. Existe ar-condicionado central?

- Sim
- Não

21. A iluminação utilizada é:

- Total ou parcialmente LED
- Parcialmente LED
- Total ou parcialmente OUTROS TIPOS, exceto LED.

22. O hospital possui grupo gerador?

- Sim.
- Não.

23. Existe a possibilidade de desligar máquinas e equipamentos durante o horário das 17 horas e 22 horas?

- Sim.
- Não.

24. Os geradores são acionados entre o horário das 17 e 22 horas?

- Sim.
- Não.

25. Qual o tempo em horas/dia de operação das usinas de oxigênio?

- Menor que 2.
- Entre 2 e 6.

- Entre 6 e 10.
- Entre 10 e 14.
- Maior que 14.
- Não existe usina de Oxigênio, apenas abastecimento.

26. Há previsão de futuras ampliações no hospital?

27. Quando ocorreu a última reforma nas instalações elétricas?

28. No hospital possui aquecedores de água na cozinha?

- Sim
- Não

29. O serviço de lavanderia é terceirizado?

- Sim
- Não

30. No hospital possui aquecedores de água na área da lavanderia?

- Sim
- Não

31. O hospital possui sistema de gerenciamento de energia com memória de massa distribuída?

- Sim
- Não

32. Quantos autoclaves possui o hospital?

33. Quantos aceleradores lineares possui o hospital?

34. Quantas Calandras possui o Hospital?

35. O hospital contratou algum serviço de consultoria na área de eficiência energética nos últimos 24 meses?

Sim

Não

Gentileza anexar as últimas 3 contas de energia elétrica do hospital a este questionário.

Muito obrigado pela colaboração!