

**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
FACULDADE DE ENGENHARIAS, ARQUITETURA E URBANISMO E GEOGRAFIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E SUSTENTABILIDADE**

ESTUDO DE CASO DE *RETROFIT* NA ILUMINAÇÃO EM HOSPITAL PÚBLICO

ROMUALDO ORLANDELI SANCHES

CAMPO GRANDE

2019

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
FACULDADE DE ENGENHARIAS, ARQUITETURA E URBANISMO E GEOGRAFIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E SUSTENTABILIDADE

ESTUDO DE CASO DE *RETROFIT* NA ILUMINAÇÃO EM HOSPITAL PÚBLICO

ROMUALDO ORLANDELI SANCHES

Trabalho de Conclusão Final de Curso do Mestrado Profissional apresentada na Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para obtenção do título de Mestre em Eficiência Energética e Sustentabilidade, na área de concentração Eficiência Energética.

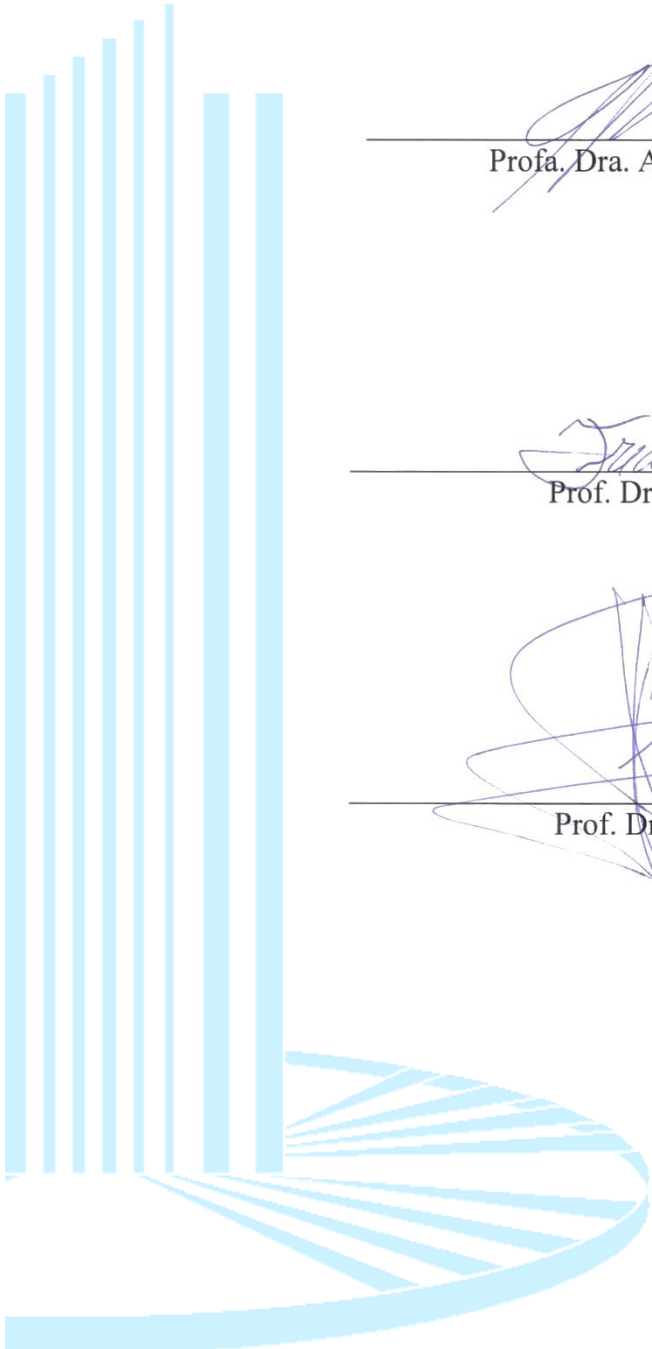
Orientadora: Profa. Dra. Andréa Teresa Riccio Barbosa

CAMPO GRANDE

2019

FOLHA DE APROVAÇÃO

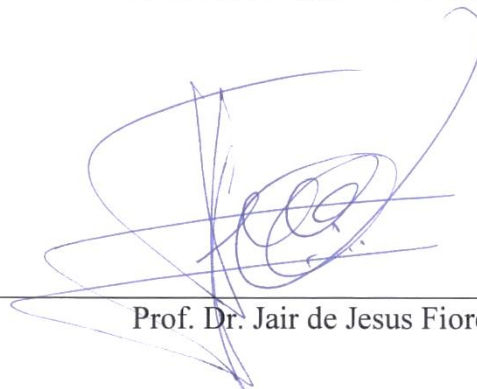
Redação final do Trabalho de Conclusão Final de Curso defendida por **Romualdo Orlandeli Sanches**, aprovada pela Comissão Julgadora em 05 de setembro de 2019, na Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul para obtenção do título de Mestre em Eficiência Energética e Sustentabilidade.



Prof. Dra. Andréa Teresa Riccio Barbosa – Orientadora
FAENG/UFMS



Prof. Dr. Frederico Silva Moreira – Membro Titular
FAENG/UFMS



Prof. Dr. Jair de Jesus Fiorentino – Membro Titular
FAENG/UFMS

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela saúde, sabedoria e determinação para superar as dificuldades.

Aos meus pais, por me terem dado educação e valores que me permitiram seguir a diante.

A minha orientadora pela paciência, confiança, dedicação e ensinamentos que possibilitaram que eu desenvolvesse essa pesquisa.

A minha esposa e filhas pelo suporte, incentivo, força e pela compreensão do tempo de convívio que muitas vezes foi sacrificado para realização desse trabalho.

Aos amigos e professores pelas sugestões, críticas e elogios que colaboraram para a evolução do meu estudo.

E por último, mas não menos importante, agradeço às instituições UFMS, HUMAP e EBSEH, pela possibilitaram a realização desse trabalho, colaborando com fornecimento da estrutura, dos recursos, dos equipamentos e do local de pesquisa.

RESUMO

A iluminação é uma parcela significativa na matriz energética e na arquitetura hospitalar. Recebe destaque também como componente importante para proporcionar condições confortáveis para as atividades laborais e assistenciais, bem como estimular a percepção das informações visuais contidas no ambiente, em especial: a orientação espacial, temporal (ciclo circadiano) e climática, a segurança, a territorialidade, a estimulação e o relaxamento. Com base na importância da iluminação adequada nos ambientes de atenção à saúde, na relevante participação da iluminação na matriz energética do hospital, na condição deficitária da infraestrutura nos hospitais públicos e na necessidade de atendimento à norma e de proporcionar conforto aos usuários, optou-se em avaliar a viabilidade de implementação de *retrofit* no sistema de iluminação de um hospital público, vinculado a uma instituição de ensino superior. Para isso, devido às dificuldades de medição e de acesso a publicações especializadas, aplicou-se metodologia mista, envolvendo coleta de dados primários e também pesquisa bibliográfica, estruturada em formato de revisão sistemática. O método empregado exigiu, inicialmente, a segregação das cargas e a determinação da participação da iluminação artificial no uso final de energia elétrica em hospitais. Em seguida, o levantamento da situação atual do sistema de iluminação artificial, a avaliação das condições da iluminação natural, verificação do atendimento normativo, acompanhada da elaboração de proposta de projeto luminotécnico de maior eficiência e, por fim, a análise da viabilidade técnico-econômica da proposta. Dos dados quantitativos coletados, verificou-se que 26,62% é o percentual médio de consumo de energia elétrica de hospitais correspondente ao sistema de iluminação. Além disso foi notado que o potencial da iluminação natural pode ser mais explorado e que o sistema proposto, com controle automático de potência, demonstrou-se técnico e economicamente viável, com base na tecnologia disponível, na eficiência energética alcançada e na atratividade apontada pelos indicadores econômicos, especialmente a TIR, com 19,6% a.a., sendo maior do que a taxa de juros considerada pela EPE (8% a.a.) e do que a publicada pelo BCB para financiamento com recursos do BNDES (10% a.a.). Adicionalmente, o trabalho reforça a importância de pesquisas neste ramo de atividade, visto que fomenta a disseminação desse conhecimento e as Ações de Eficiência Energética, as quais são extremamente importantes nos hospitais, principalmente pela sua abrangência técnico-econômica, social e ambiental.

Palavras-chave: eficiência energética, hospital, *retrofit*, iluminação.

ABSTRACT

Lighting is a significant part of the energy matrix and hospital architecture. It is also highlighted as an important component to provide comfortable conditions for work and assistance activities, as well as stimulating the perception of visual information contained in the environment, especially: spatial, temporal (circadian cycle) and climatic orientation, safety, territoriality, stimulation and relaxation. Based on the importance of adequate lighting in health care environments, the relevant participation of lighting in the energy matrix of the hospital, the precarious condition of infrastructure in public hospitals and the need to meet the standard and provide comfort to users, it was decided to assess the feasibility of implementing retrofit in the lighting system of a public hospital, linked to an institution of higher education. For this, due to the difficulties of measurement and access to specialized publications, a mixed methodology was applied, involving primary data collection and also bibliographic research, structured in a systematic review format. The method used initially required the segregation of loads and the determination of the participation of artificial lighting in the final use of electrical energy in hospitals. Then, the survey of the current situation of the artificial lighting system, the evaluation of the conditions of natural lighting, verification of compliance with regulations, accompanied by the preparation of a proposal for a more efficient lighting design and, finally, the analysis of the technical and economic feasibility of the proposal. From the quantitative data collected, it was verified that 26.62% is the average percentage of electric energy consumption in hospitals corresponding to the lighting system. In addition, it was noted that the potential of natural lighting can be further explored and that the proposed system, with automatic power control, proved to be technically and economically viable, based on the available technology, the energy efficiency achieved and the attractiveness indicated by the economic indicators, especially the IRR, with 19.6% per year., being higher than the annual interest rate considered by EPE (8%) and than the one published by BCB for financing with BNDES resources (10% p.y.). Additionally, the case study reinforces the importance of research in this branch of activity, since it fosters the dissemination of this knowledge and Energy Efficiency Actions, which are extremely important in hospitals, especially for their technical-economic, social and environmental coverage.

Keywords: energy efficiency, hospital, retrofit, lighting

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Evolução anual do consumo nacional de energia elétrica por classe.....	19
Figura 2 – Consumo energético do setor comercial em 2016.	20
Figura 3 – Evolução da tarifa média de fornecimento com impostos (R\$/MWh) para consumidores A4 – Poder Público conectados à rede da EMS (antiga Enersul).	21
Figura 4 – Atribuições contidas na RDC 50/02.....	32
Figura 5 – Portal de Consulta do SomaSus.	33
Figura 6 – Eficiência luminosa das lâmpadas	38
Figura 7 – Processo de geração de luz por lâmpada fluorescente.	40
Figura 8 – Lâmpada fluorescente T8 25 W – modelo F32T8/ADV841/XLL ALTO	41
Figura 9 – Desempenho Luminoso (%) em função da Temperatura (°C)	41
Figura 10 – Evolução do preço das lâmpadas LED.....	43
Figura 11 – Projeção da Eficiência Luminosa do LED até o ano de 2020.....	43
Figura 12 – Relação entre fluxo luminoso e eficiência luminosa dos produtos LED encontrados no mercado brasileiro	44
Figura 13 – Tipos de Luminárias.....	45
Figura 14 – Luminária de embutir hermética vedada com borracha e vidro temperado.....	46
Figura 15 – Tipos de sensores de presença e movimento	49
Figura 16 – Tipos de sensores de luminosidade.	50
Figura 17 – Sistema de iluminação sem e com controle de fluxo luminoso.	51
Figura 18 – Uso de sensor de presença e luminosidade e o potencial de economia.	52
Figura 19 – Variação da Temperatura de Cor.	53
Figura 20 – Ambientes com lâmpadas de Temperatura de Cor de 2700 K, 4000 K e 6500 K.....	53
Figura 21 – Simulação de mudança de Percepção ao alterar o IRC e a Temperatura de cor...54	54
Figura 22 – Vista aérea do Hospital Universitário Maria Aparecida Pedrossian (HUMAP)...59	59
Figura 23 – Volumetria em função das atribuições e funções de cada setor.....	60
Figura 24 – Consulta a Demanda registrada pelo medidor da concessionária.	60
Figura 25 – Capacidade Instalada.....	61
Figura 26 – Rede Elétrica de Distribuição em Média Tensão.....	62
Figura 27 – Trena Eletrônica	63
Figura 28 – Medição do nível de Iluminância em leito de enfermaria.....	66

Figura 29 – Malha de pontos para medições de Iluminância (E).	68
Figura 30 – Valor e consumo mensal - faturas de Janeiro/2018 a Junho/2019.	73
Figura 31 – Fluxo da pesquisa sistemática	74
Figura 32 – Participação no Uso Final - Quantidade de Equipamentos e Potência Instalada. .	76
Figura 33 – Trecho da Planta baixa do bloco A – Internação da Clínica Cirúrgica II	80
Figura 34 – Iluminância por intervalos de horários em cada ambiente de internação	81
Figura 35 – Iluminância nos ambientes de internação – comportamento ao longo do dia.....	82
Figura 36 – Iluminância por intervalos de horários em cada ambiente de internação – Luz Natural	83
Figura 37 – Obstrução de incidência direta de luz solar.....	84
Figura 38 – Fachada atual do Hospital e detalhe das janelas com película nos vidros.	84
Figura 39 – Fachadas do Hospital em 2011 e 2017.....	85
Figura 40 – Comparação entre radiação solar acumulada e a iluminância média.....	85
Figura 41 – Luminárias existentes e propostas para enfermarias	86
Figura 42 – Sensor de presença com fotocélula para iluminação.....	87
Figura 43 – Sensor de luminosidade para dimerização luz do dia (0-10 V).	87
Figura 44 – Compensação automática e individualizada com sensor de luminosidade.....	88
Figura 45 – Simulação da iluminância artificial com sensor de luminosidade.	89
Figura 46 – Modelagem do ambiente representativo no DiaLux Evo.....	90
Figura 47 – Comparativo entre ambiente real e modelado.....	90
Figura 48 – Detalhe da simulação do ambiente de internação a noite.	91
Figura 49 – Simulação da iluminância do plano de trabalho alterando a cor da parede.	91
Figura 50 – Cores das paredes do corredor.	97
Figura 51 – Dados históricos da Meta do BCB para a taxa SELIC.....	99
Figura 52 – Fluxo de Caixa – comparativo	101
Figura 53 – Taxa média de juros das operações de crédito com recursos direcionados - Pessoas jurídicas	101

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estabelecimentos de saúde, por esfera administrativa e tipo de atendimento, segundo as Grandes Regiões, as Unidades da Federação e os municípios das capitais. ..	23
Tabela 2 – Comparativo dos níveis de iluminância para iluminação de tarefa.	31
Tabela 3 – Exemplo de Tabulação do Levantamento Situacional.	64
Tabela 4 – Coeficiente de refletância.	64
Tabela 5 – Dados Técnicos do Luxímetro Minipa MLM1011.....	66
Tabela 6 – Pesquisa sistemática sobre uso final de energia em hospitais	67
Tabela 7 – Dados da Unidade Consumidora: cadastro, contrato e histórico	72
Tabela 8 – Resumo dos dados, relativos à parcela de consumo de energia pelo sistema de iluminação nos hospitais estudados.....	74
Tabela 9 – Levantamento de Cargas.....	75
Tabela 10 – Levantamento Potência Instalada de Iluminação.	76
Tabela 11 – Levantamento Situacional do Sistema de Iluminação Artificial	77
Tabela 12 – Proposta de revitalização do sistema de iluminação – ambientes de internação..	92
Tabela 13 – Custos Unitários Evitados de Energia e de Demanda.	92
Tabela 14 – Avaliação da proposta – Demanda Evitada e Economia de Energia.....	93
Tabela 15 – Economia anual - Redução de demanda e energia economizada	94
Tabela 16 – Composição analítica de mão de obra para instalação – SINAPI 07/2019	95
Tabela 17 – Custos do projeto, incluindo a instalação pelo PEE	96
Tabela 18 – Custos anualizados – instalação pelo PEE.	96
Tabela 19 – Fluxo de Caixa Simples e Descontado – Projeto com mão-de-obra	99
Tabela 20 – Fluxo de Caixa Simples e Descontado – Investimento em materiais.....	100
Tabela 21 – Resumo VPL, TIR e Payback Simples e Descontado.	100

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação (1).....	55
Equação (2).....	56
Equação (3).....	80

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AHEG	Associação dos Hospitais do Estado de Goiás
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ASHRAE	<i>American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers</i>
CB3E	Centro Brasileiro de Eficiência Energética em Edificações
CC	Centro Cirúrgico
CDE	Conta de Desenvolvimento Energético
CFM	Conselho Federal de Medicina
CGIEE	Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética
CICE	Comissão Interna de Conservação de Energia
CNES	Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde
CO ₂	Dióxido de Carbono
CTI	Centro de Terapia Intensiva
EAS	Estabelecimento Assistencial de Saúde
EBSERH	Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares
EEM	Equipamentos eletromédicos
EER	Razão de Eficiência Energética
EMH	Equipamentos Médico-Hospitalares
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FCP	Fator de Coincidência na Ponta
GDR	Grau Dia de Refrigeração
h	Hora
HU	Hospital Universitário
HUF	Hospital Universitário Federal
HUMAP	Hospital Universitário Maria Aparecida Pedrossian
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IRC	Índice de Reprodução de Cores
kW	Quilowatt

kWh	Quilowatt-hora
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
MPOG	Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão
Mt CO ₂ -eq	Milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente
MWh	Megawatt-hora
NBR	Norma Brasileira
PAM	Pronto Atendimento Médico
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
PI	Portaria Interministerial
PIB	Produto Interno Bruto
PIR	<i>Passive InfraRed</i>
PCD	Plataforma de Coleta de Dados
PNH	Política Nacional de Humanização
PPP	Pré-parto, Parto e Pós-parto
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
RCB	Relação Custo-Benefício
RDC	Resolução de Diretoria Colegiada
RTQ-C	Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos
SELIC	Sistema Especial de Liquidação e Custódia
SINDA	Sistema Integrado de Dados Ambientais
SomaSus	Sistema de apoio à Elaboração de Projetos de Investimentos em Saúde
SUS	Sistema Único de Saúde
TH	Tarifa Horária
TIR	Taxa Interna de Retorno
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
UFMS	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
VPL	Valor Presente Líquido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Objetivo Geral	15
1.2	Objetivo Específico	15
1.3	Justificativa	16
2	REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	19
2.1	Consumo, demanda e custo de energia elétrica	19
2.2	Eficiência energética e meio ambiente	22
2.2.1	Sustentabilidade	22
2.3	Hospitais: arquitetura, instalações e particularidades	23
2.4	Retrofit	26
2.4.1	Retrofit em iluminação	26
2.5	Legislação e Normas	28
2.5.1	Publicações sobre Conservação de Energia	28
2.5.2	Normas para instalações de iluminação	30
2.5.3	Norma para projetos e reformas em hospitais	32
2.5.4	Humanização	34
2.6	Sistemas de iluminação	35
2.6.1	Luz natural	35
2.6.2	Iluminação em Hospitais	36
2.6.3	Lâmpadas e Tecnologias	37
2.6.4	Luminárias	44
2.6.5	Reatores	46
2.6.6	Sistema de Controle	47
2.6.7	Temperatura e IRC	52
2.7	Indicadores Econômicos	54
2.7.1	Fluxo de caixa	55
2.7.2	Valor Presente Líquido (VPL)	55
2.7.3	Taxa Interna de Retorno (TIR)	56
2.7.4	Payback descontado	56
3	METODOLOGIA	57
3.1	Levantamento de consumo de energia elétrica no Hospital	58

3.1.1	Local de realização da Pesquisa	58
3.1.2	Características do fornecimento e de medição de energia elétrica	60
3.2	Levantamento situacional da iluminação artificial	63
3.2.1	Avaliação dos setores, ambientes ou serviços de maior potencial	64
3.2.2	Avaliação da luz artificial dos ambientes de internação.....	65
3.2.3	Estimativa de uso final de energia para iluminação em hospital	67
3.3	Avaliação das condições da iluminação natural	68
3.4	Identificação de tecnologias aplicáveis a realidade hospitalar	69
3.5	Elaboração de proposta de projeto luminotécnico	70
3.6	Avaliação de iluminâncias do novo projeto.....	70
3.7	Análise da viabilidade técnico-econômica	70
4	ESTUDO DE CASO.....	72
4.1	Estimativa de usos finais	72
4.2	Levantamento situacional da iluminação artificial em ambientes de internação.....	76
4.3	Avaliação das condições da iluminação natural	83
4.4	Projeto luminotécnico, Custos e Simulação	86
4.4.1	Luminárias e fontes de luz adotadas	86
4.4.2	Sistema de Controle	87
4.4.3	Critério para a execução dos cálculos.....	88
4.4.4	Modelagem e Simulação.....	89
4.4.5	Comparativo entre sistema atual e proposto	92
4.4.6	Custos estimados do projeto de Retrofit	94
4.4.7	Medidas Adicionais de Conservação de Energia.....	97
4.5	Viabilidade econômica do estudo	98
5	CONCLUSÃO	102
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	105
	APÊNDICE A – LEVANTAMENTO DE CARGA	116
	APÊNDICE B – HISTÓRICO DAS FATURAS	124
	ANEXO A – ORÇAMENTOS.....	125
	ANEXO B – TAXA DE JUROS – BCB.....	131

1 INTRODUÇÃO

Os hospitais se inserem como grandes consumidores de energia no mundo atual (GRIMM, 2012). E este cenário pode ser ainda mais desfavorável, visto que a demanda, o consumo e o custo da energia elétrica tendem, de maneira geral, ao crescimento (EPE, 2017). Essa inferência baseia-se, principalmente, nas projeções de crescimento da população usuária do sistema de saúde, no surgimento de novos agentes patológicos e no aumento do emprego da iluminação para o apoio ao diagnóstico e tratamento do paciente. Ademais, a tipologia construtiva, os avanços nas ciências médicas, o perfil de funcionamento, as novas tecnologias em sistemas e equipamentos e o reajuste tarifário periódico, também influenciam negativamente no custo final da energia elétrica e na sustentabilidade das edificações hospitalares (SCHNEIDER, 2010; IBGE, 2017).

De acordo com o Balanço Energético Nacional (BEN), o setor comercial foi responsável por 17,14% de toda eletricidade consumida no território brasileiro em 2017, ou seja, representou um consumo final de 90.198 GWh/ano (EPE-BEN, 2018). E, ao se analisar os dados relativos ao consumo comercial por gênero (GWh), verifica-se que 4,3% deste montante é equivalente ao uso de energia elétrica pelas edificações com atividade de atenção à saúde humana, incluindo os hospitais (EPE, 2018).

Neste contexto, observa-se ainda que a iluminação artificial representa 22% da energia consumida em edificações comerciais (LAMBERTS *et al*, 2014). Em prédios públicos a participação da iluminação é levemente maior, 24% (Magalhães, 2001). Já nos edifícios hospitalares corresponde, em média, à 26,62% do consumo final de energia elétrica (SZKLO, 2004; VARGAS JR, 2006; MOREIRA, 2010; SAIDUR, 2010; CALCEDO, 2014; MOGHIMI, 2014; RAJAGOPALAN, 2014; DEVENS, 2016).

Certifica-se, portanto, a iluminação como parcela significativa na matriz energética e na arquitetura hospitalar. Destacando-se também como componente importante para proporcionar condições confortáveis para as atividades laborais e assistenciais, bem como estimular a percepção das informações visuais contidas no ambiente, em especial: a orientação espacial, temporal (ciclo circadiano¹) e climática, a segurança, a territorialidade, a estimulação e o relaxamento (CAVALCANTI, 2002).

¹ Ritmo circadiano ou ciclo circadiano (do latim *circa* cerca de + *diem* dia) designa o período de aproximadamente 24 horas sobre o qual se baseia o ciclo biológico de quase todos os seres vivos, sendo influenciado principalmente pela variação de luz, temperatura, marés e ventos entre o dia e a noite. O ritmo circadiano regula todos os ritmos materiais bem como muitos dos ritmos psicológicos do corpo humano, com influência sobre, por exemplo, a digestão ou o estado de vigília e sono, a renovação das células e o controle da temperatura do organismo.

Com base na importância da iluminação adequada nos ambientes de atenção à saúde, na relevante participação da iluminação na matriz energética do hospital, na condição deficitária da infraestrutura nos hospitais públicos e na necessidade de atendimento à norma e de proporcionar conforto aos usuários, optou-se em avaliar a viabilidade de implementação de *retrofit* no sistema de iluminação de um hospital público, vinculado a uma instituição de ensino superior.

Percebe-se que a revitalização, a modernização e a reforma são ações pertinentes para se promover eficiência energética e aumentar o ciclo de vida das instalações. De acordo com Marín (2015), esses processos, denominados de *retrofit*, geram economia de custos, minimizam desperdícios e melhoram o desempenho das construções, liberando orçamento para novos investimentos. Adicionalmente, eles proporcionam ainda maior conforto para os usuários e permitem a recuperação de áreas antigas e degradadas.

É evidente que a adequação da condição de conforto atual implicará em ajustes das instalações, em geral, com inclusão de sistemas de automação e controle e, possivelmente, de novas cargas. No entanto, as premissas de eficiência e também da busca por soluções viáveis, associadas ao atendimento às exigências normativas, devem prevalecer.

Nota-se que a definição de eficiência energética na arquitetura adotada por Lamberts *et al* (2014) remete ao atributo inerente à edificação representante de seu potencial em possibilitar conforto térmico, visual e acústico aos usuários, com baixo consumo de energia. O que reforça a questão de que conservar energia não é simplesmente reduzir consumo.

1.1 Objetivo Geral

Analisar a viabilidade técnico-econômica de *retrofit* no sistema de iluminação no Hospital Universitário Maria Aparecida Pedrossian – HUMAP.

1.2 Objetivo Específico

- Elaborar o levantamento energético situacional do hospital em estudo, especificamente quanto ao sistema de iluminação;

- Selecionar os setores, ambientes ou serviços de maior potencial;
- Identificar e selecionar as boas práticas e tecnologias de modernização de sistema de iluminação com potencial de aplicabilidade à realidade hospitalar;
- Definir a intensidade luminosa adequada para os ambientes selecionados a fim de proporcionar maior conforto luminoso e atender as normas pertinentes;
- Definir uma proposta mais favorável de *retrofit* do sistema de iluminação;
- Analisar a viabilidade técnico-econômica do projeto proposto;

1.3 Justificativa

No Brasil, de acordo com Associação dos Hospitais do Estado de Goiás - AHEG (2015) e Conselho Federal de Medicina - CFM (2015), os elevados custos do setor hospitalar, a forte regulamentação e a defasagem dos valores contidos nas tabelas de procedimentos, de taxas e de diárias são os principais fatores que impactam negativamente na gestão financeira e operacional da instituição, obrigando-as a, muitas vezes, reduzir a qualidade, fechar leitos e serviços ou até mesmo as portas.

Segundo Oliveira (2013), a realidade dos hospitais é complexa e ainda mais grave nos Hospitais Universitários (HU), os quais estão, em sua maioria, vinculados a instituições públicas e integrados no Sistema Único de Saúde (SUS), mantidos, portanto, exclusivamente por meio de fundos públicos. Além disso, os Hospitais Universitários Federais (HUF), se comparados aos outros Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS), normalmente possuem custos adicionais, visto que incorporam ensino, pesquisa e assistência social. Moreira (2010) destaca ainda que a rede hospitalar pública na maioria dos casos opera de forma carente, com escassez de insumos básicos, como, por exemplo, remédios.

É neste cenário que essa pesquisa é estimulada, especialmente pela característica assistencial do estabelecimento, pela exigência legal, pela questão socioambiental e pelo desejo de se buscar alternativa com potencial de redução de desperdícios.

Assim, espera-se colaborar no sentido de atenuar uma parcela do custo operacional fixo, relativa à energia elétrica destinada a iluminação artificial. Uma vez que a iluminação é uma componente relevante no consumo final de energia do hospital e também é essencial para oferecer condições de se realizar um correto diagnóstico clínico.

Adicionalmente, tem-se a luz como estimulante para a recuperação dos pacientes e como

fonte de referência para o ciclo circadiano. Koth (2013) ressalta que a iluminação e as cores usadas de forma adequada proporcionam vitalidade ao ambiente, auxiliando de forma significativa no tratamento dos pacientes e no desempenho dos funcionários nas suas atividades assistenciais.

Além disso, baseado no relatório setorial do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL (2006), o qual trata especificamente de EAS, verifica-se que, em hospitais, o custo com energia elétrica equivale, em geral, a 12,2% do custo operacional total, deixando evidente a importância de estudos voltados a eficiência energética em ambientes hospitalares.

Para EPE (2012), o potencial de conservação de energia nos setores comerciais, inclusive públicos, é de 981,2 mil tep/ano. Destes, 66,5% são referentes somente a iluminação, o que representa sozinha uma economia anual de aproximadamente 7.600 GWh. Este valor seria suficiente para alimentar com eletricidade toda a indústria têxtil ou de cimentos, no Brasil (EPE-BEN, 2017).

De acordo com Costa (2006), a iluminação em prédios do setor comercial, além de possuir elevado potencial de conservação de energia elétrica, é o sistema cujos resultados de economia de energia são mais rapidamente notados. Além disso, exige investimentos de menor volume, resultando, portanto, em retornos normalmente mais atrativos.

A favor do efetivo potencial de conservação, CADDET *Energy Efficiency* (1996) expõe ainda que em hospitais da Alemanha e Holanda o potencial de conservação de energia elétrica é da ordem 20% e 44%, respectivamente. Notou-se também que estes potenciais sofrem interferência de alguns fatores, podendo destacar: a zona bioclimática onde o EAS encontra-se inserido; o nível tecnológico; os serviços assistenciais que são oferecidos, o nível de conforto e, no caso da iluminação, a quantidade de luz natural disponível e sua integração com o sistema de luz artificial.

Para Vargas Jr (2006), a iluminação em hospitais de pequeno porte apresenta grande potencial de conservação de energia, podendo chegar à ordem de 39%, em caso de *retrofit* conduzido por projeto luminotécnico.

Já Moreira (2010) demonstra em seu estudo que a redução na potência instalada em iluminação alcançaria 59%, o que representaria uma economia de 14% no consumo final de energia do hospital. É interessante salientar que o autor não considera em sua pesquisa os reflexos da redução de demanda. Desta forma, a economia prevista seria ainda mais significativa, uma vez que no percentual apresentado não se considera a repactuação contratual relativa à demanda evitada.

Assim a redução na potência demandada, ou seja, demanda evitada, fortalece o conceito de que medidas de eficiência energética podem adiar a necessidade de construções de novas usinas conversoras de energia ou, na realidade recente, pode evitar o despacho de usinas termelétricas movidas a combustível fóssil.

Segundo Rosa (2008) *apud* Moreira (2010), somente com tais medidas seria possível diminuir cerca de 20% do consumo de energia elétrica no Brasil, além de reduzir as emissões de dióxido de carbono (CO₂) em até 10%.

Observa-se ainda que os hospitais públicos federais, especialmente aqueles vinculados à Instituições de Ensino Superior (IES), têm função importante a desempenhar em favor do desenvolvimento sustentável, por isso deve-se adotar diretrizes e práticas de sustentabilidade, destacando: o uso racional de energia elétrica e eliminação do desperdício.

É defendido por Halac, Schiller e Venturini (2005) que as IES devem orientar a formação de profissionais capazes e conscientes ambientalmente. Além de que a estrutura tripla (ensino, pesquisa e extensão) presente nestas instituições é essencial para solidificar e amplificar o impacto social das ações de sustentabilidade e eficiência energética.

Logo, o estudo, além de beneficiar diretamente o hospital, com a possível diminuição de custos, também acarreta benefícios para a sociedade. Visto que colabora para a redução de emissão de gases nocivos ao meio ambiente, gerando ganhos ambientais significativos associados à redução do consumo de energia elétrica.

Nessa conjuntura, a prática de eficiência energética encontra-se em harmonia tanto com a economia de gastos, como com a gestão ambiental.

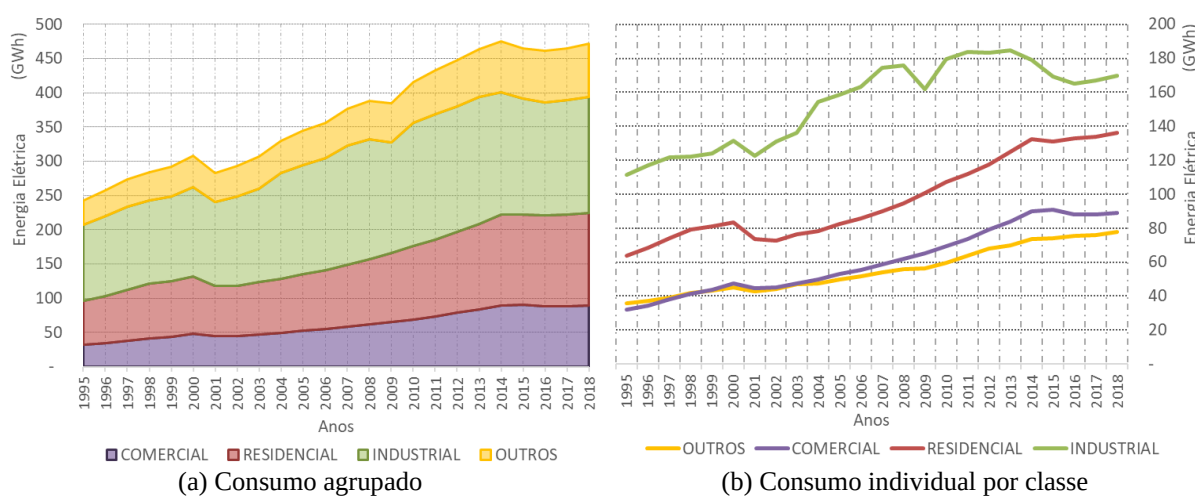
Ademais, embora a bibliografia relativa ao tema seja volumosa, especialmente em publicações que tratam de assuntos como eficiência energética e reforma em sistema de iluminação, a maioria direciona o estudo em edificações industriais e salas comerciais. Os ambientes hospitalares são pouco explorados, sendo limitada a literatura específica para estas edificações. As referências ainda são, em geral, provenientes de locais com condições climáticas, econômicas e socioculturais distintas das encontradas na região Centro-oeste do Brasil, o que estimula também o desenvolvimento dessa pesquisa.

2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

2.1 Consumo, demanda e custo de energia elétrica

Com base em dados divulgados por EPE (2019), nota-se, por meio da Figura 1, que o consumo nacional de energia elétrica entre os anos de 1995 a 2018 possui tendência crescente. Ficam evidentes também as quedas pontuais relativas às influências das crises energéticas, econômicas, hídricas e também de políticas ocorridas neste período.

Figura 1 – Evolução anual do consumo nacional de energia elétrica por classe.

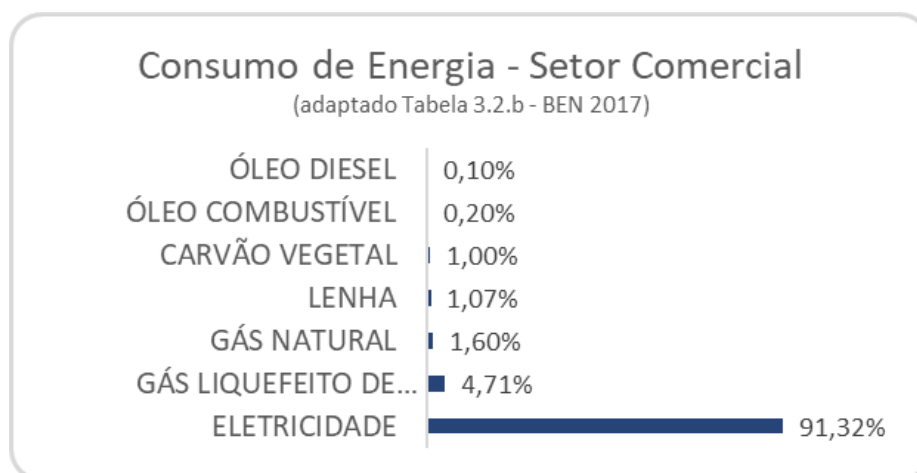


No Brasil, este consumo crescente é consequência dos estímulos econômicos e fiscais de políticas governamentais de incentivo ao crescimento do PIB. Já os reflexos de queda no consumo de energia são decorrentes de:

- Racionamento da crise energética em 2001, sendo percebido com maior ênfase nas classes industriais e residenciais;
- Crise econômica iniciada no mercado imobiliário dos Estados Unidos em 2008, o qual refletiu mais fortemente no setor industrial brasileiro;
- Nova crise energética e hídrica, no decorrer de 2014 e agravadas em 2015, oriundas da seca incomum em todo o país e também por problemas estruturais, interrompendo a continuidade do crescimento notado entre 2009 e 2014;
- Longo período de recessão econômica, entre 2014 e 2017, cuja origem, segundo Barbosa Filho (2017), está em uma sequência de embates de oferta e demanda, gerados, em geral, por erros de políticas públicas que restringiram a capacidade de crescimento da economia brasileira e causaram um elevado custo fiscal.

Observa-se, por meio da Figura 2, que o setor comercial possui alta dependência de eletricidade em sua matriz energética, o que também colabora para a evolução no consumo de energia neste setor, como pode ser notado na Figura 1(b).

Figura 2 – Consumo energético do setor comercial em 2016.



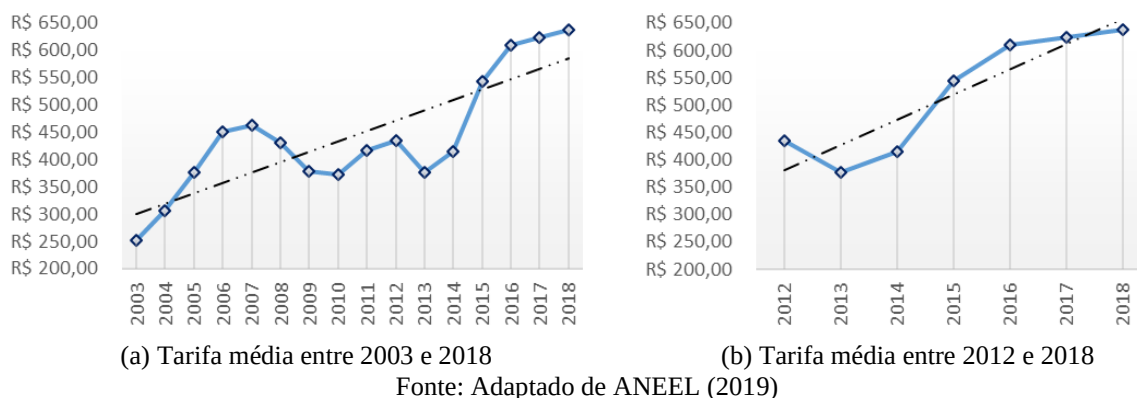
Fonte: adaptado de EPE-BEN (2017)

Na maior parte dos hospitais este padrão também prevalece, visto que poucos fazem uso de outras fontes de energia. Nestes estabelecimentos há uma tendência de se terceirizar serviços de apoio, como lavanderia e cocção, por exemplo. Tais serviços seriam potenciais requerentes de combustíveis como fonte de energia, pelo fato de empregarem, normalmente, caldeiras como equipamento gerador de vapor.

Nota-se também que é razoável vincular esta alta demanda de eletricidade aos equipamentos utilizados. Neste sentido, Pereira Jr (2018) resume os principais usos finais de energia para cada tipo de edificação do setor comercial, destacando ainda os sistemas mais relevantes à hospitais como sendo: iluminação, aquecimento de água, força motriz, equipamentos e condicionamento de ar.

Contudo, não é somente o elevado consumo que é preocupante. Sabe-se que o custo final é o produto entre o consumo e o valor unitário da energia. Assim, quando se avalia o comportamento da tarifa média de energia elétrica, a representatividade do custo com eletricidade nestes estabelecimentos torna-se ainda mais evidente. As linhas de tendência da Figura 3 demonstram claramente a evolução crescente e abrupta do valor da tarifa (R\$/MWh) ao longo dos anos, especialmente nos últimos anos.

Figura 3 – Evolução da tarifa média de fornecimento com impostos (R\$/MWh) para consumidores A4 – Poder Público conectados à rede da EMS (antiga Enersul).



De acordo com o Anuário Estatístico de Energia Elétrica, publicado pela EPE (2018), usando dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), a tarifa média de energia (R\$/MWh) aplicada aos usuários do Setor Comercial Brasileiro teve uma variação de 65,5% entre 2013 e 2017. Percebe-se que no Estado de Mato Grosso do Sul essa variação foi de aproximadamente 63,1% neste mesmo período.

Observa-se que as justificativas empregadas pelas distribuidoras e comercializadoras para buscar um maior reajuste nas tarifas estão normalmente relacionadas com os custos de geração e transmissão, despachos das termelétricas, compra da energia e encargos setoriais.

Em 2013 o governo, por meio da Lei nº 12.783, autoriza cortes de alguns encargos setoriais e modificações em outros, além de aportes do Tesouro Nacional e diminuição da remuneração de ativos de geração e transmissão, vinculando a renovação antecipada de suas concessões. Desta forma, proporciona um cenário favorável à redução das tarifas de energia elétrica.

Esta manobra do Governo Federal almejava estimular a produção interna da indústria, agricultura, comércio e serviços, contudo proporcionou efeito adverso também para os consumidores residenciais, pois apontava para a possibilidade de se aumentar o consumo sem prejuízos econômicos na fatura de energia.

No entanto, em 2015, a ANEEL, por meio da resolução homologatória nº 1.857, de 27 de fevereiro, valida as quotas anuais definitivas da Conta de Desenvolvimento Energético (CDE) para aquele ano, iniciando assim a recomposição dos recursos repassados às distribuidoras para a cobertura dos custos de energia em 2013 e 2014, os quais não haviam sido repassados às tarifas na época. Com esta medida, adicionada aos ajustes tarifários autorizados para as concessionárias, em 2015 o aumento do valor da energia, em geral, ultrapassou 25% para os consumidores do centro-oeste.

Desta forma, deu-se início a uma sequência de aumentos consecutivos. Este crescimento abrupto e recorrente do custo da energia elétrica motivou administradores a buscar alternativas de modernização de sistemas e melhoria no desempenho, de modo a minimizar o impacto do valor final da fatura no orçamento das instituições, sem reduzir o conforto, ou seja, empregar o conceito de eficiência energética.

2.2 Eficiência energética e meio ambiente

A estimativa de conservação de energia com ações de eficiência energética, tanto autônoma quanto induzida, acumulada ao longo do período de 2017-2026, é de 31,8 TWh. Destes 6,8 TWh estão relacionados com o setor comercial e de serviços (EPE, 2017).

Neste cenário é possível evitar o despacho de usinas menos eficientes ou até mesmo adiar a construção de novas unidades conversoras de energia. Com isso haveria menor demanda por recursos naturais e implicaria na redução da emissão de gases nocivos a camada de ozônio e da expansão da produção de combustíveis.

Deste modo, com a aplicação de medidas de eficiência energética, em 10 (dez) anos, cerca de 3,2 milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente (Mt CO₂-eq) deixariam de ser lançados à atmosfera. Visto que, de acordo com o EPE (2017), publicado no Balanço Energético Nacional, ano base 2016, para se produzir 1 MWh o setor elétrico brasileiro emitiu, em média, 101,3 kg de CO₂.

Assim fica demonstrada a enorme sinergia existente entre meio ambiente, eficiência energética e sustentabilidade.

2.2.1 Sustentabilidade

Já no tocante ao desenvolvimento sustentável, o cuidado com o meio ambiente é outro fator fundamental. Uma sociedade preocupada com isto busca empregar recursos energéticos que geram o mínimo de impactos ambientais possíveis, ou seja, mais eficientes.

Integrada a sociedade, pode-se exaltar o papel das Instituições de Ensino Superior (IES), especialmente quanto a formação de profissionais capazes e conscientes ambientalmente,

preparando as novas gerações para o futuro. Para isso é essencial para solidificar e amplificar o impacto social que se explore ainda mais a estrutura presente nestas instituições, baseadas em ensino, pesquisa e extensão.

Além disso, é destacado por Tauchen e Brandli (2006), que a IES deve também conceber modelo aplicável de sistemas de gestão ambiental e energética, já implantados internamente e que sirvam de referência, especialmente quando há a integração entre educação e saúde, como é o caso dos hospitais-escola.

2.3 Hospitais: arquitetura, instalações e particularidades

Os EAS podem ser separados em clínicas, postos de saúde, prontos socorros, ambulatorios e hospitais. O hospital é um tipo específico de estabelecimento de saúde, diferenciado dos demais pela possibilidade de oferecer leitos de internação.

Segundo dados da Pesquisa de Assistência Médico-Sanitária, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2009), sintetizada na Tabela 1, pouco mais que 7% de todos os EAS são hospitais. Destes, menos da metade são públicos.

Tabela 1 – Estabelecimentos de saúde, por esfera administrativa e tipo de atendimento, segundo as Grandes Regiões, as Unidades da Federação e os municípios das capitais.

Grandes Regiões, Unidades da Federação e municípios das capitais	Estabelecimentos de saúde							
	Total				Esfera administrativa			
					Pública			
	Total	Com internação	Sem internação	Apoio à diagnose e terapia	Total	Com internação	Sem internação	Apoio à diagnose e terapia
Brasil	94070	6875	67901	19294	52021	2839	47414	1768
Centro-Oeste	8226	758	5634	1834	3905	318	3348	239
Mato Grosso do Sul	1458	133	987	338	824	47	738	39
Campo Grande	361	23	232	106	95	4	88	3

Fonte: Adaptado de IBGE (2009).

O hospital é visto como uma edificação cuja finalidade é acolher, tratar, cuidar, oferecer segurança e conforto. Para isso, normalmente é equipado com diversas instalações singulares e particulares, podendo destacar, no que tange à iluminação, os vários tipos e fins para a luz em ambientes de internação geral (ANVISA, 2012):

- a) Iluminação geral (em posição que não incomode o paciente deitado);

- b) Iluminação de cabeceira de leito na parede (arandela) para leitura;
- c) Iluminação de exame no leito com lâmpada fluorescente (também pode ser obtida através de aparelho ligado à tomada junto ao leito); e
- d) Iluminação de vigília na parede (a 50 cm do piso).

Essas e outras particularidades variam conforme a classificação da edificação, principalmente quanto ao porte, à quantidade de leitos, à complexidade, aos tipos de serviços oferecidos, entre outros.

A quantidade de leitos já é adotada pelo Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES) como medida de agrupamento de edificações hospitalares em categorias, sendo: pequeno porte (até 50 leitos), médio porte (51 a 150 leitos), grande porte (151 a 500 leitos) e porte especial (acima de 500 leitos).

É de salientar que outras variáveis também caracterizam as edificações hospitalares à medida que o porte aumenta. Por exemplo: oferta de serviços em Unidades de Tratamento Intensivo (UTI) e de serviços de apoio diagnóstico por imagem, principalmente aqueles com emprego de Equipamentos Médico-hospitalares (EMH) de maior complexidade, tais como: ressonância magnética, tomógrafo, angiógrafo e arco-cirúrgico.

Esses EMH se diferenciam dos demais, pois empregam, como princípio de funcionamento, a radiação e a radiofrequência, o que exige da edificação algumas estruturas específicas de blindagem para minimizar interferências, evitar deficiências nos exames, bem como proteger os usuários e outros equipamentos das ondas eletromagnéticas.

Neste contexto, além dos cuidados com a infraestrutura física requerida pelos equipamentos, a arquitetura moderna preza pela avaliação das influências, das sinergias, dos fluxos e das interfaces entre ambientes, com o desafio de propor soluções arquitetônicas com potencial de minimizar a energia empregada para o desenvolvimento cotidiano das atividades.

Adicionalmente, há a tendência de aproximar a edificação hospitalar à estrutura hoteleira, buscando a humanização dos ambientes e empregando conceitos de sustentabilidade, expansibilidade, flexibilidade e conservação de energia (CAVALCANTI, 2002).

Cavalcanti (2002), destaca ainda que outras condicionantes da arquitetura hospitalar estão cada vez mais presentes no programa de necessidades, podendo destacar: funcionalidade, segurança, higiene, facilidade de manutenção e necessidades físicas, informativas e sociais voltadas ao paciente.

Realmente é um desafio projetar edificações eficientes e confortáveis, dentro de padrões específicos para cada uso final, e que simultaneamente sejam flexíveis, seguras e adaptáveis. Características que remeteriam imediatamente a soluções mais genéricas, isto é, menos

particulares.

Kos (2010) afirma que projetar uma infraestrutura robusta, flexível e modular pode proporcionar ao hospital a capacidade de adaptar as funções dos ambientes à medida da necessidade. Ele exemplifica enfatizando que isso pode significar que um espaço administrativo tem capacidade de se transformar em uma sala de Pré-parto, Parto e Pós-parto (PPP).

Contudo, proporcionar tal flexibilidade nos ambientes hospitalares torna-se um paradoxo, pois em locais administrativos ou de estudos, por exemplo, é recomendado o uso de luminárias com aletas para minimizar o ofuscamento, enquanto em áreas de manipulação ou procedimento podem requisitar luminárias especiais, com proteção adicional ou até vedação hermética quando há risco de contaminação.

Mesmo assim, Kos (2010) salienta que a flexibilidade, associada a eficiência energética e a análise minuciosa dos objetivos e funções da edificação, são as chaves para o sucesso do projeto hospitalar. Ele acrescenta que, com a acelerada taxa de inovação tecnológica, a criação de um hospital de última geração pode ser uma ação desafiadora.

Assim para se obter êxito faz-se necessário planejamento. Koth (2013) observa que, no Brasil, muitos gestores de hospitais não se preocupam com isso, o que deixam os hospitais desprovidos de qualquer tipo de projeto de cor e luz, ou seja, despreza-se a ocupação final do espaço e trata todos os ambientes da mesma forma. Isso certamente vai interferir no desempenho da edificação, no conforto ambiental e no atendimento às necessidades dos usuários.

Cavalcanti (2002) complementa que os hospitais públicos brasileiros, em seus variados setores e ambientes recebem soluções uniformes de acabamento e iluminação, o que remete a monotonia e repetitividade. Como consequência dessa característica comum tem-se a iluminação inadequada, sendo excessiva em alguns ambientes e escassa em outros.

Adicionalmente, Santos (2009) ressalta que as normas brasileiras voltadas para os projetos hospitalares não tratam especificamente sobre a questão da luz natural.

Sabe-se que a iluminação natural fornece inúmeras vantagens, não só na esfera da eficiência energética, como também com relação a influências positivas na recuperação dos pacientes, servindo ainda como fonte de estímulo fisiológico e emocional para os hospitalizados.

Em ambientes de internação hospitalar há ainda maior apelo por condições ambientais confortáveis e favoráveis para a cura do paciente, principalmente pelo fato de ser ambientes de permanência prolongada, onde os usuários normalmente apresentam fragilidade física e necessitam de maior atenção da equipe assistencial.

Destaca-se ainda o fato de que os pacientes internados se encontram com mobilidade reduzida, restringindo sua vivência, em geral, na própria enfermaria e, quando possível e existentes, a áreas coletivas. Convém frisar mais uma vez que os pacientes se encontram geralmente muito fragilizados e sensibilizados, intuindo e reagindo profundamente a todos os estímulos sensoriais do espaço (CAVALCANTI, 2002).

Neste contexto, onde ambientes são carentes de infraestrutura especial e projetada para trazer benefícios reais, é que se encaixa o estudo de *retrofit* das instalações.

2.4 Retrofit

Como definição geral, *retrofit* consiste no processo de melhoria do desempenho energético de uma instalação e na implementação das medidas de conservação por ele apontadas (GRASSO *et al.*, 1998).

E para desenvolvimento de um processo de *retrofit*, Ma *et al* (2012) dividem as tecnologias em três categorias: gerenciamento da oferta; gerenciamento da demanda; e mudança nos padrões de consumo de energia, ou seja, fatores humanos.

A primeira está relacionada com a matriz energética do estabelecimento, ou quais fontes de energia estão disponíveis ou podem ser implantadas. E a última possui pouquíssima relação com a infraestrutura ou equipamentos, dependendo majoritariamente das ações comportamentais dos ocupantes do ambiente.

Assim o sistema de iluminação pode ser enquadrado na segunda tecnologia, de gerenciamento da demanda, a qual se baseia em estratégias para reduzir a demanda de energia da instalação, podendo empregar esquemas de controles mais avançados ou equipamentos mais eficientes.

2.4.1 Retrofit em iluminação

Com este pensamento Ghisi (1997) afirma que o *retrofit* nos sistemas de iluminação devem sempre buscar a economia de energia, no entanto, sem comprometer o conforto ambiental e satisfação dos ocupantes. O autor ainda alerta que realizar o *retrofit* de um sistema

de iluminação está muito além de meramente substituir lâmpadas por outras mais eficientes.

É defendida também por Ghisi (1997) a questão de que as medidas a serem implantadas na reforma do sistema de iluminação são determinadas pelo nível desejado de melhoria, pela iluminância necessária para a realização da tarefa visual, e pelas metas de redução de consumo de energia elétrica.

Neste sentido, é importante ressaltar que os propósitos do projetista e inspetor são tecnicamente distintos. O projetista busca alcançar níveis de iluminância satisfazendo os requisitos estabelecidos em norma brasileira vigente. Já o inspetor, por sua vez, é incumbido de avaliar o projeto luminotécnico ou as instalações no tocante à eficiência energética.

Assim, neste estudo, busca-se mesclar as duas funções, pesquisando alternativas eficientes para se reformar o sistema de iluminação de hospital de modo a atender às exigências normativas e anseios dos usuários. Entende-se por um sistema de iluminação eficiente sendo aquele que garante as condições adequadas de iluminação, aproveitando melhor a energia disponível e, conseqüentemente, apresenta menor consumo (DURANTE *et al.*, 2014).

Uma opção para melhorar a eficiência em iluminação é aproveitar a grande disponibilidade de radiação solar. Muita economia poderia ser feita por meio do emprego mais intensivo deste recurso natural. De acordo com Vieira (2011) um projeto de iluminação pode explorar a luz natural fornecendo a iluminação necessária durante 80% a 90% das horas de luz diária, reduzindo desta maneira a demanda por luz artificial.

Contudo, deve-se ponderar os benefícios de cada alternativa e buscar soluções arquitetônicas para que essa medida não interfira no conforto ambiental, tanto luminoso quanto térmico.

Para ASHRAE (2012) o sistema de iluminação possui potencial de usar 15% a 20% menos energia ao se implantar controle automático, por meio de sensores, principalmente em ambientes com ocupação flutuante, tais como: salas de exame, escritórios administrativos, salas de trabalho e suprimentos, salões, banheiros e áreas de espera.

Ressalta-se ainda que a implantação de controle luminotécnico e a substituição de equipamentos ineficientes, além da conservação de energia e conseqüentemente redução da demanda do sistema de distribuição da concessionária, têm também aspectos sociais e ambientais importantes. Visto que, a aquisição de bens aumentará o fluxo produtivo, movimentando tanto a indústria como o comércio, e, conseqüentemente, favorecendo a abertura de novos postos de trabalho.

Além das soluções técnicas, deve-se considerar as variáveis humanas, pois, segundo Geller (2007) *apud* Moreira (2010), o processo de conservação de energia se inicia com a reeducação, com a mudança de usos e de hábitos.

A mudança de hábitos é uma das maiores dificuldades, pois a rotina diária das pessoas, muitas vezes é feita de forma inconsciente, sem perceber exatamente o que se está fazendo. É necessária atenção para a rotina, pois as mudanças são importantes para o combate ao desperdício de energia.

Talvez uma opção seja apoiar-se no apelo econômico. De acordo com Schneider Electric (2010), os programas de eficiência energética ao liberar recursos atualmente comprometidos, permitem ao gestor reverter este capital em melhorias no parque tecnológico, bem como substituição de equipamentos, aquisição de bens permanentes ou aperfeiçoamento do relacionamento com os pacientes.

Cabe notar que como todo processo padronizado as exigências legais, bem como recomendações e procedimentos normatizados devem ser adotados. Neste sentido, algumas daquelas envolvidas com o processo de *retrofit* na iluminação de uma unidade hospitalar são discutidas a seguir.

2.5 Legislação e Normas

Existem diversas publicações que possuem sinergia com ou que tratam diretamente do tema eficiência energética em instalações de iluminação de edificações hospitalares.

Nota-se que é importante conhecer e aplicar as normas. Percebe-se também que desenvolver estudos e discussões sobre o tema é igualmente importante. Assim é possível ratificar as diretrizes contidas nas recomendações técnicas ou ainda fomentar as revisões normativas.

2.5.1 Publicações sobre Conservação de Energia

Com a premissa de estimular a conservação de energia, foram publicadas determinações, diretrizes e orientações quanto às boas práticas de gestão e uso de energia

elétrica, destinadas à melhoria da eficiência no uso racional dos recursos públicos, podendo se destacar os seguintes documentos:

- 1) Portaria Interministerial nº 1.877, de 30 de dezembro de 1985;
- 2) Decreto nº 99.250, de 11 maio de 1990;
- 3) Decreto nº 99.656, de 26 outubro de 1990;
- 4) Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001;
- 5) Portaria Interministerial nº 132, de 12 de junho de 2006;
- 6) Portaria Interministerial nº 959, de 9 de dezembro de 2010;
- 7) Portaria Interministerial nº 1.007, de 31 de dezembro de 2010;
- 8) Portaria Interministerial nº 1.008, de 31 de dezembro de 2010;
- 9) Portaria MME nº 594, de 18 de outubro de 2011
- 10) Portaria MPOG nº 23, de 12 de fevereiro de 2015;
- 11) Portaria MEC nº 370, de 16 de abril de 2015;
- 12) Decreto nº 8.540, de 9 de outubro de 2015;
- 13) Decreto nº 9.863, de 27 de junho de 2019.

A primeira, a segunda e a quarta, são as publicações que instituem o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), o Programa Nacional de Racionalização da Produção e do Uso de Energia, e o Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética (CGIEE), respectivamente. Além disso, desencadearam uma série de outras publicações sobre o tema.

A terceira publicação citada (Decreto nº 99.656/90) determina a criação de Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE) para instalação pública cujo consumo anual de energia elétrica seja superior a 600 MWh (seiscentos Megawatts-Hora) e descreve as responsabilidades e atribuições desta comissão, dentre outras diretrizes.

É relevante registrar que os desafios da comissão, especialmente em instalações hospitalares, são grandes. E ainda maiores se considerada a necessidade de manutenção das medidas de eficiência energética. Promover continuidade destas ações em hospitais torna-se uma atividade árdua pelo fato da alta flutuação da população usuária, sejam eles: visitantes, pacientes ou funcionários, que normalmente trabalham em regime alternado de escala e turnos.

A quarta, Lei nº 10.295/01, dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e visa a alocação eficiente de recursos energéticos, além da preservação do meio ambiente. Além disso, ao fomentar a indicação de níveis máximos de consumo específico de energia, ou mínimos de eficiência energética, por parte do CGIEE, ela estimula o desenvolvimento tecnológico da indústria brasileira e a produção ou importação de somente

produtos eficientes.

Já a respeito sobre os níveis mínimos de eficiência energética de lâmpadas e reatores, foram publicadas as portarias interministeriais entre 2006 e 2010. Destas, há um destaque especial para a Portaria Interministerial nº 1.007/2010, a qual traz regulamentação específica sobre as lâmpadas incandescentes e deve contribuir até 2021 com a redução de demanda de eletricidade em cerca de 7,5 TWh.

Ainda na esfera da administração pública é importante registrar que existe a obrigação de se buscar a classificação “A” do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), tanto para os equipamentos, quanto para as construções novas ou que recebam *retrofit*. Esta exigência está contida na IN 02/2014-MPOG, Instrução Normativa nº 02, de 04 de junho de 2014, do Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão.

Para servir como base para isso, o INMETRO havia publicado em 17 de setembro de 2010, a portaria nº 372, cujo propósito é zelar pela eficiência energética, estabelecer requisitos mínimos de desempenho, de forma a aprovar a revisão dos Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ).

2.5.2 Normas para instalações de iluminação

Embora a norma ABNT NBR 5413/92 encontre-se cancelada, muitas ferramentas e outras normas remetem ou empregaram como base as recomendações dela, por isso é relevante resgatar ao menos as especificações mínimas e médias de iluminância.

Para este parâmetro, atualmente está vigente a norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1, a qual aponta os requisitos de iluminação para locais de trabalho internos e para que as pessoas desenvolvam tarefas visuais de forma eficiente, com segurança e conforto.

Essa norma menciona também que a iluminância e sua distribuição nas áreas de trabalho impactam mais na percepção de uma pessoa e como ela realiza a tarefa visual de maneira rápida, confortável e segura.

A respeito da distribuição ambiental de iluminância, a norma cita que deve haver uniformidade na iluminação da área da tarefa. Registra ainda que a relação entre o valor mínimo ($E_{\min}$) e o médio ($E_{\text{méd}}$) da iluminância na área da tarefa não pode ser inferior a 70%, e no entorno imediato 50% (ABNT, 2013).

Pelo fato de os ambientes de internação hospitalar corresponderem a locais destinados

ao cuidado de pacientes, todo o espaço deve ser considerado área de trabalho e, portanto, manter uniformidade luminosa acima de 0,7. Neste sentido a iluminação geral e seu sistema de controle devem ser bem dimensionados.

Há ainda a norma internacional *ASHRAE/IESNA Standard 90.1 - Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings* e o Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), que também versam sobre iluminação e sua eficiência.

Para resumir e comparar tais normas quanto aos níveis de iluminância no plano de tarefa, Ramos e Lamberts (2013) estruturam uma tabela, cuja parte a qual remete a iluminação geral em ambientes hospitalares foi extraída e apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 – Comparativo dos níveis de iluminância para iluminação de tarefa.

Tipo de interior, tarefa ou atividade.	ISO 8995	NBR 5413 (lux)		IES 90.1	RTQ-C
	Em (lux)	mínimo	médio	(lux)	(lux)
Hospital – iluminação geral					
Circulação	200	75	100	100	100
Emergência	1000	300	500	500	500
Enfermaria	300	150	200	500	200
Exames/Tratamento	500	150	200	500	200
Farmácia		150	150		150
Fisioterapia		150	200	300	200
Sala de espera, estar	200	100	150	300	150
Radiologia	500	100	150	30	150
Recuperação	500	100	150	100	150
Sala de Enfermeiros	500	300	500	300	500
Sala de Operação	1000	300	500	3000	1000
Quarto de pacientes	200	100	150	300	150
Suprimentos médicos		100	150	500	150

Fonte: Adaptado de Ramos e Lamberts (2013)

É importante ressaltar que os autores ainda concluem sobre revisão do RTQ-C, considerando que a determinação da densidade de potência de iluminação teve como base as iluminâncias médias da NBR 5413/92, valores que já não condizem com a norma vigente.

Adicionalmente Pessoa *et al.* (2013) discutem sobre alguns conflitos entre o RTQ-C e as práticas de mercado em projetos de iluminação, exemplificando que o método de avaliação do RTQ-C considera notas ruins para os projetos que empregam luminárias aletadas, ignorando a questão relativa ao ofuscamento e conforto visual.

Os mesmos autores ainda acrescentam sobre a dificuldade de enquadrar o método no caso de ambientes flexíveis, com caráter multifuncionais, onde seja instalada uma grande

potência de iluminação para atender a uma determinada função, mesmo que boa parte do tempo este sistema não seja requisitado em sua totalidade. Por fim, outra inconsistência relatada é o baixo nível de aprofundamento por parte do RTQ-C acerca do aproveitamento da luz natural, a qual só é explorada quando se exige um dispositivo de acionamento independente para as luminárias localizadas próximas às aberturas.

2.5.3 Norma para projetos e reformas em hospitais

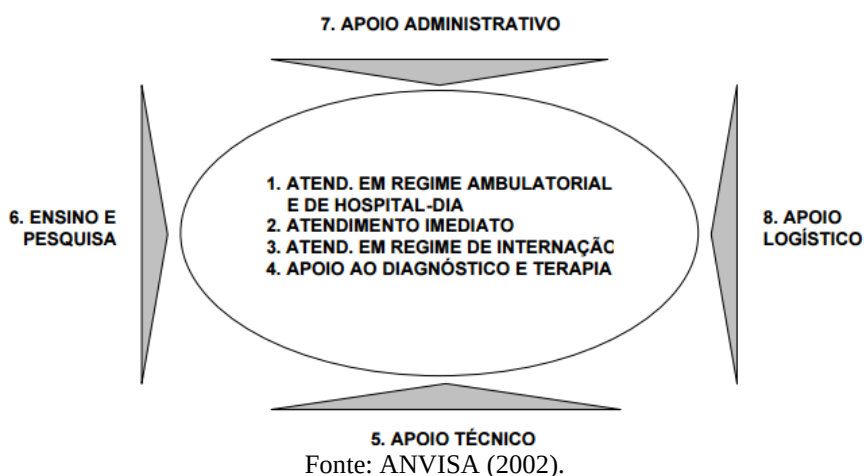
Em 1994, pouco depois do lançamento da NBR 5413/92, o Ministério da Saúde e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), publicam a portaria nº 1.884, que trata das normas para projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde.

Essa portaria possui principal objetivo de orientação da criação de projetos de edificações hospitalares, contemplando ambientes adequados às suas atribuições. Na ocasião, a iluminação embora ainda não fosse assunto de uma publicação específica, já era componente de um dos temas abordados.

Em 21 de fevereiro de 2002, visando a padronização dos aspectos técnicos de projeto, construção e reforma de hospitais no Brasil, foi publicada a Resolução de Diretoria Colegiada – RDC nº 50, com caráter normativo e disposição sobre o Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde, tanto para edifícios públicos como privados (ANVISA, 2002).

Nesta norma, conforme representado na Figura 4, estão contidas 8 (oito) atribuições que, por sua vez, se desdobram em várias atividades e subatividades.

Figura 4 – Atribuições contidas na RDC 50/02



Cada atribuição está relacionada a serviços, atendimentos, fluxos e interfaces funcionais, tais como seguem (ANVISA, 2002):

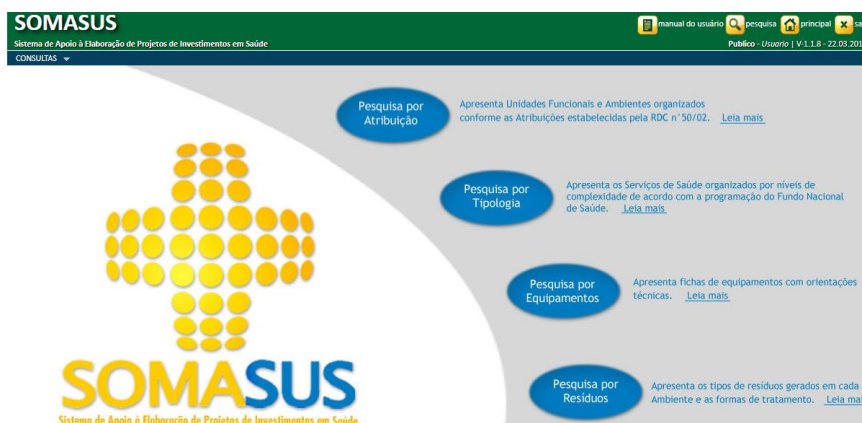
“ [...]

- 1) Prestação de atendimento eletivo de promoção e assistência à saúde em regime ambulatorial e de hospital-dia: atenção à saúde incluindo atividades de promoção, prevenção, vigilância à saúde da comunidade e atendimento a pacientes externos de forma programada e continuada;
 - 2) Prestação de atendimento imediato de assistência à saúde: atendimento a pacientes externos em situações de sofrimento, sem risco de vida (urgência) ou com risco de vida (emergência);
 - 3) Prestação de atendimento de assistência à saúde em regime de internação: atendimento a pacientes que necessitam de assistência direta programada por período superior a 24 horas (pacientes internos);
 - 4) Prestação de atendimento de apoio ao diagnóstico e terapia: atendimento a pacientes internos e externos em ações de apoio direto ao reconhecimento e recuperação do estado da saúde (contato direto);
 - 5) Prestação de serviços de apoio técnico: atendimento direto a assistência à saúde em funções de apoio (contato indireto);
 - 6) Formação e desenvolvimento de recursos humanos e de pesquisa: atendimento direta ou indiretamente relacionado à atenção e assistência à saúde em funções de ensino e pesquisa;
 - 7) Prestação de serviços de apoio à gestão e execução administrativa: atendimento ao estabelecimento em funções administrativas;
 - 8) Prestação de serviços de apoio logístico: atendimento ao estabelecimento em funções de suporte operacional.
- [...]”

É interessante salientar que mesmo em processo de revisão, o qual começou em 2017, com reuniões técnicas internas, seguida da realização de consultas dirigidas com especialistas e criação de Grupo de Trabalho, atualmente a RDC 50/02 é ainda considerada a principal fonte de consulta no tocante a projetos em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde.

As recomendações, exigências e informações contidas na RDC 50/02, bem como os dados complementares de outras normas e portarias, estão sintetizadas também no SomaSus (Sistema de apoio à Elaboração de Projetos de Investimentos em Saúde). Esta ferramenta de consulta, cuja tela é apresentada pela Figura 5, é muito útil, sendo considerada outra fonte de pesquisa para os projetistas e profissionais da área.

Figura 5 – Portal de Consulta do SomaSus.



Fonte: SOMASUS (2019)

2.5.4 Humanização

O Ministério da Saúde, em 2003, lançou a Política Nacional de Humanização (PNH) com o propósito de efetivar os princípios do SUS e pô-los em prática no cotidiano dos serviços de saúde, gerando mudanças na gestão e na maneira de cuidar.

A PNH se baseia nos princípios de: transversalidade; indissociabilidade entre atenção e gestão; e protagonismo, corresponsabilidade e autonomia dos sujeitos e coletivos. Com estes pilares ela busca estimular a verdadeira comunicação entre usuários, trabalhadores e gestores, de modo a desenvolver processos coletivos de enfrentamento de relações de afeto, trabalho e poder, os quais, por vezes, geram práticas e atitudes desumanizadoras, o que acaba inibindo a autonomia e a corresponsabilidade dos profissionais de saúde em seu trabalho e dos usuários no cuidado de si (SECRETARIA DE ATENÇÃO À SAÚDE, 2013).

Nota-se que o apelo pelo cuidado humanizado se apresenta em maior intensidade em ambientes de internação, especialmente em UTI, onde há emprego de diversos equipamentos eletromédicos de monitorização e suporte à vida, procedimentos padrões e rotinas mecânicas. Segundo Caetano *et al.* (2007), nestes ambientes, os internados, durante a permanência no hospital, apresentam basicamente 3 (três) necessidades:

- a) Conforto físico: para proporcionar bem-estar e sustentar a autoestima;
- b) Conforto emocional: necessidade de cordialidade, atenção, comunicação efetiva, prontidão e delicadeza. Sabe-se que as condições de estresse presentes na UTI geram reações psicológicas indesejáveis nos pacientes, as quais podem minimizar os resultados benéficos do tratamento intensivo;
- c) Compromisso profissional: cuidado humanizado e compromisso da equipe assistencial com a profissão, estimulando a convivência produtiva e harmoniosa.

Neste contexto é importante destacar que o hospital, *locus* desta pesquisa, possui uma comissão de humanização constituída por meio da Portaria HUMAP nº 337, de 27 de dezembro de 2017, em atendimento ao art. 7º, VIII, “1” da Portaria Interministerial nº 2400, de 02 de outubro de 2007.

2.6 Sistemas de iluminação

Os sistemas de iluminação visam proporcionar condições favoráveis a um ambiente, de modo a fornecer a quantia de luz mínima necessária à realização de atividades visuais. Ou seja, a luz deve ser fornecida e direcionada ao plano de trabalho para que os ocupantes do posto de trabalho consigam desempenhar suas tarefas (GHISI, 1997).

Observando as diretrizes de conservação de energia, a iluminação deve atender às exigências do usuário somente nos momentos em que são realizadas as atividades visuais, normalmente, determinada pelo período de ocupação do ambiente construído.

Para que estes propósitos sejam alcançados é necessário o adequado emprego da luz (LAMBERTS *et al.*, 2014). Isso é possível por meio do controle dos níveis de iluminação e da otimização das taxas de luminâncias e contrastes, do índice de reprodução de cor e da temperatura de cor da fonte de luz.

2.6.1 Luz natural

De acordo com Mehrotra, Basukala e Devarakonda (2015), sempre que possível na arquitetura hospitalar, a luz natural deve ser incorporada ao *design* luminotécnico, não só porque é benéfica para os pacientes e funcionários, mas também porque está disponível sem qualquer custo e de uma forma preferível para a maioria das pessoas.

Segundo Costi (2000) a luz natural é fundamental para a recuperação do paciente. Comprovou-se que existe redução no tempo de internação quando o paciente tem noções de temporalidade, quando pode observar a variação da luz durante o dia e tiver visão para o exterior.

A importância da visibilidade para o ambiente exterior foi estudada no *Addition, Easton Hospital, Pennsylvania* (LAM, 1977 *apud* Costi, 2000). Uma pesquisa foi realizada, adotando os seguintes critérios: i) Padronização de atendimento: os pacientes sendo atendidos adotando mesmo padrão e em enfermarias similares; e ii) Segregação de espaço: alguns pacientes ficariam em enfermarias com acesso visual para um pátio interno e outros, para o jardim.

O resultado comprovou a tese de que os pacientes com vista para o jardim evoluíam no tratamento e recuperavam-se mais rapidamente dos que tinham visão para o pátio. Ademais, notou-se que o fato de estar integrados ao exterior proporcionava distração, orientabilidade

temporal e maior bem-estar psicológico aos internados.

Embora os resultados sejam indiscutíveis, não será explorado nesta pesquisa soluções que demandem de alteração na estrutura da edificação, visto que é uma opção de difícil implementação, especialmente em construções existentes, antigas, com pouquíssima flexibilidade e difícil mobilidade de ocupação.

2.6.2 Iluminação em Hospitais

Especialmente em hospitais, a iluminação de um espaço não pode ser projetada considerando tão somente os aspectos econômicos, quantitativos ou sociais. É essencial apreciar os benefícios fisiológicos e psicológicos da luz sobre o organismo humano, além da maneira como a iluminação pode colaborar para o conforto ambiental (CAVALCANTI, 2002).

Associada ao âmbito normativo ou quantitativo, portanto, há também a questão de que a infraestrutura física do hospital deve proporcionar aos usuários um conforto ambiental mínimo para o satisfatório desenvolvimento das atividades de assistência, bem como ofertar condições favoráveis para a recuperação dos pacientes.

Neste sentido, não se descartam os parâmetros normativos, em especial aqueles contidos na norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1, mas sim reforça-se a tese de que a iluminação qualitativa também precisa ser apreciada.

Alzubaidi e Soori (2012) justificam, alegando que o *design* do sistema de iluminação desempenha um papel importante em ambiente multiprofissional e diversificado, especialmente em salas de tratamento hospitalar. Nestes locais a iluminação deve buscar atender também, e de modo satisfatório, basicamente três tipos de demandas qualitativas: o conforto dos pacientes; os requisitos visuais críticos para a equipe assistencial; e o conforto e a necessidade visual dos visitantes.

Observa-se ainda que o ser humano possui percepção seletiva e inconsciente das informações visuais contidas no espaço. Ou seja, por meio da visão captura somente as informações essenciais à execução de suas tarefas, não processando desnecessariamente todos os estímulos recebidos do ambiente (CAVALCANTI, 2002).

Os agentes que permitem toda esta percepção do ambiente são, basicamente, a luz e a sombra. Além disso, nota-se que a luz afeta a saúde humana e o desempenho por meio dos seguintes mecanismos ou ações: habilita o desempenho das tarefas visuais; controla o sistema

circadiano do corpo; reduz a depressão; diminui o tempo de permanência; diminui a agitação; alivia a dor; afeta o humor, a percepção, o estresse e a satisfação (MEHROTRA, BASUKALA E DEVARAKONDA, 2015).

Os mesmos autores afirmam também que a o desconforto visual possui efeitos negativos, tais como: dores de cabeça, irritação ocular, fadiga e déficit de atenção (MEHROTRA *et al*, 2015).

Quanto a uma boa iluminação, de acordo com Góes (2004), esta prática revela e valoriza o espaço e seus componentes, tais como: formas, proporções, sombras e texturas. Além disso desperta o sentimento de conforto, motivação e bem-estar. O autor frisa que a iluminação estimula reações emocionais positivas ou negativas. E exemplifica: a luz amarela instiga a sensação de relaxamento, aconchego e o desejo de permanecer no local, diferentemente de ambientes com luz fria (branca azulada).

2.6.3 Lâmpadas e Tecnologias

O desenvolvimento tecnológico, especialmente da microeletrônica e de materiais, colabora para o surgimento ou melhoria de diferentes tipos de lâmpadas, destinadas para as mais variadas aplicações.

Nos projetos de edificações comerciais e de serviços, em geral, dois tipos de tecnologias de fontes artificiais de luz visível são empregados:

- a) Descarga em gases e vapores (fluorescentes, vapor metálico, etc.);
- b) Diodos Emissores de Luz (LED).

A primeira, devido a Portaria Interministerial nº 1.007/2010, a qual estabelece níveis mínimos de eficiência e prazos limites para o encerramento da fabricação, importação e comercialização de vários tipos de lâmpadas incandescentes, se enquadra como substituta imediata das lâmpadas proibidas. Pelo custo inicial ser menor que a opção LED, a lâmpada fluorescente absorveu grande parte da fatia deste mercado.

Comparada com a incandescente, a principal vantagem da lâmpada fluorescente é a economia de energia e a possibilidade de melhor iluminação no ambiente.

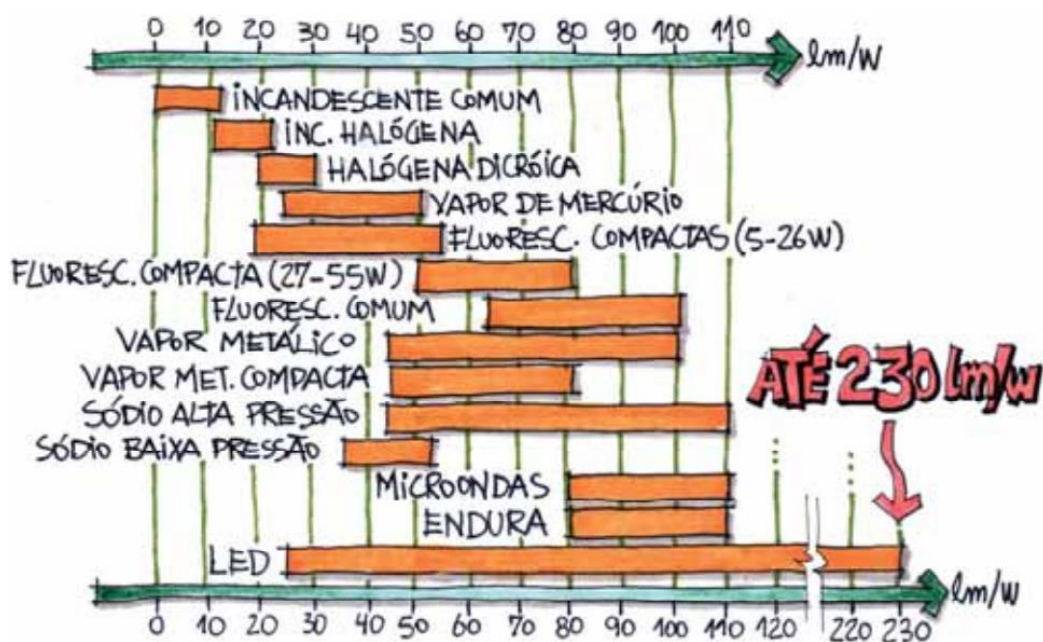
Basicamente elas podem ser classificadas em duas categorias, que diferem pelo tipo de conexão e pelo tamanho:

- a) Lâmpadas fluorescentes compactas: os modelos mais comuns empregam conexão elétrica compatível com o soquete tipo E27 (roscável) e mantêm formato semelhante com o das incandescentes, o que facilita a substituição destas pelas novas. Para atender uma variedade maior de aplicações, possuem diversos modelos e estilos.
- b) Lâmpadas fluorescentes tubulares: são compridas, em formato de cilíndrico (tubo), com terminais para soquete tipo G13 e não possuem reatores de partida integrados a lâmpada.

Já com relação ao segundo tipo de fonte luminosa (LED), o principal diferencial é a tecnologia: ao invés de filamento metálico (incandescentes e halógenas) ou de gás condutor (lâmpadas fluorescentes ou de vapor metálico), a fonte luminosa é um diodo, ou seja, uma solução inteiramente eletrônica para a iluminação.

Além disso, como pode ser notado pela Figura 6, a eficiência luminosa das lâmpadas de LED é bem maior que das demais, o que comprova que a tecnologia é promissora.

Figura 6 – Eficiência luminosa das lâmpadas



Fonte: Lamberts *et al.* (2014)

É conveniente salientar ainda que tanto Galina e Cavalcanti (2012), Freo (2013), Mehrotra *et al.* (2015), Marín *et al.* (2015), como outros pesquisadores comparam cenários e soluções baseados nas tecnologias disponíveis comercialmente, prevalecendo neste processo as lâmpadas fluorescentes e as de LED (*Light Emitting Diode*), estimulando o delineamento do estudo e direcionando-o para estas duas tecnologias.

Ainda com relação a comparação entre as duas tecnologias, outro fator importante a ser

considerado é a dissipação de calor destas lâmpadas, visto que muitos ambientes do hospital exigem controle térmico e o objetivo final é trazer maior eficiência à edificação como um todo.

De acordo com o Qin *et al.* (2009) *apud* Pessoa *et al.* (2013) as lâmpadas fluorescentes tubulares T8 e T5 dissipam em torno de 75% da energia por efeito Joule, enquanto as do tipo LED de alto brilho podem dissipar até 90% em forma de calor.

Contudo, para uma avaliação completa, deve-se considerar também a dissipação em termos absolutos, visto que, em geral, a dissipação da LED é menor, se comparada a uma lâmpada fluorescente de mesma intensidade luminosa, pois, normalmente, uma lâmpada fluorescente possui uma potência maior, justificada pela limitação do avanço tecnológico acerca da melhor eficiência luminosa, como pode ser notado na Figura 6.

No caso do hospital, onde a parcela do uso do sistema de climatização alcança 46% do consumo total de energia elétrica (SANTOS, 2018) esta diferença de dissipação passa a ser um valor significativo.

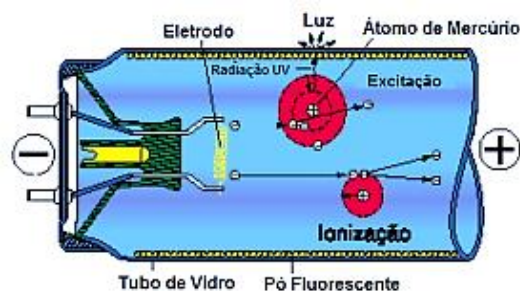
Com relação ao mesmo estudo citado por Pessoa *et al.* (2013), verifica-se que a eficiência luminosa das lâmpadas LED decresce conforme a temperaturas de trabalho aumenta, o que ocorre quando operam durante tempo prolongado. Além disso, ao exigir a troca de uma carga térmica maior por parte dos aparelhos de ar condicionado, o consumo de energia do sistema de climatização faz com que a eficiência geral da edificação reduza.

2.6.3.1 Fluorescente

Segundo Mamede (2002), as lâmpadas fluorescentes são aquelas compostas por um cilindro de vidro, com interior revestido por camada de fósforo de tipos variados. Em cada extremidade da lâmpada possui um eletrodo de filamento de tungstênio que, quando excitado por uma corrente elétrica, emite elétrons. Ao energizar a lâmpada, os eletrodos são submetidos a uma tensão elevada capaz de romper o dielétrico e ionizar o caminho, resultando na formação de um arco entre os mesmos.

Assim, resumidamente, a lâmpada fluorescente tubular emite luz por meio de uma corrente elétrica que circula por um gás ou vapor contido no interior do tubo de descarga, provocando, nesse processo, luz ultravioleta. Essa luz incide sobre o revestimento de pó fluorescente contido na parte interna do bulbo, que transforma essa energia ultravioleta em luz perceptível (OLIVEIRA, 2013).

Figura 7 – Processo de geração de luz por lâmpada fluorescente.



Fonte: Silva (2004).

A lâmpada fluorescente necessita operar com um modulador de corrente chamado reator, cuja finalidade é a de fornecer alta tensão elétrica transitoriamente para iniciar a descarga e, rapidamente atenuar a corrente para manter a descarga contínua, porém limitada e em segurança.

Observa-se que a qualidade do gás e o aprimoramento do revestimento no interior das lâmpadas continuam proporcionando melhoria na reprodução das cores e na redução no tamanho das lâmpadas, fortalecendo a aplicabilidade em ambientes como hospitais e clínicas.

Em geral, as lâmpadas fluorescentes possuem boa eficiência luminosa. Além disso, o fato de apresentarem baixa luminância pode ser considerado como uma vantagem adicional, visto que diminui a ocorrência de ofuscamento.

Já o efeito estroboscópico é uma desvantagem das lâmpadas de descarga, pois a excitação das lâmpadas oscila na mesma frequência da tensão de alimentação (60 Hz). Assim uma máquina rotativa cujo eixo gire em velocidade alta pode parecer estar parado e gerar algum acidente indesejado por falha humana. Para se reduzir este efeito, recomenda-se utilizar mais de uma lâmpada e conectá-las em circuitos distintos com o intuito de defasamento entre as piscadas.

Dentre os tipos tubulares mais comercializados no Brasil, destacam-se as: T12 (40 W), T8 (32 W) e T5 (28 W). A fluorescente T5 é mais eficiente por ter menor diâmetro, menor potência, vida útil de aproximadamente 20.000 horas e ainda manter fluxo luminoso equivalente ao das demais. Já a T8 é uma boa alternativa na substituição da fluorescente comum (tipo T12 de 40 W), pois pode aproveitar praticamente toda a infraestrutura existente, sendo uma ação de eficiência de custo relativamente baixo.

É de se destacar que no ramo de iluminação mundial, alguns fabricantes são considerados de vanguarda, principalmente pelo constante desenvolvimento tecnológico, podendo destacar os mais citados em publicações: Philips e OSRAM.

Contudo nota-se que produtos desenvolvidos por estes fabricantes ainda não são muito

empregados pelo mercado nacional, especialmente naquelas áreas pouco industrializadas ou distantes dos grandes centros urbanos, como é o caso de várias regiões do centro-oeste brasileiro.

Ainda sobre as evoluções das tecnologias das lâmpadas fluorescentes tubulares, Kos (2010) fomenta a discussão sobre a economicidade, a longo prazo, ao se empregar a lâmpada T8 XLL (25 W), ilustrada na Figura 8, em ambientes hospitalares com controle de temperatura ambiente (próxima de 25 °C). Salienta-se que a vida útil deste modelo é relativamente alto, cerca de 46.000 h, e que o comportamento do desempenho nestas temperaturas supera o detectado pela lâmpada T5, como pode ser observado pela Figura 9.

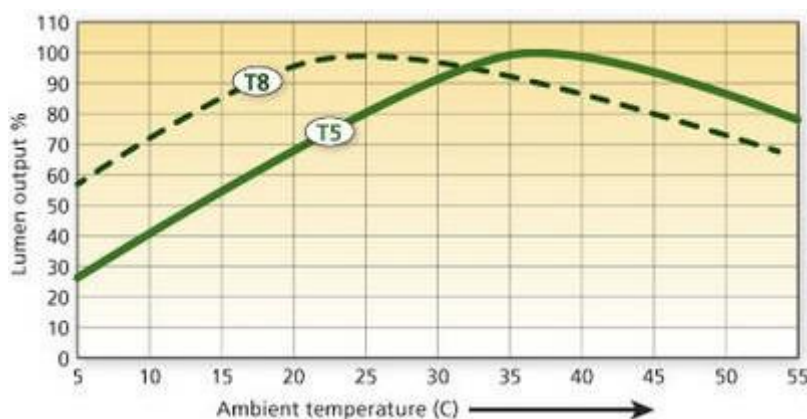
Figura 8 – Lâmpada fluorescente T8 25 W – modelo F32T8/ADV841/XLL ALTO



Fonte: Philips (2018a)

O mesmo autor destaca ainda que é possível obter significativa economia quando se considera o custo da manutenção hospitalar.

Figura 9 – Desempenho Luminoso (%) em função da Temperatura (°C)



Fonte: Kos (2010)

Ao analisar a Figura 9, nota-se que, para valores superiores ou inferiores de temperatura ambiente, o rendimento decai significativamente e há um comportamento característico do desempenho de lâmpadas fluorescentes, contudo dependendo do modelo a curva se desloca no eixo das abscissas (x), em razão da temperatura de ótimo desempenho.

2.6.3.2 *Light Emitting Diode (LED)*

O LED, ou diodo emissor de luz, é um componente eletrônico semicondutor com capacidade de converter energia elétrica em luminosa com baixo consumo. Esse processo de conversão é chamado eletroluminescência.

De acordo com Pessoa *et al.* (2013) a tecnologia LED já se apresenta como ótima opção de iluminação para diversos fins, contudo ainda necessita superar a deficiência no quesito de qualidade para a realização de atividades visuais específicas no interior de edificações.

Pessoa e Ghisi (2015) citam o estudo apresentado por Ryckaert *et al.* (2012), que, por meio de comparação de medições de vários parâmetros, além da eficiência luminosa, permitiu concluir que a qualidade da iluminação da tecnologia LED é inapropriada para uma série de usos. Nesta pesquisa foram testados vários modelos disponíveis no mercado, avaliando os principais quesitos em comparação com as fluorescentes tubulares, podendo destacar: fluxo luminoso, fidelidade de cores, temperatura de cor, iluminância, intensidade e eficiência luminosa.

A depender da qualidade, pode-se encontrar níveis de eficiências para LED menores dos valores médios oferecidos pelas fluorescentes, o que não permite afirmar imediatamente que o LED é sempre mais eficiente.

No entanto, a questão ambiental é um ponto favorável para a tecnologia LED. Segundo Pessoa *et al.* (2013), considerando a avaliação do período de vida útil e dos impactos ambientais relativos aos processos de fabricação, uso e descarte, as lâmpadas de LED geram impactos ambientais menores que as fluorescentes compactas, por exemplo, visto que estas contêm mercúrio na sua constituição.

Assim, as lâmpadas LED causam menor risco para a saúde dos consumidores e para o meio ambiente, podendo, inclusive, ser descartadas em lixo comum.

Elas também possuem várias outras vantagens em relação às outras tecnologias: não emitem radiação ultravioleta e infravermelha (sendo mais confortável para os olhos) e são mais difíceis de quebrar. Mesmo que isso aconteça, um revestimento especial impede que cacos se espalhem pelo ambiente preservando a saúde e a segurança do usuário.

Essa última característica é muito importante quando se trata de ambientes com controle de qualidade e destinados a manipulação de material passivo de contaminação, como é o caso de laboratórios, farmácia e salas de procedimento.

Outro ponto favorável ao LED é que a tecnologia ainda está em desenvolvimento e com

promissor horizonte de avanços, o que, de certa forma, a permite manter a busca pela melhoria do produto e assim se consolidar como solução de melhor relação custo-benefício.

A avaliação de viabilidade e economicidade se baseia fortemente no custo de implantação, e como destacado na Figura 10, os preços das lâmpadas de LED estão reduzindo vertiginosamente, o que deixa esta solução gradativamente mais atrativa.

Figura 10 – Evolução do preço das lâmpadas LED.

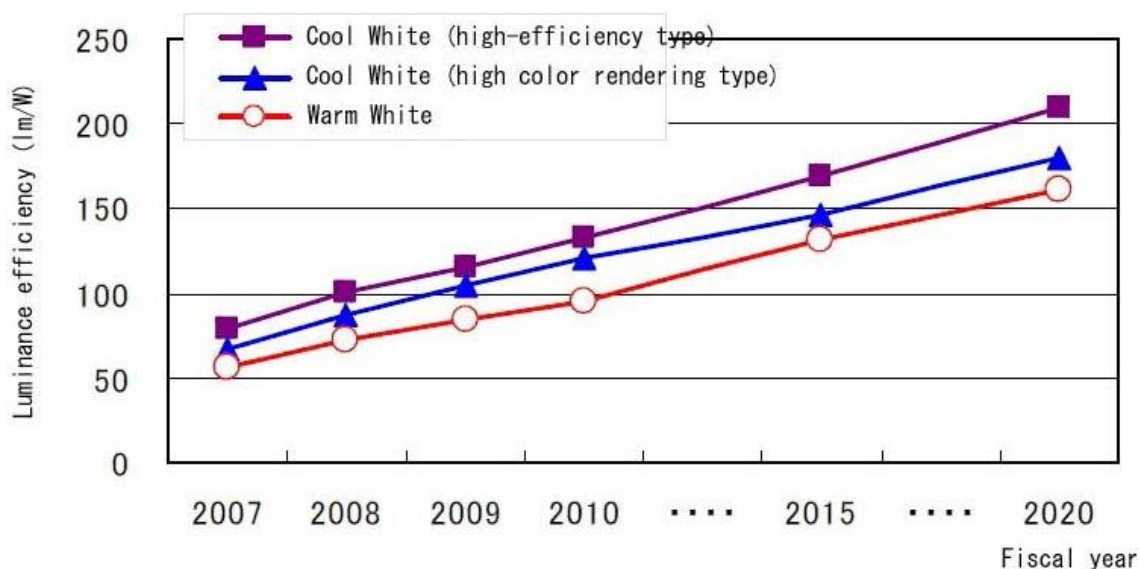


Fonte: REVISTA LAUNDRY&CO (2016)

O que comprova o reflexo do avanço tecnológico, por parte dos fabricantes, sendo a de maior destaque a busca de maior eficiência luminosa, ou seja, emitir mais luz visível com menor potência.

Percebe-se, por meio da Figura 11, que a tendência da eficiência luminosa do LED é crescente e, neste cenário, espera-se ultrapassar 150 lm/W em 2020.

Figura 11 – Projeção da Eficiência Luminosa do LED até o ano de 2020.



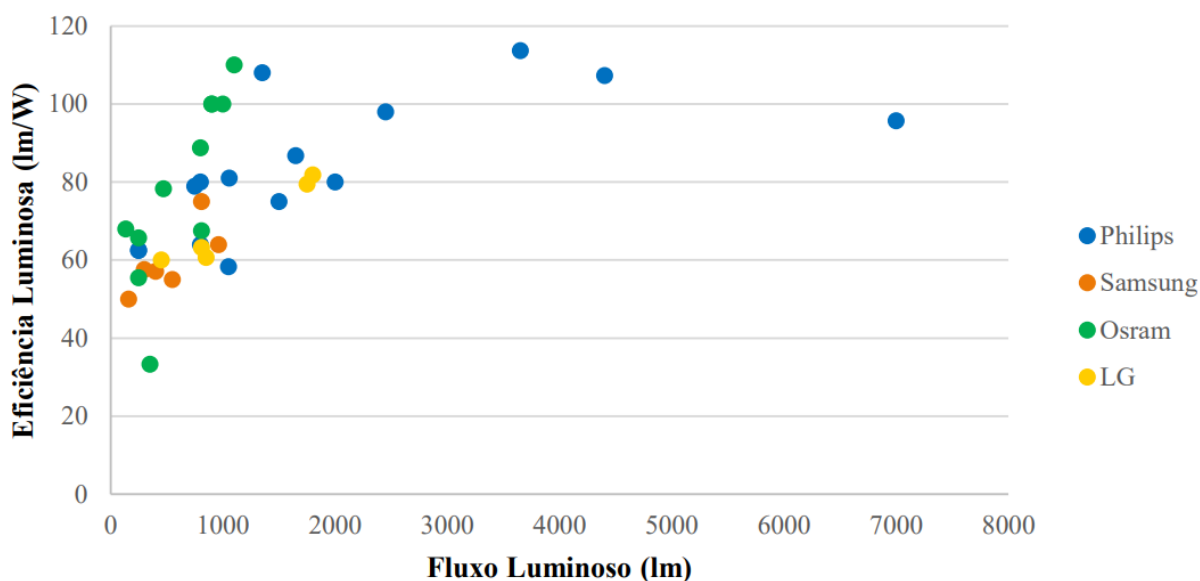
Fonte: Iwashita² (2011)

Em estudo realizado em 2013 e revisado em 2015 por Pessoa e Ghisi, publicado pelo

² Acesso pelo portal O Setor Elétrico, cujo endereço direto é: <https://www.osetoelettrico.com.br/leds-iluminacao-do-presente-ou-do-futuro-muito-vem-se-falando-dos-leds-para-iluminacao-sua-alta-eficiencia-luminosa-elevada-vida-util-e-ausencia-de-componentes-nocivos-como-mercúrio-vem-atraindo-cada/>

CB3E-UFSC (Centro Brasileiro de Eficiência Energética em Edificações da Universidade Federal de Santa Catarina), a eficiência luminosa dos produtos LED já ultrapassa 110 lm/W, conforme evidencia a Figura 12. Atualmente já estão disponíveis lâmpadas de LED que superam 125 lm/W (PHILIPS, 2018c).

Figura 12 – Relação entre fluxo luminoso e eficiência luminosa dos produtos LED encontrados no mercado brasileiro



Fonte: Pessoa e Ghisi (2015)

Por estes motivos e também pela alta eficiência do LED, esta tecnologia é comumente empregada, contudo é preciso analisar cuidadosamente cada caso, pois Freo (2013) verificou que embora os preços das lâmpadas LED estejam reduzindo gradativamente, ainda apresentou um custo elevado em relação aos sistemas convencionais, concluindo, na ocasião, que a opção de menor RCB foi a que utiliza lâmpadas fluorescentes tubulares.

Igualmente, Pessoa e Ghisi (2015) concluem que a eficiência luminosa oferecida pelas lâmpadas de LED é, muitas das vezes, próxima à apresentada pelas fluorescentes, assim a troca de um produto por outro não pode ser considerada ser uma ação tão trivial e arbitrária, exigindo do profissional uma análise individualizada (caso a caso).

2.6.4 Luminárias

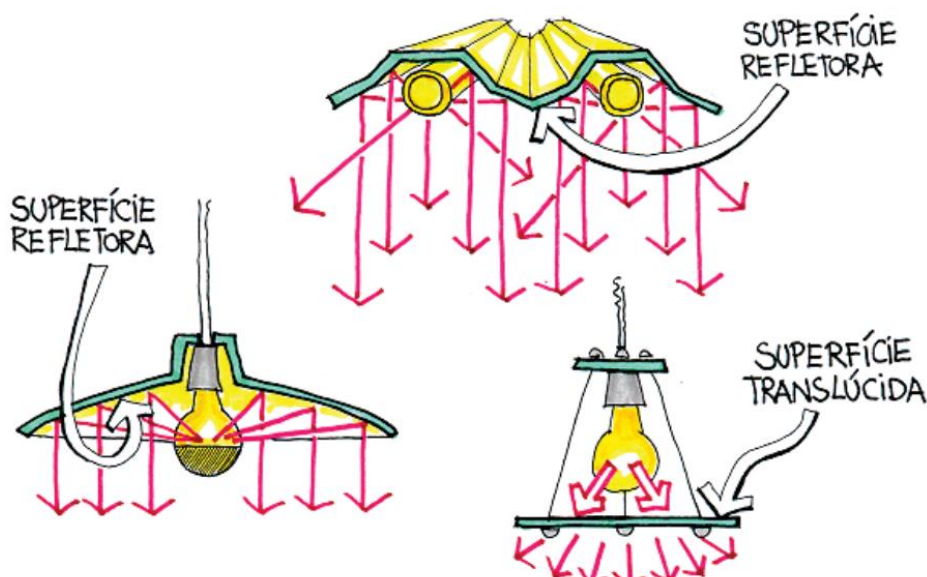
O desempenho do sistema de iluminação artificial é proporcional à eficiência da luminária adotada. Logo, sua eficiência e suas características de emissão são consideravelmente

importantes no processo de avaliação de uma luminária e também do sistema, como um todo.

Observa-se que uma parcela da luz emitida pela lâmpada é absorvida pela luminária, enquanto a parte restante é emitida ao ambiente. O que impacta no rendimento da luminária. Este rendimento pode ser calculado pela relação entre o percentual de luz emitida pela luminária em razão da luz emitida pela lâmpada. Assim, o desempenho é influenciado por variáveis que interferem diretamente no valor da fração de emissão da luz da luminária, podendo destacar: estado de conservação; forma; materiais empregados na sua construção; refletância das suas superfícies; dispositivos usados para proteger as lâmpadas; entre outros.

Como pode-se perceber pela Figura 13, a luminária, além de oferecer a estrutura de suporte às lâmpadas, possuem a característica de controlar, distribuir e filtrar, ou seja, pode modificar o fluxo luminoso original da lâmpada, bem como direcioná-lo para certas regiões ou ainda diminuir o ofuscamento com a redução da quantidade de luz incidente (LAMBERTS *et al.*, 2014).

Figura 13 – Tipos de Luminárias.



Fonte: Lamberts *et al.* (2014)

É importante notar que, de acordo com a Senzi (2006) *apud* Moreira (2010), o mercado brasileiro não direciona esforços no sentido de desenvolver uma linha de luminárias específicas para o segmento hospitalar. O que ocorre é um aproveitamento das opções existentes na tentativa de atender principalmente a legislação sanitária. Muitas vezes, utiliza-se peças sem avaliar sua real eficiência, rendimento e eficácia na retenção de bactérias, resíduos e poeira.

Figura 14 – Luminária de embutir hermética vedada com borracha e vidro temperado.



Fonte: DoutorLuz (2018)

Como já dito anteriormente, em ambientes com controle de qualidade e destinados a manipulação há a exigência de se prover infraestrutura que evite a contaminação, por isso o uso de luminárias com vedação, conhecidas comercialmente como luminária “sala limpa” (Figura 14).

Quanto a distribuição das luminárias no ambiente, a premissa no prisma da eficiência energética é que o projeto luminotécnico determine tal distribuição de maneira a complementar a luz natural disponível e, essencialmente fazê-la com previsão de acionamento setorizado, de forma a atender a demandas dos usuários e viabilizar a economia de energia elétrica. Por exemplo em salas com equipamento multimídia, quando há a necessidade de apagar as luminárias mais próximas da tela de projeção enquanto as mais afastadas são mantidas acesas. Ou ainda, quando a integração com a iluminação natural proveniente das janelas permita se manter desligadas as lâmpadas imediatamente próximas, contribuindo para a conservação de energia e na distribuição homogênea da luz no interior do ambiente.

No entanto, o mais comum é um interruptor acendendo todas as luminárias. E, neste sentido, a conscientização dos usuários e o uso de soluções de controle automático podem ser empregadas como medidas direcionadas para uso racional da energia.

2.6.5 Reatores

O reator influencia significativamente no desempenho de uma lâmpada fluorescente, pois absorve uma parcela da energia por aquecimento e, dependendo dos filtros empregados, pode causar distorções na rede, bem como reduzir o fator de potência.

Persistem no mercado, basicamente, três modelos: o reator eletrônico, o convencional,

e o de partida rápida, sendo que o eletrônico é o que apresenta melhor desempenho. Os reatores eletrônicos apresentam consumo menor de energia, geram um fluxo luminoso maior e constante das lâmpadas e possuem longa vida útil.

De acordo com Moreira (2007), o rendimento do reator convencional fica na faixa de 75%, enquanto que do eletrônico é da ordem de 85%. Observou-se ainda o rendimento de um reator eletrônico é otimizado quando opera em frequência próxima de 30 kHz, embora sejam fabricados para funcionar em uma faixa de frequência mais larga (entre 20 e 60 kHz).

É conveniente ressaltar que os reatores são itens essenciais para o correto funcionamento das lâmpadas fluorescentes. Eles permitem o acendimento das lâmpadas, regulam a corrente elétrica, fornecem a potência adequada para a boa operação das lâmpadas. Além disso, podem variar o fluxo luminoso, mas para isso precisam ser do tipo *dimmer*.

Os reatores eletrônicos dimerizáveis são capazes de ajustar o fluxo luminoso de lâmpadas fluorescentes em função do sistema de controle, tornando o sistema de iluminação mais flexível, eficiente e prático, de modo a proporcionar uma melhor adequação do nível de iluminação exigido.

2.6.6 Sistema de Controle

A função do sistema de controle de luz é fornecer, quando necessário, somente a quantidade de luz suficiente para o usuário desempenhar sua função, contribuindo para a conservação de energia elétrica, sem prejudicar o conforto e segurança. Este controle pode ser implementado por meio de diversos dispositivos, permitindo simplesmente comandar o acionamento da lâmpada ou automaticamente variar a intensidade luminosa dela. O comando automático envolve o emprego de sensores de ocupação ou de luminosidade, sistemas com controle fotoelétrico e sistema de propagação de tempo.

Reservadas as devidas proporções, tanto as soluções de baixa tecnologia como as de alta tecnologia para controlar a iluminação revelam-se eficazes. Por exemplo: um projeto que contemple interruptor único (controle centralizado de iluminação) para acionar diversas luminárias em uma sala estará incoerente com as diretrizes de uso racional de energia, principalmente se for considerado o horário fora do funcionamento normal da edificação, momento em que o ambiente costuma encontrar-se desocupado e quando a equipe responsável pela organização e limpeza realiza suas atividades. Neste horário é comum se deparar com toda

a iluminação artificial ligada, muitas vezes, sem real necessidade.

Desta forma, uma proposta simplificada seria a de rearranjo na disposição de luminárias e interruptores, seccionando o acionamento e, assim, proporcionando razoável economia de energia. Adicionalmente, outra proposta seria a de desenvolvimento de ação administrativa, imediata, de baixa tecnologia e baixo custo, a qual muitos estabelecimentos, inclusive hospitais, podem adotar: a conscientização sobre conservação de energia. O foco da campanha de conscientização específica sobre desperdício na iluminação é basicamente o treinamento do recurso humano para desligar as luzes quando os ambientes não estão em uso.

Como alternativa, há ainda a opção do uso de sistemas de iluminação com controle de alta tecnologia assegurando que a iluminação elétrica seja usada somente quando necessária e limitada a quantidade suficiente. Deste modo, este conjunto apresenta maior desempenho e reduz significativamente o uso de energia elétrica.

Ainda neste contexto e considerando a realidade de hospitais, Taddonio (2011) lista algumas soluções aplicáveis a eles:

- a) Incorporar controles de iluminação natural em salas de pacientes e espaços públicos com grandes áreas de janela, evitando a incidência direta e o ofuscamento;
- b) Instalar sensores de presença em ambientes que não possuam ocupação frequente: banheiros, escadas, antecâmaras, áreas de serviço e salas técnicas.
- c) Incorporar sensores de movimento externos, que economizam energia e podem melhorar a segurança.
- d) Empregar fotosensores para controle dos níveis de iluminação próximo às janelas, reduzindo a luz artificial em virtude do aproveitando a luz natural.
- e) Integrar os controles que permitam a variação contínua do fluxo luminoso (*dimmer*);

Como exemplo de demanda, o Núcleo de Pesquisa e Estudos Hospital Arquitetura (NUPEHA) revela que as Unidades de Tratamento Intensivo são possivelmente os ambientes dos hospitais que mais estão integrados com a luminotécnica. Isso ocorre pelo fato de o setor precisar ser iluminado de forma satisfatória para que a equipe assistencial desenvolva seu trabalho, sem interferir no conforto dos pacientes. Souza (2012) corrobora ao citar Neide Senzi, afirmando que, para o caso de UTI, a automação é a solução mais eficaz e eficiente.

“Com as luzes setorizadas, as enfermeiras podem trabalhar durante a noite sem atrapalhar os que dormem e os pacientes podem controlar individualmente a intensidade da luz durante o dia. Esse controle além de contribuir para a recuperação do paciente ainda diminui o consumo de energia.”

Ademais, em complemento ao sistema de controle, Rosa (2002) expõe que a manutenção e limpeza de lâmpadas e luminárias também colaboram para o aumento da eficiência do sistema.

2.6.6.1 Sensor de movimento e presença

O sensor de movimento é conhecido também como sensor infravermelho ou PIR (*Passive InfraRed*) e baseia-se na verificação passiva da radiação infravermelha emitida, na forma de calor, pelos objetos e corpos quentes localizados próximos a ele. Assim, a detecção de movimentação é notada pela variação dessa radiação no ambiente em monitoramento.

O sensor de presença, na maioria dos modelos, emprega a tecnologia do ultrassom e funciona baseado no princípio do Efeito Doppler. O sensor fica monitorando a reflexão da onda sonora emitida por ele para o ambiente e a detecção de ocupação deste ambiente é percebida toda vez que a onda refletida é recebida de maneira diferente. Ainda, pelo fato de possuir alta sensibilidade, podendo detectar até mesmo movimentos muito leves, torna-se indicado para detecção de ocupação em ambientes com atividades de pequena movimentação.

Figura 15 – Tipos de sensores de presença e movimento



Fonte: Google Imagens (2018)

Existem também sensores que integram as duas tecnologias (sensor dupla tecnologia), conjugando os sensores infravermelhos e ultrassônicos, como pode ser notado na Figura 15(c). Sua instalação é indicada para locais que possuem muitas variáveis de interferência, tais como: oscilação de temperatura e luminosidade, animais e objetos em constantes movimentações.

Assim o sensor de presença e movimento combina radiação infravermelha e vibrações ultrassônicas para detectar tanto o movimento quanto a presença de pessoas, ou seja, verifica a ocupação do local onde encontra-se instalado. Deste modo, impede que ambientes vazios fiquem com as lâmpadas ligadas e ainda proporciona acionamento automático quando

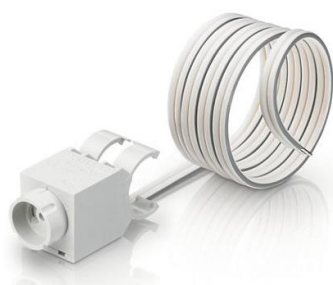
necessário. Resumidamente, evita que o usuário esqueça de desligar o interruptor.

Para melhorar ainda mais este controle pensou-se na possibilidade de acionar a luz artificial somente quando não houver boa influência de luz natural. Assim a iluminação não acenderá mesmo havendo movimentação, otimizando ainda mais a economia de energia.

2.6.6.2 Sensor de Luminosidade

O sensor de luminosidade é um transdutor fotoelétrico e tem a função de converter a luminosidade do ambiente em um sinal elétrico, de forma que os reatores eletrônicos possam interpretar qual é a luminosidade do ambiente.

Figura 16 – Tipos de sensores de luminosidade.



(a) *LuxSense*



(b) *ActiLume MicroLuxSense*

Fonte: Philips (2018b)

Este sensor mede a intensidade da luz refletida pelo plano abaixo dele, visto que são instalados junto a luminária ou até fixados diretamente na lâmpada. Com isso viabiliza a ação, por parte do reator dimerizável, de efetuar a regulação do fluxo luminoso a ser emitido pela lâmpada, ajustando assim a luminosidade para mais e para menos, na tentativa de manter o valor medido próximo ao pré-configurado (regulagem manual no sensor).

Em catálogo de fabricante, há indicação de que a comunicação da medida é realizada por meio do sinal analógico 1~10 Vdc e também que alguns sensores possuem a funcionalidade de retardo de desligamento ajustável de 1 a 30 min, podendo ser bastante útil em ambientes que há a necessidade de se manter por um determinado tempo a luz artificial acionada mesmo sem ocupação aparente.

2.6.6.3 Minuteria ou programador de tempo

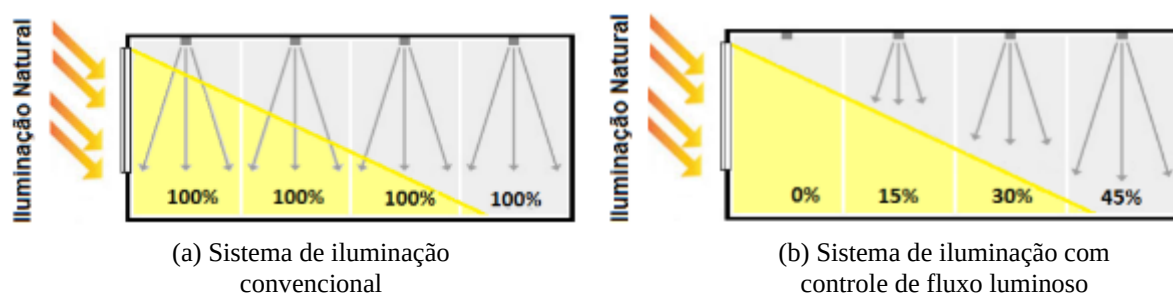
Os programadores de tempo ou minuterias atuam desativando a iluminação artificial após decorrido um tempo a partir do acionamento manual pelo usuário do sistema ou por um sensor. Este dispositivo foi muito empregado em ambientes de circulação, tais como corredores e escadarias, pois evita que ambientes desocupados fiquem com as lâmpadas acesas desnecessariamente.

2.6.6.4 Reator ou *driver* dimerizável

O reator ou *driver* chamado dimerizável é o dispositivo eletrônico com capacidade de variar o fluxo luminoso da lâmpada fluorescente. Estes dispositivos permitem a conexão a uma grande variedade de acessórios, desde um simples controle manual para pequenos sistemas até sistemas mais complexos em que se queira aproveitar a iluminação natural de um ambiente.

Ilustrando este aproveitamento da luz natural, Oliveira (2014) apresenta visualmente o processo de controle e demonstra o potencial de economia por meio da Figura 17 e também da Figura 18.

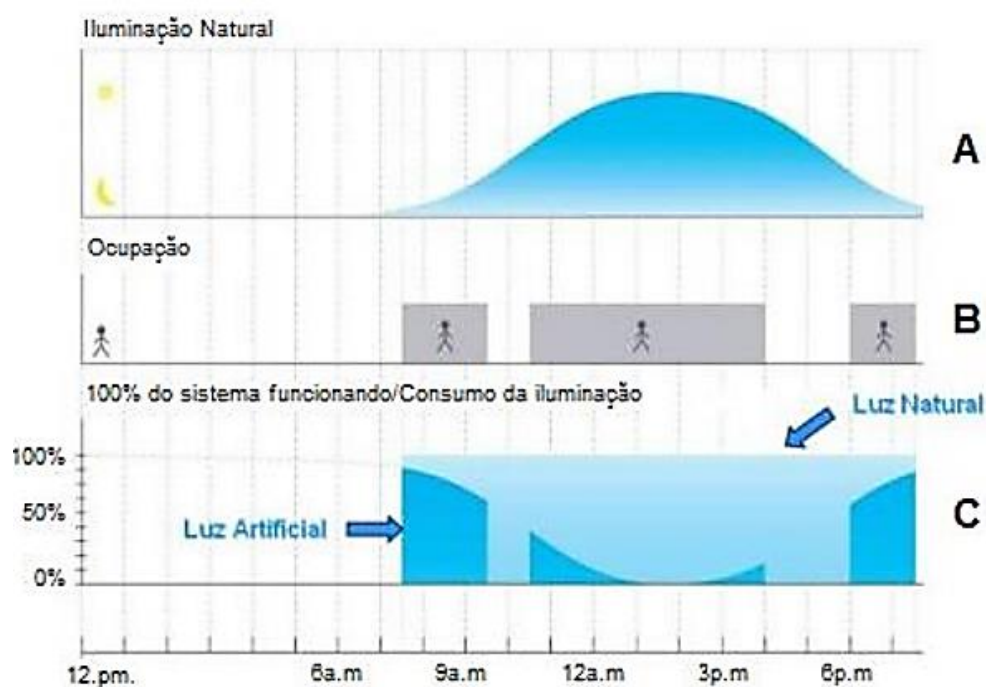
Figura 17 – Sistema de iluminação sem e com controle de fluxo luminoso.



Fonte: Oliveira (2014)

A estimativa de economia de energia em um ambiente projetado para o aproveitamento da iluminação natural e com o sistema autônomo mais sofisticado é mostrado pelo estudo de caso da Figura 18.

Figura 18 – Uso de sensor de presença e luminosidade e o potencial de economia.



Fonte: OSRAM (2013) *apud* Oliveira (2014)

É possível notar que a Figura 18 é estruturada em 3 partes, onde a (A) é a curva de incidência solar, a (B) é a indicação dos momentos de ocupação do ambiente; e a (C) é a curva de simulação da atuação do sistema de controle da iluminação artificial, demonstrando os momentos de desligamento das lâmpadas (ação do sensor de presença) e o percentual de luz artificial inserida em complemento à natural, variando ao longo do dia para garantir a luminosidade necessária para o ambiente.

2.6.7 Temperatura e IRC

A cor aparente de uma fonte luminosa é designada pela sua cromaticidade ou temperatura correlata de cor, a qual é definida pelo comparativo entre a aparência de uma fonte artificial e aquela emitida por um corpo negro. Assim a temperatura de cor de uma fonte luminosa, medida em uma escala de graus Kelvin (K), permite identificar a tonalidade percebida da luz emitida por determinada fonte luminosa.

Figura 19 – Variação da Temperatura de Cor.



Fonte: PdLED (2018)

A tonalidade da luz emitida por uma fonte pode ser notada como mais amarelada ou de um branco intenso, assim como ocorre com a cor da luz do sol. Durante o crepúsculo, a luz do sol é mais amarelada e durante o restante do dia mais branca. As lâmpadas artificiais também oferecem essa diferença de tonalidade da luz emitida, como pode ser percebido na Figura 19.

Percebe-se, por meio da Figura 20, que ao se alterar a temperatura da cor a sensação ambiental modifica-se intensamente, transformando completamente a percepção do local.

Figura 20 – Ambientes com lâmpadas de Temperatura de Cor de 2700 K, 4000 K e 6500 K.



(a) 2700K



(b) 4000K



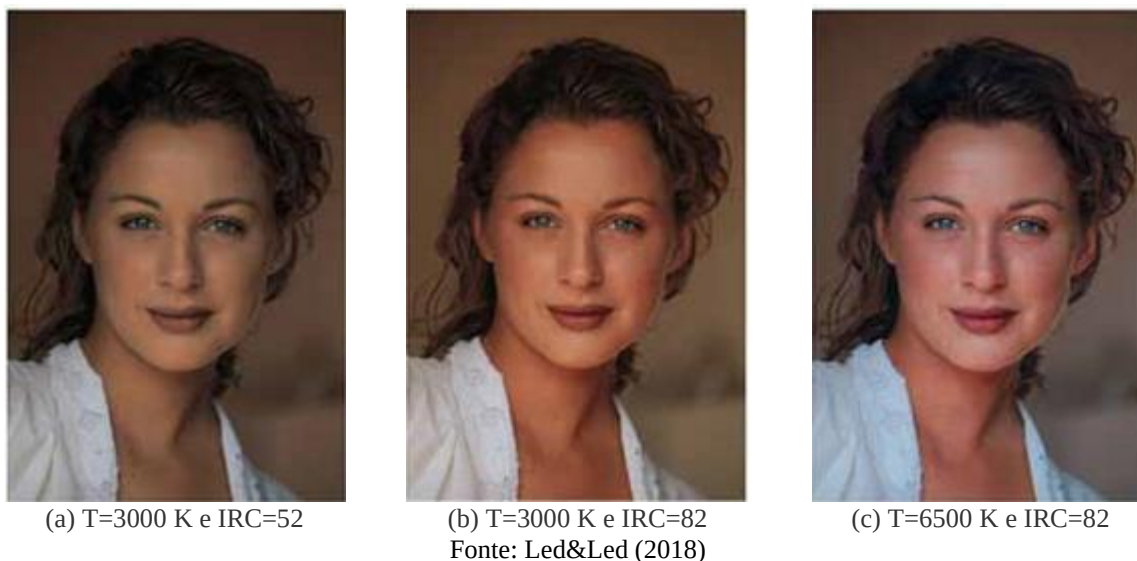
(c) 6500K

Fonte: Led&Led (2018)

O Índice de Reprodução de Cores (IRC) também é um parâmetro importante e igualmente determinante para a percepção das cores dos objetos. Ele varia de 0 a 100 a depender da correspondência entre a cor de um objeto observado sob uma determinada fonte luminosa e a sua mesma aparência diante de uma fonte luminosa de referência, normalmente a luz natural, cujo IRC equivale a 100%.

Desta maneira, o IRC indica a correspondência entre uma fonte que se pretende avaliar e a fonte de referência, para uma mesma temperatura de cor. Quanto maior a fidelidade de uma fonte artificial em reproduzir as cores tal como o sol, mais próximo de 100 será o IRC atribuído.

Figura 21 – Simulação de mudança de Percepção ao alterar o IRC e a Temperatura de cor.



De acordo com CEI (2001), em ambientes onde há necessidade de se realizar exames clínicos, o índice de reprodução das cores (IRC) da lâmpada não deve ser inferior a 80 para que o paciente apresente sua coloração normal ao ser realizado um diagnóstico ou até mesmo quando ela já estiver internada seja fiel e não distorcida, podendo causar um diagnóstico falso. Neste sentido, pesquisas norte-americanas apontam a temperatura de cor preferida em hospitais entre 4000 K e 4500 K, com IRC de 90.

2.7 Indicadores Econômicos

A análise da viabilidade de execução do *retrofit* normalmente é baseada nas questões técnicas e econômicas, visto que as soluções técnicas necessitam de investimento e todo recurso público precisa ser muito bem empregado e justificado.

Os estudos econômicos, além de fornecer base para tomada de decisão da autoridade competente em descentralizar recursos, são quesitos obrigatórios em chamadas públicas de Projetos de Eficiência Energética (PEE).

De acordo com a NBR 14653-4, a qual tratada avaliação de empreendimentos, o resultado final das análises de viabilidade econômica pode ser expresso sob a forma de taxas internas de retorno, valor presente líquido (VPL), períodos de recuperação (*payback*), entre outros.

Além desses indicadores, a TMA (taxa mínima de atratividade) é relatada por Rebelatto

(2004) como principal parâmetro de verificação se o projeto é economicamente viável.

Observa-se que todos estes indicadores são baseados nos conceitos tradicionais de fluxo de caixa.

2.7.1 Fluxo de caixa

O Fluxo de Caixa é um procedimento básico para o estudo de viabilidade. Por meio do fluxo de caixa, pode-se estimar perdas e ganhos futuros, visto que o estudo de viabilidade remete a projetos ainda não implantados.

No caso de *retrofit*, considera-se o custo de implantação como investimento inicial (I_0) e periodicamente, como fluxo de caixa, a economia gerada entre o sistema proposto e o sistema existente, considerando também o custo com manutenção. Este fluxo de caixa deve ser estruturado até que se alcance a vida útil do equipamento ou sistema.

Para o cálculo do *payback* descontado deve-se ajustar monetariamente o valor do fluxo caixa para o presente, adotando a taxa de desconto para isso, igualmente é feito no VPL.

2.7.2 Valor Presente Líquido (VPL)

O método do VPL caracteriza-se pela projeção das despesas e receitas futuras já corrigidas a uma taxa de desconto, ou TMA, convertendo-as para o momento inicial do fluxo de caixa, ou seja, este método transporta para o tempo zero ($t = 0$) todos os desembolsos e recebimentos previstos em um fluxo de caixa (FC_t), descontando à taxa de juros (r) fixa. A expressão para o cálculo é definida pela equação (1):

$$VPL = \sum_{t=1}^T -I_0 + \frac{FC_t}{(1+r)^t} \quad (1)$$

Onde: I_0 é o investimento inicial;
 t é o período de tempo de cada fluxo de caixa;
 FC_t é o valor do fluxo de caixa no tempo t ;
 r é a taxa de desconto;
 T é o tempo de desconto do último fluxo de caixa.

Salienta-se que em caso de o VPL ser positivo, significa que a proposta de investimento é atrativa. Assim quanto maior for este valor positivo, mais atrativo será o projeto.

2.7.3 Taxa Interna de Retorno (TIR)

O método da Taxa Interna de Retorno (TIR) consiste no cálculo da taxa capaz de igualar o fluxo de caixa acumulado e descontado ao custo do investimento inicial, ou seja, capaz de zerar o VPL de um fluxo de caixa.

$$I_0 = \sum_{t=1}^T \frac{FC_t}{(1 + TIR)^t} \quad (2)$$

Onde: VPL = 0; valor presente líquido nulo
 I_0 é o investimento inicial;
 FC_t é o valor do fluxo de caixa;
TIR é a taxa interna de retorno ($r = TIR$);
T é o tempo de desconto do último fluxo de caixa.

Para a análise dos resultados deste processo, utiliza-se como base para comparação o valor da TMA. Desta forma, entende-se como viável o projeto que apresentar a TIR maior que a TMA.

2.7.4 Payback descontado

O método de *payback* descontado determina a quantia de períodos necessários para que o investimento inicial seja totalmente amortizado pelas receitas líquidas, já corrigidas para o valor presente, baseado em uma taxa de desconto. A partir deste marco o projeto começa a gerar lucros.

3 METODOLOGIA

Inicialmente, é conveniente ressaltar que a seleção deste *locus* de pesquisa foi motivada também pelo acesso a informações técnicas e para a aquisição de dados, visto que o pesquisador já exerce função técnica no mesmo local.

Ademais, com o pressuposto de que há o interesse do gestor público no desenvolvimento de estudos relacionados com eficiência energética e sustentabilidade no âmbito do hospital, optou-se em suprimir da metodologia a fase preliminar relativa à anuência da governança do hospital.

Assim, baseado principalmente no estudo elaborado por Moreira (2010), o qual já sinaliza uma perspectiva bastante otimista sobre a viabilidade de implantação de *retrofit* nos sistemas de iluminação de hospitais, buscou-se um método ajustável para a realidade regional e às particularidades do hospital. Sendo, portanto, adotada para este trabalho uma metodologia derivada daquela apresentada por Ghisi (1997).

A metodologia adaptada pode ser seccionada nas seguintes etapas:

- a) Estimativa de usos finais;
- b) Levantamento situacional do sistema de iluminação artificial;
- c) Avaliação dos setores, ambientes ou serviços de maior relevância;
- d) Avaliação das condições da iluminação natural;
- e) Identificação e seleção de boas práticas e tecnologias de modernização de sistema de iluminação com potencial de aplicabilidade à realidade hospitalar;
- f) Elaboração de propostas de projeto luminotécnico;
- g) Avaliação de iluminâncias do novo projeto;
- h) Análise da viabilidade técnico-econômica;

Desta forma, a análise sobre *retrofit* no sistema de iluminação exigiu, inicialmente, a segregação das cargas e a determinação da participação da iluminação artificial no uso final de energia elétrica em hospitais. Contudo, tendo em vista que a medição direta não foi possível de se realizar, devido aos circuitos serem conjugados e, portanto, à necessidade de muitos medidores, optou-se em obter tais dados por meio de pesquisa bibliográfica e complementada por levantamento da potência instalada, regime de funcionamento, consumo global da edificação.

O levantamento de potência instalada e consumo estimado, ambos relativos à iluminação artificial, associados às áreas dos ambientes, refletância e níveis atuais de iluminância, permitem a formação de indicadores de eficiência do sistema, bem como sua

situação no tocante ao atendimento de parâmetros normativos.

Ainda, para subsidiar as propostas do tipo de controle do novo projeto luminotécnico, teve-se que levantar o potencial de aproveitamento da iluminação natural.

Já na etapa de projeto, foram, primeiramente, identificadas as tecnologias disponíveis e adaptáveis ao ambiente hospitalar. Na sequência, por meio de ferramenta computacional que simplifica a aplicação do método dos lúmens e adotando as especificações técnicas de luminárias e lâmpadas, determinou-se as quantidades destes dispositivos de maneira a atender a iluminância média padronizada e, conseqüentemente, às exigências visuais de conforto.

3.1 Levantamento de consumo de energia elétrica no Hospital

Para delinear como se deu o levantamento de consumo e a identificação do uso final de energia elétrica relativo ao sistema de iluminação, iniciou-se com as informações pertinentes relativas ao local da pesquisa e sua infraestrutura.

Neste processo as informações foram coletadas do histórico das faturas e também da memória de massa do medidor da concessionária. Já as potências das lâmpadas foram levantadas durante as visitas aos locais. Todos estes dados foram tabulados com o auxílio de ferramenta computacional destinada a edição de planilhas.

3.1.1 Local de realização da Pesquisa

O local selecionado para o desenvolvimento da pesquisa foi o Hospital Universitário Maria Aparecida Pedrossian (HUMAP-UFMS), localizado no município de Campo Grande, Estado de Mato Grosso do Sul.

Este hospital possui área construída de quase 30.000 m², com aproximadamente 230 leitos ativos, e oferece aos usuários do Sistema Único de Saúde (SUS) os serviços de prestação de atendimento imediato de urgência e emergência, por meio do PAM (Pronto Atendimento Médico) e eletivo de promoção e assistência à saúde em regime ambulatorial e de hospital-dia, bem como a prestação de atendimento de assistência à saúde em regime de internação e de apoio ao diagnóstico e terapia. Além destes, mantêm também os serviços de apoio à gestão

administrativa, apoio técnico e logístico e ainda de formação e desenvolvimento de recursos humanos (ensino) e de pesquisa.

Figura 22 – Vista aérea do Hospital Universitário Maria Aparecida Pedrossian (HUMAP)



Fonte: Do Autor (2018)

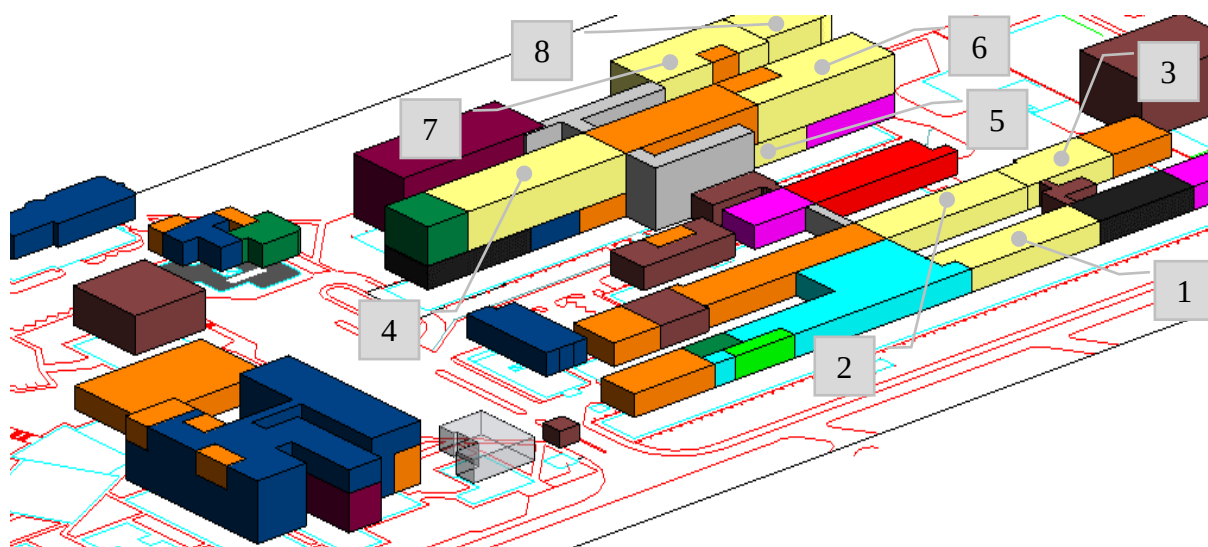
Devido a este perfil é classificado como de médio porte, consonante com a classificação explicitada por Szklo (2004), a qual adota, entre outros parâmetros, o número de leitos, que, para o caso de hospitais de tamanho médio com alto nível de conforto, varia entre 150 e 450 leitos.

Dos 231 leitos, 193 estão concentrados em ambientes de internação, os quais estão numerados e destacados na Figura 23, na cor amarela. É importante salientar que esses ambientes merecem destaque nesta pesquisa, especialmente pelo fato da necessidade de melhoria nas condições ambientais, mantendo-as confortáveis e favoráveis para a cura do paciente.

A volumetria apresentada na Figura 23, demonstra ainda como os setores estão distribuídos no hospital. Com essa visão multicolorida fica evidente que o hospital teve suas ampliações ocorrendo de forma pouco ordenada e com planejamento exíguo, por vezes, sem considerar os fluxos e interfaces entre setores, tampouco a sinergia entre eles. O que implica em uma maior exigência de energia elétrica na edificação no período pós-ocupação.

Os ambientes de internação indicados na Figura 23, são: (1) Enfermaria da Clínica Cirúrgica II; (2) Enfermaria da Clínica Cirúrgica I; (3) Unidade Coronariana; (4) Maternidade; (5) Enfermaria da Clínica Médica; (6) Neonatologia; (7) Enfermaria de Pediatria e Doenças Infecto-parasitárias; e (8) Unidades de Terapia Intensiva Adulto e Pediátrica.

Figura 23 – Volumetria em função das atribuições e funções de cada setor.

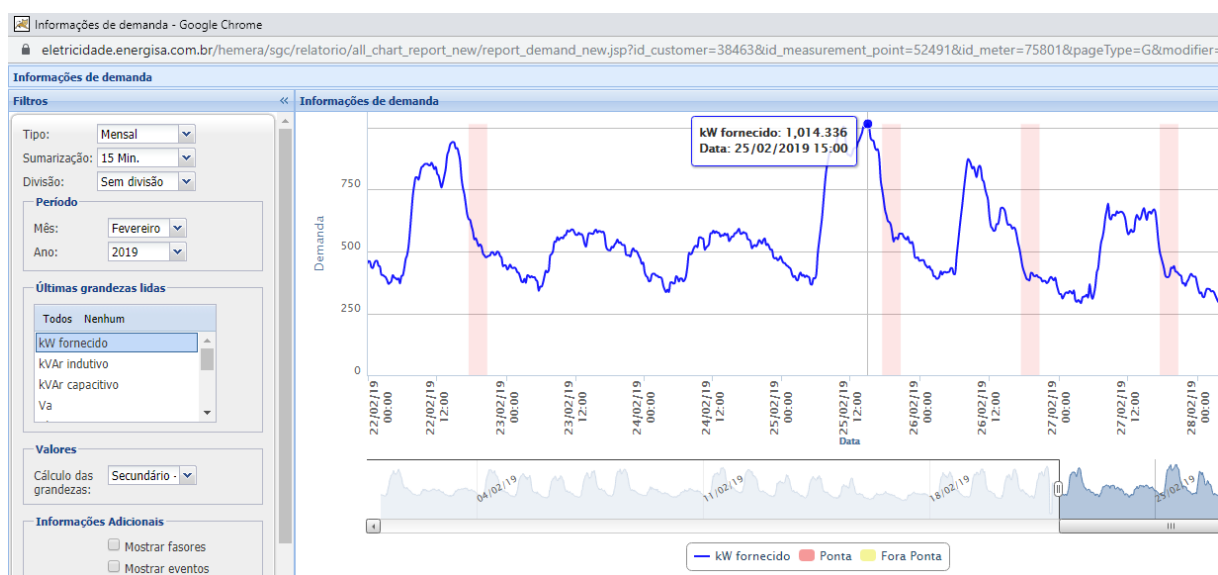


Fonte: HUMAP (2018)

3.1.2 Características do fornecimento e de medição de energia elétrica

O fornecimento de energia elétrica principal é proveniente da concessionária de energia local, Energisa Mato Grosso do Sul (EMS), em 13,8 kV, sendo faturada na modalidade tarifária Horária Azul, subgrupo A4, com medição unificada, a qual é realizada por meio de um medidor registrador. Esse equipamento registra e armazena as grandezas elétricas, possibilitando a obtenção desses dados através da memória de massa, como pode ser observado por meio da Figura 24.

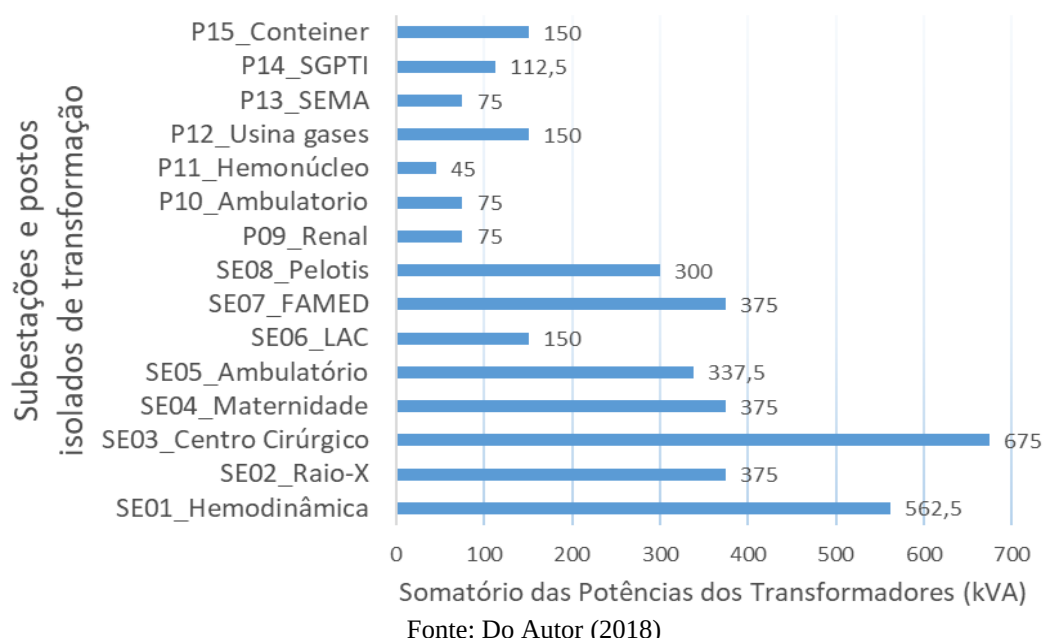
Figura 24 – Consulta a Demanda registrada pelo medidor da concessionária.



Fonte: Do Autor (2018)

Atualmente existem oito subestações abrigadas, com um total de dezessete transformadores, que somadas aos sete postos de transformação instalados em poste totalizam mais de 3,8 MVA de capacidade instalada (Figura 25).

Figura 25 – Capacidade Instalada



Todos os pontos de transformação e o percurso da rede de distribuição estão apontados na Figura 26. É interessante ressaltar que essas subestações foram inseridas ao sistema gradativamente, conforme ocorria a ampliação horizontal do complexo hospitalar, sendo alocadas de forma descentralizada e adotando tecnologias diversas, compatíveis com cada época.

Igualmente, os quadros de distribuição em baixa tensão não seguem um padrão, nem tiveram suas ampliações e modificações registradas ao longo do tempo, o que atrapalha a identificação e a segregação dos circuitos e, conseqüentemente, das cargas.

Especificamente neste estudo, como as instalações não possuem cadastro e a medição de energia é centralizada, fica prejudicada a separação das cargas instaladas. Ou seja, dificulta a medição isolada de cada consumo e, conseqüentemente, a determinação direta da participação de cada tipo de carga, no consumo total da edificação.

Observa-se que essa dificuldade de segregação das cargas aumenta à medida que as instalações ganham em complexidade e dimensão, principalmente quando se trata de instalações antigas e com baixo nível de planejamento, de flexibilidade e de expansividade.

3.2 Levantamento situacional da iluminação artificial

No tocante a iluminação artificial do HUMAP, é conveniente registrar que em 2006, houve um investimento neste sistema, empregando recursos proveniente de projeto em parceria com a Eletrobras. Na ocasião foram substituídas as lâmpadas fluorescentes de T12 (40 W) por T8 (32 W) com reatores eletrônicos, e foram realizadas modificações nas instalações elétricas, especialmente nos circuitos destinados aos sistemas de iluminação, alterando as tensões elétricas de alimentação de 127 V para 220 V.

Neste contexto e com base na atual situação da infraestrutura elétrica do hospital, evidencia-se a dificuldade de se proceder medições diretas e isoladas das cargas. Optando-se pelo levantamento *in-loco* da potência instalada e da estimativa do tempo médio de utilização, bem como das informações relativas à edificação e às tarefas, tais como: velocidade e precisão das atividades, existência de aberturas para luz natural e cores das paredes, piso e teto.

Ainda nessa etapa foi feito o levantamento das dimensões (largura e comprimento) dos ambientes empregando a ferramenta computacional de edição de projetos (interface CAD). Quando necessário, empregou-se também a trena eletrônica a laser (modelo DLE 50 PROFESSIONAL da BOSCH), apresentada na Figura 27.

Figura 27 – Trena Eletrônica



Fonte: Do Autor (2018)

Todos estes dados foram tabulados na estrutura da Tabela 3, por meio da ferramenta computacional de edição de planilhas, a qual proporcionou meios para o cálculo da área dos ambientes, o valor de energia consumida pelo sistema de iluminação, em função do produto da potência e do tempo. Foi possível ainda determinar o indicador de DPI (Densidade de Potência de Iluminação – W/m^2), bem como verificar a questão de atendimento à norma e quesitos de conforto.

Tabela 3 – Exemplo de Tabulação do Levantamento Situacional.

Bloco	Setor	Ambiente	Potência Iluminação (W)	Tempo de Uso (h)	Área (m ²)	DPI (W/m ²)	Energia diária (kWh)	Cor Parede	Cor Piso	Cor Teto
B	CIRURGIA I	ENFERMARIA 08	140	10	13,1	5,3	1,4	0,7	0,3	0,7
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Fonte: Do Autor (2018)

Observa-se que para o preenchimento da Tabela 3 foram adotados os coeficientes de refletâncias do teto, parede e piso, conforme apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Coeficiente de refletância.

Superfície	Refletância (%)
Muito Clara	70
Clara	50
Média	30
Escura	10

Fonte: Adaptado de PROCELEPP (2011)

3.2.1 Avaliação dos setores, ambientes ou serviços de maior potencial

O principal fator a ser considerado nesta análise é a amplitude do impacto do *retrofit* no atendimento ao público. Neste sentido quanto maior a permanência, ocupação e, consequentemente, uso, maior será o potencial de economia e melhoria do sistema. Assim surgiu a hipótese: os ambientes com maior permanência do paciente no hospital são as internações, logo serão os de maior relevância.

Colabora também para a hipótese considerada, o fato de o hospital em estudo possuir uma área significativa (aproximadamente 30.000 m²), ser basicamente constituído por edificações horizontais e com diversos setores de apoio ou com funcionamento restrito ao período diurno. Desta maneira, antecipadamente, o estudo está direcionado para os ambientes de internação e também corredores de circulação, os quais trarão claramente benefícios diretos

aos usuários do SUS.

No HUMAP, os ambientes de internação geral são também conhecidos como enfermarias. A depender do encaminhamento, classificação, enfermidade ou procedimento, os pacientes são direcionados para as enfermarias de: clínica médica, clínica cirúrgica, pediatria, maternidade ou Doenças Infecciosas e Parasitárias (DIP). Além dessas, o hospital possui quatro Unidades de Tratamento Intensivo (UTI) que atendem ao público: adulto, pediátrico, neonatal e coronariano.

O levantamento de carga instalada, tempo de uso do sistema, energia consumida e densidade de potência de iluminação (W/m^2) serviram como base para certificar a relevância da participação do sistema de iluminação em cada local.

3.2.2 Avaliação da luz artificial dos ambientes de internação

Após definição dos locais a serem objetos do estudo, direcionou-se a avaliação para aqueles ambientes com leitos de internação. Assim, iniciou-se a verificação das condições atuais de iluminância, com as medições, de forma a estabelecer indicadores que permitiram realizar comparações da situação atual e estimativa futura, ou seja, antes e depois do *retrofit*.

A determinação dos parâmetros luminosos foi feita com base na classificação da norma NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013), sendo os valores medidos comparados com a média apontada na referida norma. Convém observar que as medições foram realizadas durante a noite, com o propósito de evitar a influência da luz natural, a qual tem seu método de avaliação apresentado no Tópico 3.3.

Pelo fato de tanto a norma NBR 5413, como a NBR 5382 terem sido substituídas pela NBR ISO/CIE 8995-1, o método adotado foi o contido nessa norma (descrito e detalhado no Anexo B da norma), que recomenda os critérios da malha para verificação do nível de iluminância nas instalações.

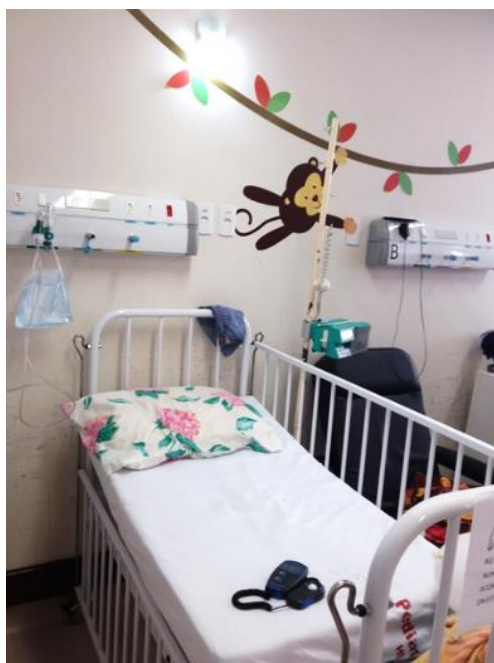
De maneira resumida, os ambientes foram subdivididos em pequenos quadriláteros, cujos pontos centrais foram usados como referência para posicionar o medidor de iluminância (luxímetro). A média aritmética de todos os pontos medidos é a iluminância média. (ABNT, 2013).

No estudo de caso desse trabalho foi utilizado o luxímetro digital, demonstrado na Figura 28 (b), marca Minipa MLM-1011 e cujos dados técnicos estão compilados na Tabela 5.

Esse instrumento de medida foi recém adquirido, não necessitando de ser aferido ou calibrado.

A medição foi realizada na altura equivalente ao plano de trabalho. No caso das internações esta superfície é o leito hospitalar, como demonstrado na Figura 28 (a).

Figura 28 – Medição do nível de Iluminância em leito de enfermaria.



(a) Leito de enfermaria



(b) Luxímetro Minipa MLM-1011

Fonte: Do Autor (2019).

Tabela 5 – Dados Técnicos do Luxímetro Minipa MLM1011.

Característica	Descrição
Display:	LCD 3 ½ dígitos com leitura máxima de 1999, indicação x10 e x100
Taxa de Medida:	0.2 vezes por segundo (nominal)
Faixas:	2000, 20000 (leitura x10), 100000 Lux (leitura x100)
Precisão:	0 ~ 10000 lux $\pm$ (4% Leitura + 0.5% fundo de escala) Acima de 10000 lux $\pm$ (5% Leitura + 10 Dígitos)
Resolução:	1 Lux, 10 Lux, 100 Lux
Repetibilidade:	$\pm$ 2%

Fonte: Adaptado do Manual Técnico do Instrumento (2019)

3.2.3 Estimativa de uso final de energia para iluminação em hospital

Tendo em vista que uma medição direta não seria imediata, nem facilmente executável, devido às enormes barreiras técnicas e operacionais, relacionadas a fatores diversos, e também com o propósito de identificar a participação da iluminação no consumo geral de energia elétrica em hospitais, foi estruturada uma pesquisa sistemática.

Observa-se que uma pesquisa baseada no método de revisão sistemática emprega procedimentos explícitos e ordenados de pesquisa, a fim de investigar alguma questão específica (Sampaio e Mancini, 2007). Para tal, adaptou-se uma pesquisa de natureza quantitativa, com finalidade básica e abordagem epistemológica monodisciplinar, empregando raciocínio lógico conclusivo do tipo indutivo.

Assim, considerando a questão direcionadora já definida e a base de dados selecionada, delimitou-se as palavras-chave de busca e os filtros aplicáveis, conforme Tabela 6.

Tabela 6 – Pesquisa sistemática sobre uso final de energia em hospitais

Parâmetros	Dados de entrada para a pesquisa
Questão direcionadora	Na média, qual o percentual que a iluminação artificial representa no consumo de energia elétrica em hospitais?
Banco de publicações	Scopus (Elsevier)
Palavras-chave	Campo Keywords: <i>energy</i> Campo Title: "Healthcare Buildings" Campo Title: <i>consumption</i> e <i>hospital</i> Campo Title: <i>end-use</i> e <i>hospital</i>
Tipo de fonte	<i>Journals</i>
Área do conhecimento	<i>Engineering</i> e <i>Energy</i>

Fonte: Do Autor (2018)

Com o propósito de ampliar a abrangência da pesquisa, adotou-se os termos na língua inglesa. Logo, a expressão, empregando os operadores lógicos e a linguagem própria do mecanismo de busca é apresentada na Expressão 1.

<i>(KEY (energy) AND (TITLE ("Healthcare Buildings") OR TITLE (consumption AND hospital) OR TITLE (end-use AND hospital)))</i>	Expressão 1
--	-------------

Em seguida à busca de resultados foram aplicados os critérios de exclusão do material encontrado, em consonância com protocolo exposto por Sampaio e Mancini (2007). Foram excluídas publicações que não atendam a qualquer um dos seguintes critérios: aderência da publicação ao tema; publicações que apresentem dados quantitativos.

O primeiro critério (aderência ao tema), visou restringir os resultados apenas àqueles cuja temática principal envolviam estudos de engenharia ou com energia, excluindo àqueles de

outras áreas, como, por exemplo, artigos relativos à medicina ou equipamentos eletromédicos.

Já o segundo critério, se baseou na objetividade da pesquisa, visto que se pretendia avaliar o consumo de energia elétrica, com base em dados quantitativos secundários.

3.3 Avaliação das condições da iluminação natural

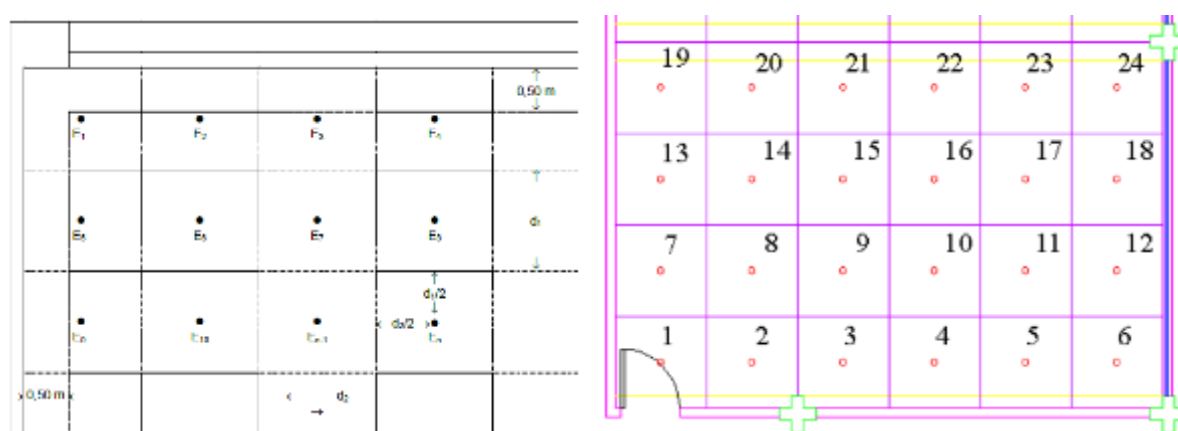
Considerando-se que os levantamentos dos detalhes construtivos e cadastrais dos ambientes, bem como os fechamentos, os revestimentos e as cores das paredes, piso e teto, foram realizados em etapa anterior, cabe, nessa, realizar medições para identificar o nível de iluminância proveniente unicamente de fonte natural, ou seja, luz solar.

O método aplicado foi o descrito na NBR 15215-4, especificamente a parte que prevê medições em interiores de ambientes reais e com impossibilidade de monitoramento da iluminação natural ao longo de um período.

Neste sentido, foram feitas medições durante o solstício de inverno (22 de junho), com registros a cada duas horas a partir do início do expediente (08h00min), de forma a mapear o comportamento da iluminação natural ao longo do dia, ou seja, durante a presença da luz solar.

Igualmente ao método proposto para medição da iluminação artificial pela NBR ISO/CIE 8995-1, o ambiente interno foi dividido em áreas iguais, com formato próximo ou igual a um quadrado, sendo a iluminância “ E_n ” medida no centro de cada área, conforme mostra a Figura 29 (ABNT, 2005).

Figura 29 – Malha de pontos para medições de Iluminância (E_n).



(a) Ilustração do Método da NBR 15215-4

(b) Malha de medição – Ateliê 1 UFMS

Fonte: (a) adaptado de ABNT (2005) e (b) Buges e Andreasi (2010).

Nessa etapa também foi empregado o luxímetro digital, marca Minipa MLM-1011,

sendo as medidas tomadas novamente na altura do plano de trabalho. Contudo, desta vez, com a iluminação artificial totalmente desligada para não haver interferências nas medições.

3.4 Identificação de tecnologias aplicáveis a realidade hospitalar

Nesta etapa do trabalho foi avaliada a aplicabilidade das tecnologias disponíveis e com potencial de melhoria no tocante a atendimento a norma, ao conforto ambiental e à eficiência energética. Propôs-se a estruturação de proposta com maior grau de sofisticação e automação, objetivando atender a norma, oferecendo uma densidade de potência instalada (DPI) compatível com a ocupação da edificação, buscando uma eficiência luminosa maior e, ao mesmo tempo, proporcionando conforto visual aos usuários.

Contudo, nessa fase também é importante que as possíveis propostas sejam coerentes com a necessidade normativa, tecnicamente exequível e economicamente viável, pois recursos federais normalmente são exíguos. O que ocorre normalmente é a descentralização de recurso destinados para reforma da edificação, ou partes dela, mas com intervenções em todas as instalações.

Para tal, pretendeu-se aproveitar a disponibilidade de soluções realmente eficientes e já consolidadas, tendo em vista critérios de economicidade, qualidade e manutenibilidade. A partir da escolha dos equipamentos organizou-se a estrutura do projeto luminotécnico, levando em consideração a quantidade de iluminação recomendada pelas normas, além do índice de reprodução de cores e da temperatura de cor correlata, apropriados a cada ambiente.

Nesta etapa ainda foram utilizadas as informações acerca do aproveitamento da luz solar e da estratégia de divisão do acionamento das luminárias, especialmente aquelas mais próximas à fonte de luz natural. De modo a permitir o desligamento de determinadas fileiras de luminárias, caso a complementação por parte da iluminação artificial não fosse necessária naquela região do ambiente, em virtude de a luz natural já suprir os níveis exigidos.

É conveniente salientar que essa ação é também considerada um requisito mínimo para obtenção da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) na classificação A ou B, em consonância com o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) e o RTQ-C.

3.5 Elaboração de proposta de projeto luminotécnico

O projeto luminotécnico foi desenvolvido para os ambientes de internação, conforme direcionamento delineado na etapa de levantamento situacional, deixando os demais ambientes para serem explorados em trabalhos futuros.

Para efeito de cálculos do projeto e simulação foi empregado o *software* DIALux, visto que é um programa computacional livre e permite a realização de testes alterando as condições ambientais e de dispositivos (luminária, lâmpada e reator/*driver*). Assim é possível alterar a coloração das paredes, as luminárias e as lâmpadas existentes com vistas à melhor eficiência e à diminuição de perdas técnicas.

Neste contexto, a escolha dos equipamentos de iluminação: lâmpadas, luminárias e *drivers*, obedeceu a critérios que atendam a realidade e necessidade do hospital, fato crucial para a otimização dessas simulações.

3.6 Avaliação de iluminâncias do novo projeto

É interessante ressaltar que o objetivo principal do projeto luminotécnico é subsidiar o processo de *retrofit* sobre o sistema de iluminação. Empregando-se componentes energeticamente eficientes e ajustando-os aos ambientes pelos níveis mínimos de iluminância preconizados pela norma NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013).

Desta forma, a avaliação foi pautada basicamente no quesito normativo.

3.7 Análise da viabilidade técnico-econômica

Concluídas as etapas relativas a projeto pode-se estimar a quantia de demanda evitada e energia conservada pelo sistema modernizado e mais eficiente. Consequentemente verificou-se quanto a fatura de energia elétrica do hospital ficou desonerada.

Neste trabalho, o valor anual desonerado foi calculado com base na economia anual de energia elétrica e no custo evitado relativo à redução de demanda contratada.

Para o fluxo de caixa foram observados também os custos de manutenção do sistema, antes e depois da realização do *retrofit*, bem como os custos de implantação.

Para fins de cálculo, foi empregada uma taxa de desconto de 10,159% a.a., baseada no

comportamento da taxa SELIC nos últimos 11 anos (2008 a 2019), mesmo sendo maior que a taxa estabelecida pela EPE (2017) e adotada no Plano Decenal de Expansão de Energia – PDE 2026, que foi de 8% ao ano. Conforme definição da NBR 14653-4, a taxa de desconto a ser adotada no fluxo de caixa corresponde ao custo de oportunidade para o empreendedor, considerando-se o nível de risco do empreendimento.

Para facilitar o tratamento dos dados foi empregada a ferramenta computacional de edição de planilhas e suas funções contidas na categoria financeira.

É conveniente ressaltar que, mesmo sem atender aos quesitos de atratividade, deve-se considerar o forte apelo socioambiental, em virtude da crescente tendência à humanização nos hospitais. Deste modo, a implantação de *retrofit* em hospitais está vinculada também a necessidade de adequar aos níveis normativos e proporcionar aumento do nível de conforto luminoso aos pacientes e à equipe de saúde.

4 ESTUDO DE CASO

Para melhor caracterização do local objeto de estudo de caso, alguns dados foram sintetizados no formato da Tabela 7.

Tabela 7 – Dados da Unidade Consumidora: cadastro, contrato e histórico

DADOS DA UNIDADE CONSUMIDORA			
RAZÃO SOCIAL:	EBSERH - HOSPITAL UNIVERSITÁRIO MARIA APARECIDA PEDROSSIAN		
ENDEREÇO:	Av. Senador Filinto Muller, 355, Vila Ipiranga		
MUNICÍPIO:	Campo Grande/MS		
CEP:	79.080-190		
TELEFONE:	(67) 3345-3000		
E-MAIL:	sif.HUMAP@ebserh.gov.br		
HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO:	Atendimento: 24h por dia Administrativo: Segunda à Sexta das 07h às 17h		
CONTRATO DE FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA E DE DEMANDA			
CLASSE:	Administração Pública Federal Essencial		
TIPO DE TARIFA:	Horária Azul		
GRUPO DE TENSÃO:	A4 – 13,8kV		
DEMANDA CONTRATADA - PONTA	700kW		
DEMANDA CONTRATADA – FORA PONTA	1.000kW		
HISTÓRICO 12 MESES (07/2018 A 06/2019)- VALOR MÉDIO			
	VALOR MÁXIMO	VALOR MÍNIMO	VALOR MÉDIO
CONSUMO – PONTA (kWh):	33.822	20.534	27.082
CONSUMO - FORA PONTA (kWh):	368.699	210.740	283.389
DEMANDA – PONTA (kW):	733,54	442,36	605,16
DEMANDA – FORA PONTA (kW):	1079,14	632,44	907,63

Fonte: Do Autor (2019)

Para a pesquisa adotou-se a metodologia apresentada, buscando estimar os usos finais de energia elétrica, levantar a situação atual do sistema de iluminação artificial, avaliar as condições da iluminação natural, verificar o atendimento normativo, elaborar proposta de projeto luminotécnico de maior eficiência e analisar a viabilidade técnico-econômica da proposta.

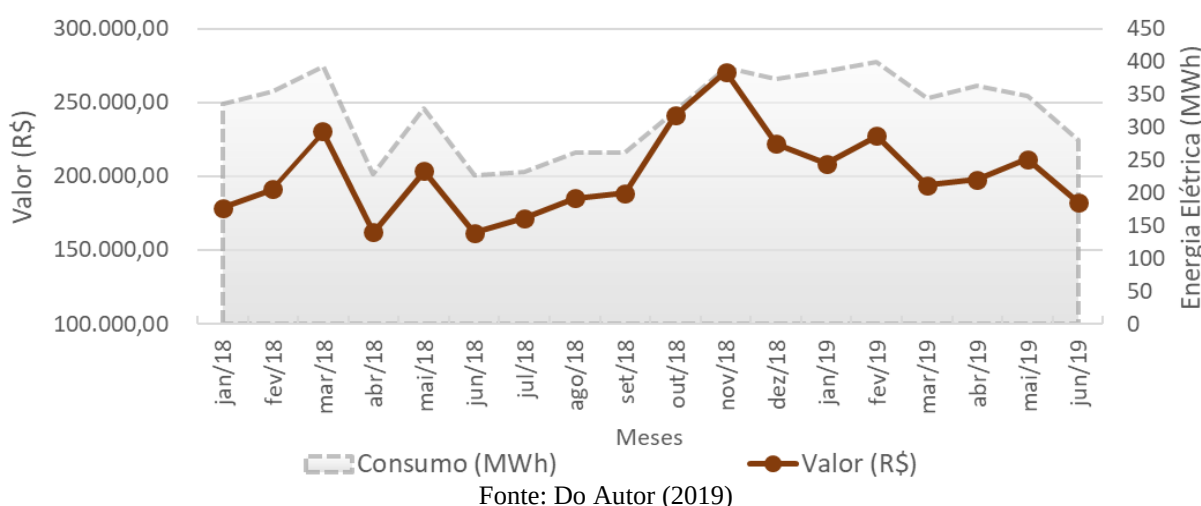
É importante registrar que durante a apresentação dos dados coletados já foram realizadas as análises e ponderações quanto aos resultados, de forma a situar o leitor sobre a proposta do projeto e a justificativa para o investimento.

4.1 Estimativa de usos finais

O levantamento de consumo de energia elétrica no Hospital foi realizado com base nas informações registradas nas faturas da concessionária distribuidora, sendo adotado histórico das

faturas dos meses de janeiro de 2018 a junho de 2019. Deste modo pode-se, por meio da Figura 30, notar o comportamento do consumo de energia elétrica e do valor mensal das faturas, a relação entre esses parâmetros e a variação ao longo do ano.

Figura 30 – Valor e consumo mensal - faturas de Janeiro/2018 a Junho/2019.

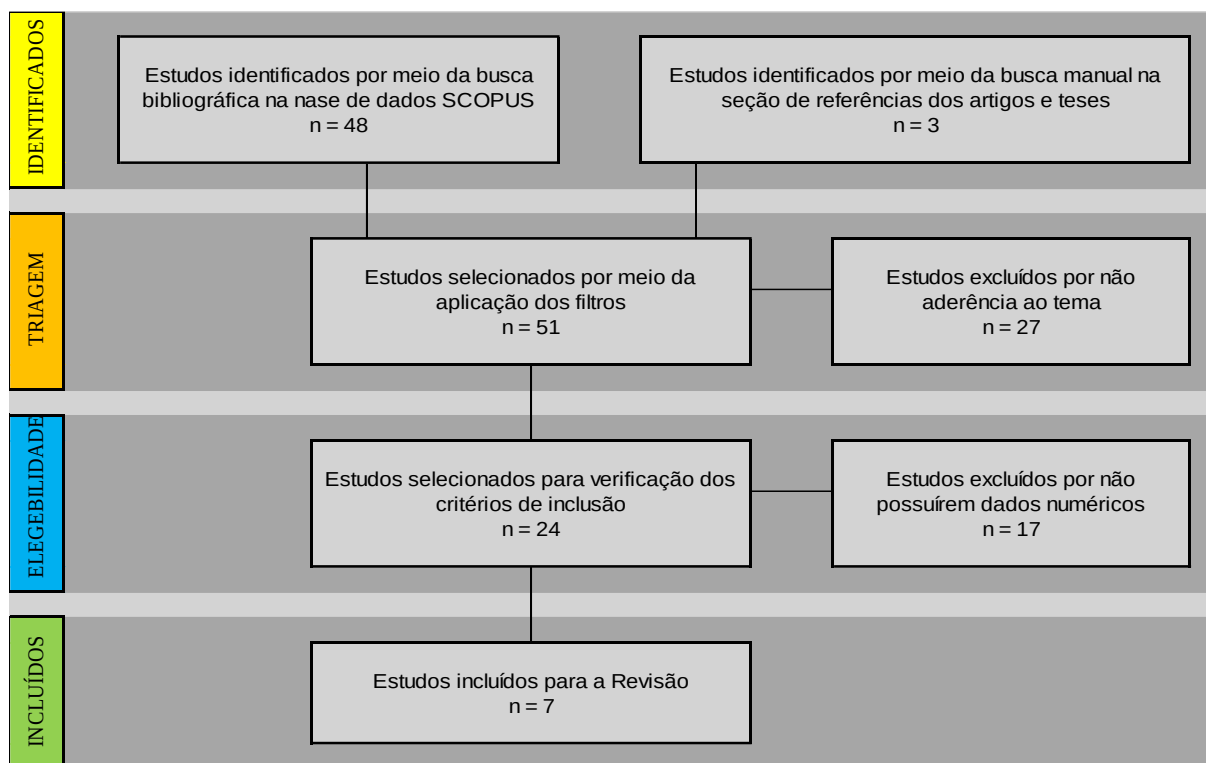


Ressalta-se que os valores observados são referentes ao consumo global das instalações, uma vez que a segregação das cargas, conforme já citado, demandaria muitos registradores medindo simultaneamente o consumo de cada classe de equipamentos.

Desta forma, alternativamente empregou-se a pesquisa bibliográfica descrita no Capítulo 3 - Metodologia, para possibilitar a inferência da participação do sistema de iluminação no consumo geral de energia elétrica em hospitais, conforme parâmetros especificados na Tabela 6.

Com a aplicação da Expressão 1, houve a identificação de 51 publicações, que após os processos de triagem e elegibilidade foi possível selecionar 7 e incluí-los na revisão, conforme fluxo apresentado na Figura 31.

Figura 31 – Fluxo da pesquisa sistemática



Fonte: Do Autor (2018)

Assim, com o propósito de se obter um parâmetro inicial da participação da iluminação artificial no uso final de energia elétrica em hospitais, foram compilados os dados no formato da Tabela 8, sendo considerada como referência a coluna “E”, com ordenação crescente.

Tabela 8 – Resumo dos dados, relativos à parcela de consumo de energia pelo sistema de iluminação nos hospitais estudados.

A	B	C	D	E
Id	Primeiro autor	País	Ano	Consumo % da Iluminação
7	Vargas Jr, R.V.	Brasil	2006	20
3	Moghimi S.	Malásia	2014	21
6	Salem Szklo A	Brasil	2004	23,45
8	Moreira	Brasil	2010	23,7
2	Rajagopalan P.	Austrália	2014	24~27
1	García-Sanz-Calcedo J.	Espanha	2014	30
4	Devens, G. L.	Brasil	2016	33
5	Saidur R	Malásia	2010	36,3
Média (%)				26,62

Fonte: Do Autor (2018)

Desta maneira, ficou evidente que o percentual médio de consumo de energia elétrica de hospitais correspondente ao sistema de iluminação é de 26,62% e que a mediana se encontra entre 23,7 e 27%.

Logo, se aplicado este percentual mais conservador (Tabela 8) ao valor médio de consumo registrado na Tabela 7, tem-se como estimativa de consumo mensal referente a

iluminação um valor próximo de 62 MWh.

É importante frisar que as parcelas de consumo registradas nas publicações analisadas possuem considerável variação. Tais variações podem estar relacionadas a diversas variáveis que interferem diretamente no consumo de energia, tais como: porte do hospital, tecnologia empregada na construção, temperatura externa, envoltória, aproveitamento da luz natural, horário de funcionamento, tipo de serviço, número de pacientes e procedimentos, entre outros.

Com o propósito de complementar a pesquisa foi realizada, portanto, o levantamento de cargas e suas respectivas potências elétricas, sendo categorizadas e quantificadas, conforme a Tabela 9.

Tabela 9 – Levantamento de Cargas

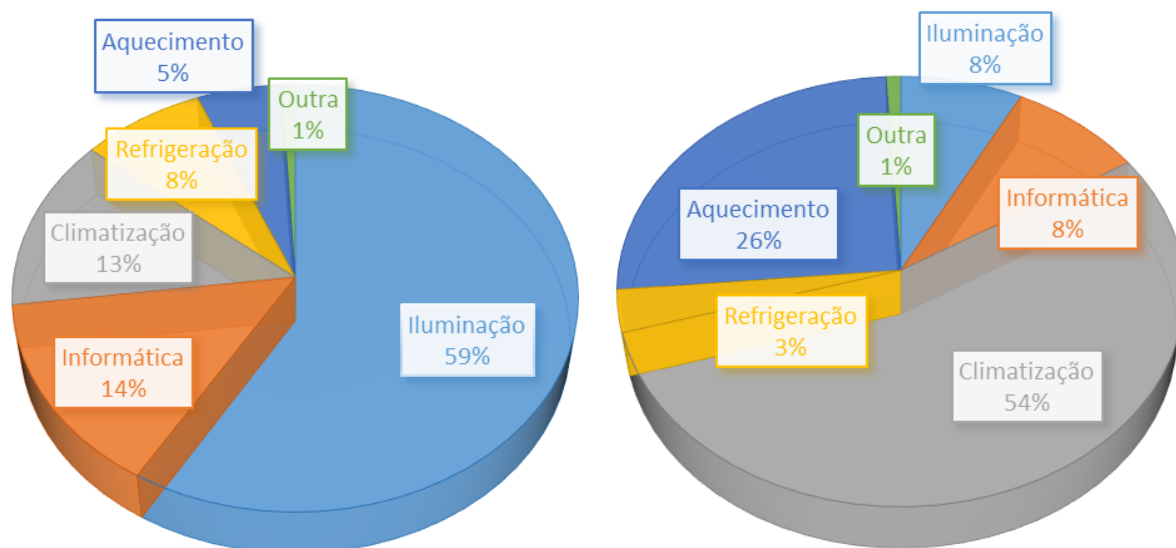
Cargas	Quantidade	Potência Total(kW)
Iluminação	2436	144,9
Informática	597	159,8
Climatização	544	1029,8
Refrigeração	324	60,2
Aquecimento	221	483,4
Outra	36	17,6
TOTAL	4158	1895,7

Fonte: Do Autor (2019)

Ao observar os dados da Tabela 9, verifica-se que os equipamentos de climatização e aquecimento possuem maiores parcelas, totalizando juntos 80% da potência instalada total. Contudo ao se avaliar a quantidade de equipamentos, nota-se que o número de luminárias é significativamente maior que de qualquer outra categoria, sendo até maior que o somatório de todas as demais cargas, conforme apresentado na Figura 32.

É importante salientar que este trabalho complementa a pesquisa realizada por Santos (2018), o qual desenvolveu seu estudo no mesmo local, abrangendo já a temática eficiência energética em sistema de condicionamento de ar.

Figura 32 – Participação no Uso Final - Quantidade de Equipamentos e Potência Instalada.



(a) Participação em quantidade de Equipamentos

(b) Participação em Potência Elétrica Instalada

Fonte: Do Autor (2019)

Ressalta-se que dentre os tipos de luminárias verificadas no local de estudo, a maior parte delas empregam lâmpadas fluorescentes tubulares, como evidenciado na Tabela 10 em que as luminárias de duas lâmpadas T8 - 32 W equivalem a praticamente 85% da potência de iluminação interna do hospital. E dessas luminárias, mais de quatrocentas encontram-se instaladas em ambientes de internação.

Tabela 10 – Levantamento Potência Instalada de Iluminação.

Luminárias	Quantidade	Potência (kW)
Fluoresc. Compacta	229	4,5
Fluoresc. T8 16/20W	377	14,1
Fluoresc. T8 32/40W	1749	122,4
Incandescente	39	2,34
Lâmpada Dicroica	12	1,2
LED Bulbo	24	0,24
LED T8 18/20W	6	0,12
Total Geral	2436	144,9

Fonte: Do Autor (2019)

4.2 Levantamento situacional da iluminação artificial em ambientes de internação

Majoritariamente, as luminárias existentes nos ambientes objeto de estudo, são de sobrepôr, metálica, com refletor em alumínio anodizado de alto brilho, e equipadas com reator

e duas lâmpadas fluorescentes, tipo T8 (1200 mm), de 32 W cada. Assim a potência por luminária é aproximadamente 70 W.

Logo, com base na quantidade de luminárias instaladas nos ambientes de internação, bem como suas dimensões e cores de acabamento, foi possível preencher a Tabela 3 e apresentar os dados na Tabela 11.

Tabela 11 – Levantamento Situacional do Sistema de Iluminação Artificial

Bloco	Setor	Ambiente	Potência Iluminação (W)	Tempo de Uso (h)	Área (m²)	DPI (W/m²)	Energia diária (kWh)	Cor Parede	Cor Piso	Cor Teto	Nº Luminárias - 300 lux	Luminárias adotadas	Iluminância calculada
A	CIRURGIA II	ENFERMARIA 21	140	10	27,1	2,6	1,4	0,7	0,3	0,7	3,3	4	378
A	CIRURGIA II	ENFERMARIA 25	70	10	27,1	2,6	0,7	0,7	0,3	0,7	3,3	4	378
A	CIRURGIA II	ENFERMARIA 22	140	10	27,1	2,6	1,4	0,7	0,3	0,7	3,3	4	378
A	CIRURGIA II	ENFERMARIA 26	140	10	27,1	2,6	1,4	0,7	0,3	0,7	3,3	4	378
A	CIRURGIA II	ENFERMARIA 27	140	10	27,1	2,6	1,4	0,7	0,3	0,7	3,3	4	378
A	CIRURGIA II	ENFERMARIA 23	70	10	27,1	2,6	0,7	0,7	0,3	0,7	3,3	4	378
A	CIRURGIA II	ENFERMARIA 28	70	10	27,1	2,6	0,7	0,7	0,3	0,7	3,3	4	378
A	CIRURGIA II	ENFERMARIA 29	70	10	27,1	2,6	0,7	0,7	0,3	0,7	3,3	4	378
A	CIRURGIA II	ENFERMARIA 24	140	10	27,1	2,6	1,4	0,7	0,3	0,7	3,3	4	378
A	CIRURGIA II	ENFERMARIA 332	140	10	27,1	2,6	1,4	0,7	0,3	0,7	3,3	4	378
B	CIRURGIA I	ENFERMARIA 01	140	10	18,0	3,9	1,4	0,7	0,5	0,7	2,5	3	383
B	CIRURGIA I	ENFERMARIA 02	140	10	13,4	5,2	1,4	0,7	0,5	0,7	2,1	3	456
B	CIRURGIA I	ENFERMARIA 04	140	10	6,2	11	1,4	0,7	0,5	0,7	1,1	2	600
B	CIRURGIA I	ENFERMARIA 03	140	10	23,3	3,0	1,4	0,7	0,5	0,7	2,9	3	329
B	CIRURGIA I	ENFERMARIA 06	140	10	32,3	2,2	1,4	0,7	0,5	0,7	4,0	4	316
B	CIRURGIA I	ENFERMARIA 05	140	10	20,5	3,4	1,4	0,7	0,5	0,7	2,5	3	374
B	CIRURGIA I	ENFERMARIA 08	140	10	13,1	5,3	1,4	0,7	0,5	0,7	2,0	2	467
B	CIRURGIA I	ENFERMARIA 07	140	10	18,4	3,8	1,4	0,7	0,5	0,7	2,5	3	374
B	CIRURGIA I	ENFERMARIA 10	210	10	32,3	2,2	2,1	0,7	0,5	0,7	4,0	4	316
B	CC1 – UCO	ENFERMARIA 09	140	12	18,2	3,8	1,7	0,7	0,5	0,7	2,5	3	378
B	CC1 – UCO	ENFERMARIA 11	140	12	19,4	3,6	1,7	0,7	0,5	0,7	2,7	3	355
B	CC1 – UCO	ENFERMARIA 12	280	12	29,2	2,4	3,4	0,7	0,5	0,7	3,6	4	350
B	CC1 – UCO	ENFERMARIA 13	210	12	13,7	5,1	2,5	0,7	0,5	0,7	2,1	3	447
B	CC1 – UCO	ENFERMARIA 14	210	12	20,5	3,4	2,5	0,7	0,5	0,7	2,8	3	337
B	CC1 – UCO	ENFERMARIA 15	280	12	24,8	2,8	3,4	0,7	0,5	0,7	3,1	4	411
B	CC1 – UCO	ENFERMARIA 16	210	12	23,3	3,0	2,5	0,7	0,5	0,7	2,9	3	329

Bloco	Setor	Ambiente	Potência Iluminação (W)	Tempo de Uso (h)	Área (m²)	DPI (W/m²)	Energia diária (kWh)	Cor Parede	Cor Piso	Cor Teto	Nº Luminárias - 300 lux	Luminárias adotadas	Iluminância calculada
D	CLINICA MEDICA	ENFERMARIA TUIUIU	70	10	22,8	3,1	0,7	0,7	0,3	0,7	2,8	3	337
D	CLINICA MEDICA	ENFERMARIA SERIEMA	140	10	22,8	3,1	1,4	0,7	0,3	0,7	2,8	3	337
D	CLINICA MEDICA	ENFERMARIA TUCANO AÇU	140	10	22,8	3,1	1,4	0,7	0,3	0,7	2,8	3	337
D	CLINICA MEDICA	ENFERMARIA ARARA AZUL	70	10	22,8	3,1	0,7	0,7	0,3	0,7	2,8	3	337
D	CLINICA MEDICA	ENFERMARIA URUTAU	140	10	22,8	3,1	1,4	0,7	0,3	0,7	2,8	3	337
D	CLINICA MEDICA	ENFERMARIA BIGUA	140	10	22,8	3,1	1,4	0,7	0,3	0,7	2,8	3	337
D	CLINICA MEDICA	ENFERMARIA GARÇA CINZA	140	10	22,8	3,1	1,4	0,7	0,3	0,7	2,8	3	337
D	CLINICA MEDICA	ENFERMARIA CURICACA	70	10	22,8	3,1	0,7	0,7	0,3	0,7	2,8	3	337
D	CLINICA MEDICA	ENFERMARIA TACHA	70	10	22,8	3,1	0,7	0,7	0,3	0,7	2,8	3	337
D	CLINICA MEDICA	ENFERMARIA EMA	140	10	22,8	3,1	1,4	0,7	0,3	0,7	2,8	3	337
E	DIP	ENFERMARIA 141	140	14	13,2	5,3	2,0	0,7	0,3	0,7	2,0	3	463
E	DIP	ENFERMARIA 142	140	14	13,2	5,3	2,0	0,7	0,3	0,7	2,0	3	463
E	DIP	ENFERMARIA 143	140	14	14,7	4,8	2,0	0,7	0,3	0,7	2,0	3	469
E	DIP	ENFERMARIA 144	140	14	16,5	4,2	2,0	0,7	0,3	0,7	2,3	3	419
E	DIP	ENFERMARIA 145	70	14	17,8	3,9	1,0	0,7	0,3	0,7	2,4	3	388
E	ENF. PEDIATRIA	QUARTO 112	350	10	37,7	1,9	3,5	0,7	0,5	0,7	4,7	5	339
E	ENF. PEDIATRIA	ONCOLOGIA	420	10	39,5	1,8	4,2	0,7	0,5	0,7	4,4	5	360
E	ENF. PEDIATRIA	QUARTO 113	350	10	38,3	1,8	3,5	0,7	0,5	0,7	4,7	5	333
E	ENF. PEDIATRIA	QUARTO 114	350	10	45,2	1,5	3,5	0,7	0,5	0,7	5,0	6	378
E	ENF. PEDIATRIA	QUARTO 111	350	10	45,2	1,5	3,5	0,7	0,5	0,7	5,0	6	378
E	ENF. PEDIATRIA	ISOLAMENTO 116	70	10	10,5	6,6	0,7	0,7	0,5	0,7	1,8	2	353
E	ENF. PEDIATRIA	ISOLAMENTO 115	140	10	15,4	4,5	1,4	0,7	0,5	0,7	2,4	3	397
D	MATERNIDADE	ENFERMARIA 514	140	16	21,4	3,3	2,2	0,3	0,3	0,7	2,9	3	322
D	MATERNIDADE	ENFERMARIA 516	140	16	20,3	3,4	2,2	0,3	0,3	0,7	2,8	3	340
D	MATERNIDADE	ISOLAMENTO 518	140	16	14,4	4,9	2,2	0,3	0,3	0,7	2,2	3	426
D	MATERNIDADE	ENFERMAGEM 519	140	16	20,3	3,4	2,2	0,3	0,3	0,7	2,8	3	340
D	MATERNIDADE	SALA AURORA 520	140	16	20,3	3,4	2,2	0,3	0,3	0,7	2,8	3	340
D	MATERNIDADE	ENFERMARIA 521	140	16	20,3	3,4	2,2	0,3	0,3	0,7	2,8	3	340
D	MATERNIDADE	ENFERMARIA 522	140	16	20,3	3,4	2,2	0,3	0,3	0,7	2,8	3	340
D	MATERNIDADE	ENFERMARIA 523	140	16	20,3	3,4	2,2	0,3	0,3	0,7	2,8	3	340
D	MATERNIDADE	ENFERMARIA 524	140	16	20,3	3,4	2,2	0,3	0,3	0,7	2,8	3	340
D	MATERNIDADE	ENFERMARIA 525	140	16	20,3	3,4	2,2	0,3	0,3	0,7	2,8	3	340
D	MATERNIDADE	ENFERMARIA 529	140	16	20,3	3,4	2,2	0,3	0,3	0,7	2,8	3	340

Bloco	Setor	Ambiente	Potência Iluminação (W)	Tempo de Uso (h)	Área (m²)	DPI (W/m²)	Energia diária (kWh)	Cor Parede	Cor Piso	Cor Teto	Nº Luminárias - 300 lux	Luminárias adotadas	Iluminância calculada
D	MATERNIDADE	ENFERMARIA 530	140	16	20,3	3,4	2,2	0,3	0,3	0,7	2,8	3	340
D	MATERNIDADE	ENFERMARIA 531	140	16	20,3	3,4	2,2	0,3	0,3	0,7	2,8	3	340
D	MATERNIDADE	ENFERMARIA 532	140	16	20,3	3,4	2,2	0,3	0,3	0,7	2,8	3	340
D	MATERNIDADE	ENFERMARIA 533	140	16	20,3	3,4	2,2	0,3	0,3	0,7	2,8	3	340
D	MATERNIDADE	ENFERMARIA 534	140	16	20,3	3,4	2,2	0,3	0,3	0,7	2,8	3	340
D	MATERNIDADE	ENFERMARIA 536	140	16	20,3	3,4	2,2	0,3	0,3	0,7	2,8	3	340
D	MATERNIDADE	ENFERMARIA 535	140	16	20,3	3,4	2,2	0,3	0,3	0,7	2,8	3	340
D	MATERNIDADE	ENFERMARIA 539	140	16	20,3	3,4	2,2	0,3	0,3	0,7	2,8	3	340
D	MATERNIDADE	ENFERMARIA 538	140	16	20,3	3,4	2,2	0,3	0,3	0,7	2,8	3	340
Média			154	12			2				2,9	3,3	367
							Total Energia diária (kWh)			Total Luminárias			
							127,3					227	

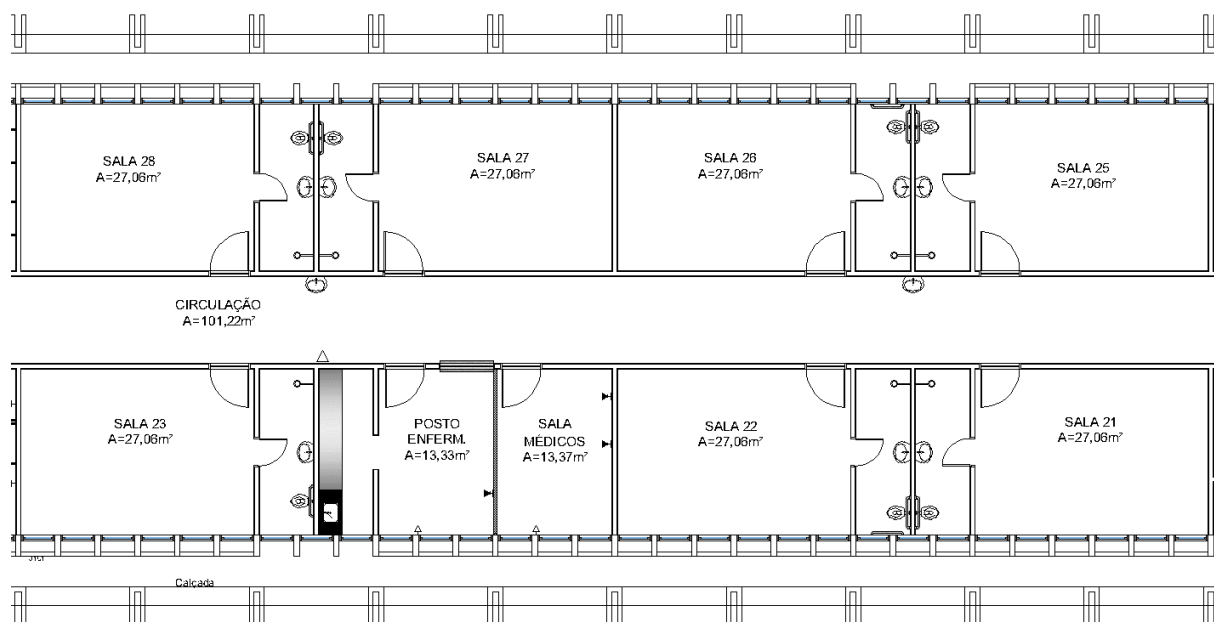
Fonte: Do Autor (2019)

Nesses 68 ambientes ficam concentrados 159 leitos de internação, sendo as suas localizações apontadas na Figura 23, com os números 1, 2, 3, 4, 5 e 7. Ressalta-se que estes ambientes são objeto de estudo devido a necessidade de melhoria nas condições ambientais, favoráveis para a cura do paciente e ao seu conforto.

Com base no levantamento contido na Tabela 11, verificou-se que o tempo médio de uso da iluminação artificial, para estes ambientes, é próximo de doze horas, ou seja, o regime de utilização (RU) que poderá ser adotado para efeito de cálculo é RU 7/12 (12 horas/dia x 7 dias/semana), equivalente a 4392 h/ano. No entanto é conveniente ressaltar que este tempo varia de acordo com a idade, a dependência, o cuidado e o comportamento do paciente.

Outro ponto observado é que, conforme também apresentado na Figura 23, os ambientes com leitos de internação ficam concentrados em setores denominados clínicas ou enfermarias, sendo que a tipologia construtiva é, em geral, padronizada. Tendo similaridade, portanto, nas dimensões, nas noções espaciais, no posicionamento com relação ao sol, no tipo de luminária, nas necessidades visuais e na infraestrutura de ambientes de internação em um setor da mesma edificação, como evidenciado na Figura 33.

Figura 33 – Trecho da Planta baixa do bloco A – Internação da Clínica Cirúrgica II



Fonte: Do Autor (2019)

Baseado nisso, as inspeções e medições foram realizadas em ambientes representativos, por exemplo: no bloco da maternidade, mediu-se uma enfermaria na face Noroeste (NO) do prédio e uma do lado Sudeste (SE).

As medições ocorreram em conformidade com a método proposto para medição da iluminação artificial (NBR ISO/CIE 8995-1), tendo a quantidade de pontos de medição padronizados conforme Tabela 2 da NBR 15215-4, empregando o índice do local (K), o qual é determinado com o auxílio da equação (3).

$$K = \frac{C \times L}{H_m(C + L)} \quad (3)$$

Onde: L é a largura do ambiente, em metros;

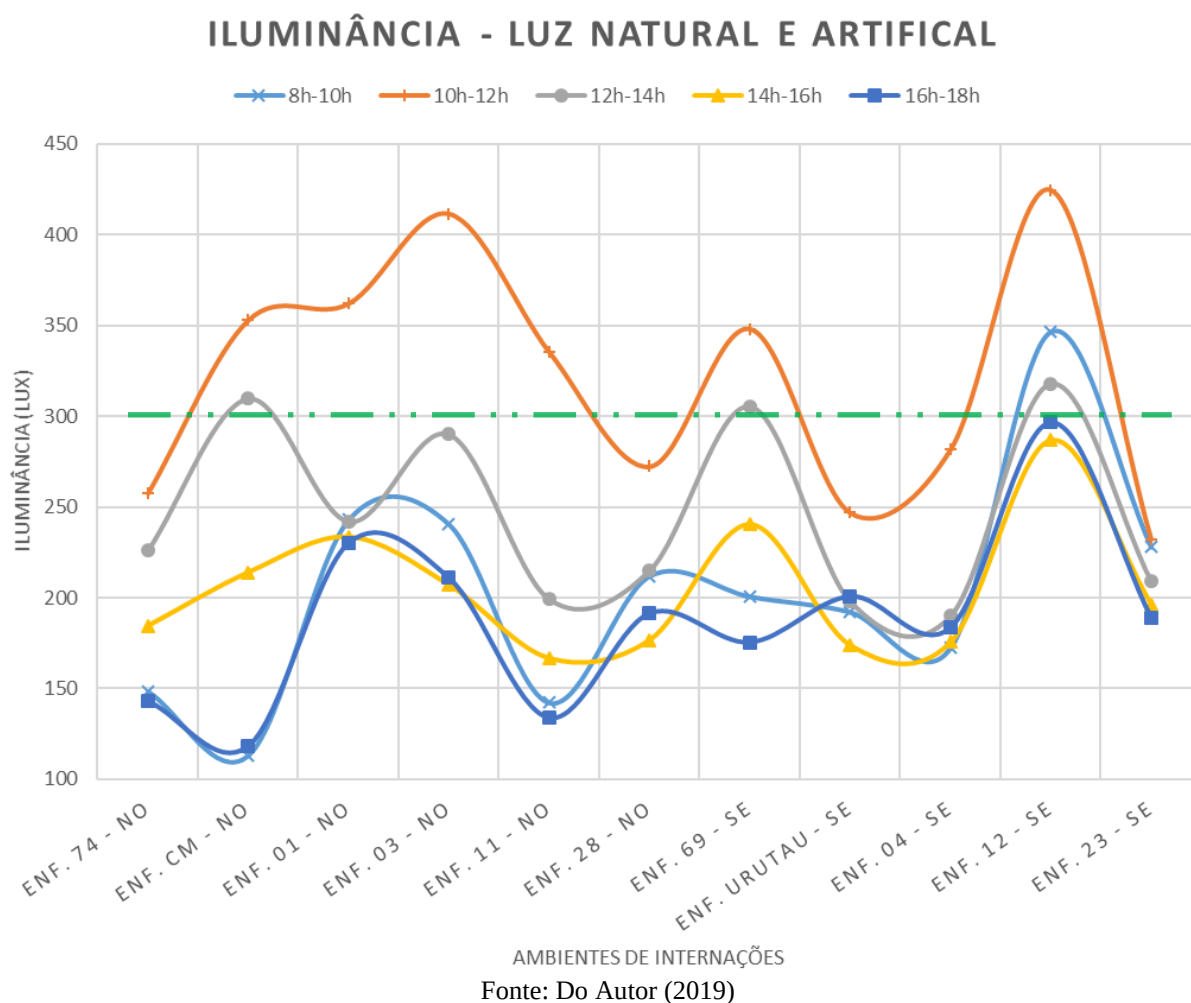
C é o comprimento do ambiente, em metros;

H_m é a distância vertical, em metros, entre a superfície de trabalho e o topo da janela, em metros.

Tendo em vista que, em geral, o valor de K, que é o índice do local, permaneceu abaixo de 2 (entre 0,76 e 1,92), adotou-se como padrão para cada ambiente a medição de 16 pontos.

Desta maneira foi possível calcular o valor médio de iluminância ($\overline{E_m}$) a cada duas horas para cada ambiente, tanto com a iluminação artificial ligada, quanto desligada. Esses valores médios foram utilizados para montagem de gráficos, sendo que a Figura 34 e a Figura 35 demonstram o comportamento da luz natural juntamente com a artificial (lâmpadas ligadas) e já a Figura 36, somente a influência da luz natural.

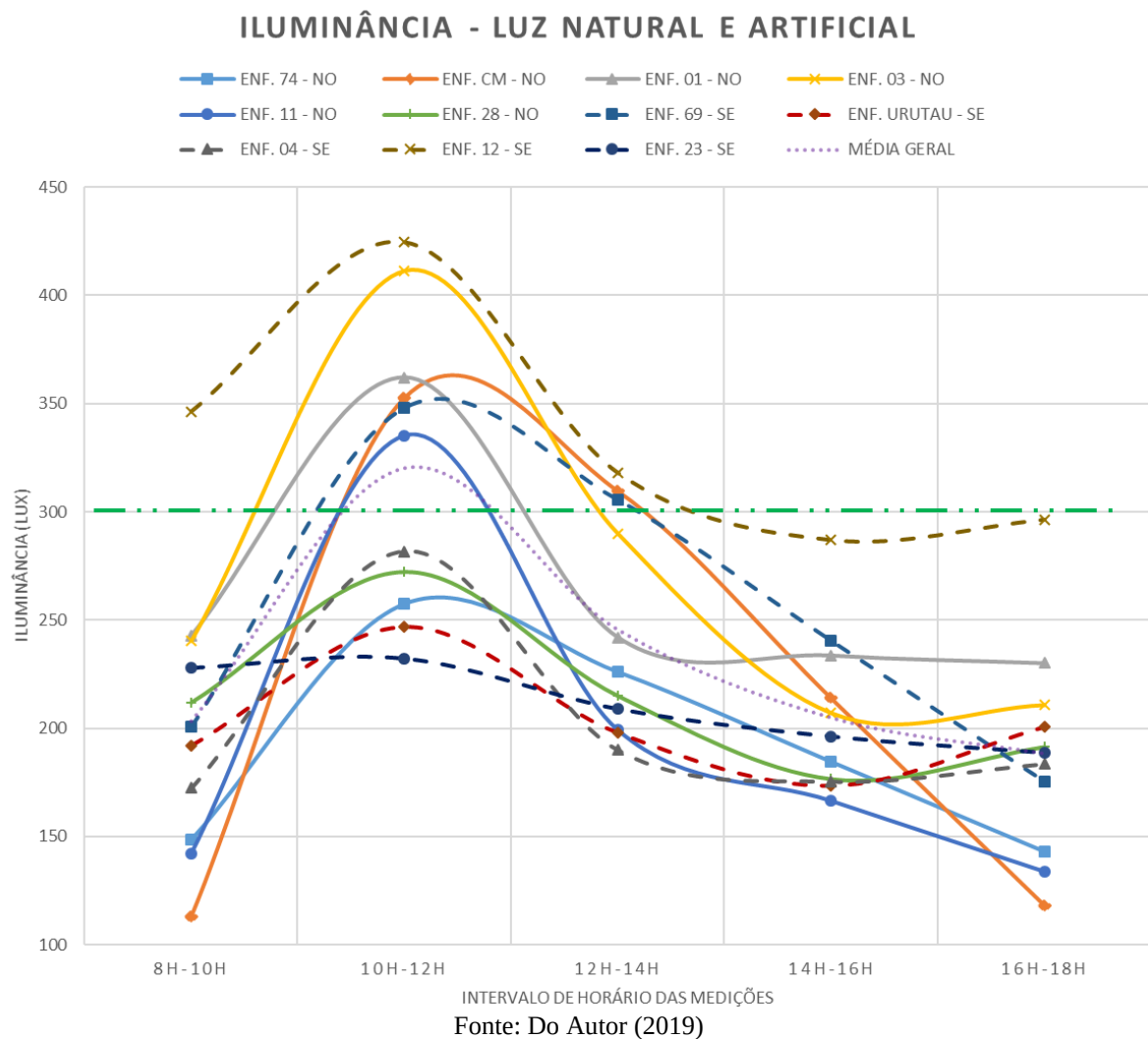
Figura 34 – Iluminância por intervalos de horários em cada ambiente de interação



Com base na Figura 34, observa-se que entre 10h00 e 14h00 o nível de iluminância permanece, por vezes, em patamares equivalentes aos recomendados por norma para leitura e exames simples, que é de 300 lux ao nível do leito.

E para verificar o padrão, comparar o comportamento entre os ambientes representativos e definir uma média, estruturou-se o gráfico apresentado na Figura 35, onde os ambientes na face “NO” do prédio tiveram as linhas preenchidas de forma contínua e as da face “SE” foram tracejadas.

Figura 35 – Iluminância nos ambientes de internação – comportamento ao longo do dia



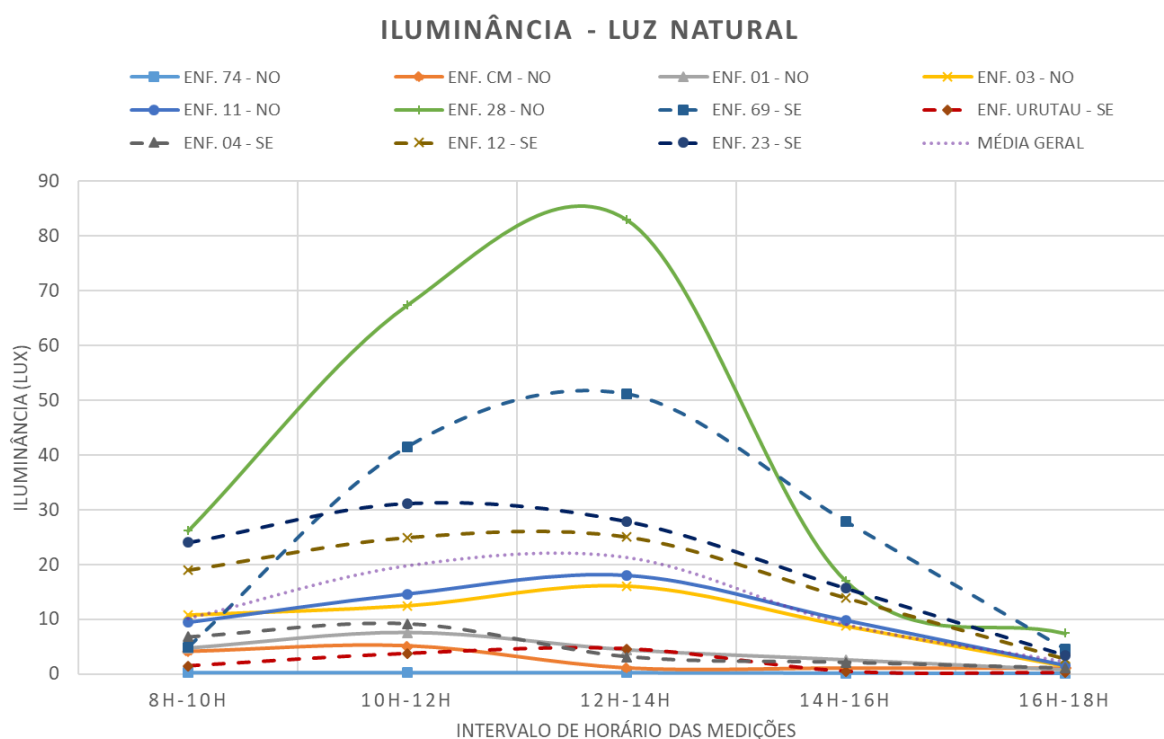
Percebe-se que praticamente em todos os ambientes de internação, após às 14h00, o valor médio de iluminância não atinge o recomendado pela norma (300 lux). Logo, pode-se inferir que o comportamento inadequado se mantém por todo o período com baixa ou sem presença de luz natural. Ademais, durante a medição entre 16h00 e 18h00, já se notava que não havia a influência externa, como pode ser evidenciado pelo comportamento demonstrado na Figura 36.

4.3 Avaliação das condições da iluminação natural

Para a medição da influência da luz natural no nível de iluminância dos ambientes no nível do leito, foi adotada a metodologia descrita no Tópico 3.3.

Igualmente a estrutura das figuras anteriores, para se notar o padrão, analisar o comportamento e definir a média, elaborou-se o gráfico apresentado na Figura 36, mantendo os ambientes voltados para a orientação “NO” em linhas contínua e os do lado “SE” em linhas tracejadas.

Figura 36 – Iluminância por intervalos de horários em cada ambiente de internação – Luz Natural

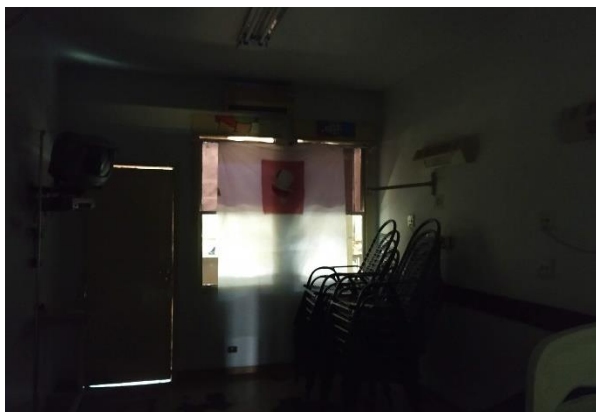


Na Figura 36 pode-se observar a influência negativa da obstrução da luz natural, visto o baixo aproveitamento desta fonte. Pelo destaque da Enfermaria 28 perante as demais, é importante salientar que suas aberturas são voltadas para a parte da frente do hospital, cujo posicionamento é melhor visualizado por meio da Figura 23 (edificação nº 1) e Figura 38 (visão da rua). Tal condição indica menor ocorrência de sombreamentos, tanto por vegetação quanto por outros prédios adjacentes.

Como já citado, durante as medições entre 16h00 e 18h00 a influência da luz solar já se mostrava ínfima, permanecendo em praticamente todos os pontos muito próximos de zeros, com raras exceções nas proximidades das aberturas, ainda assim com baixa intensidade.

Baseado neste comportamento, buscou-se avaliar possíveis causas e verificou-se o uso de película e outras obstruções nos vidros, de forma a minimizar ou bloquear a incidência solar direta, como pode ser notado na Figura 37.

Figura 37 – Obstrução de incidência direta de luz solar.



(a) Detalhe de janela com cortina de tecido



(b) Detalhe de janela com película e sem brise

Fonte: Do Autor (2019)

Além disso, constatou-se que os elementos arquitetônicos, conhecidos como *brise*, foram removidos de grande parte das fachadas, durante as reformas ou devido a necessidade de manutenção nas janelas e instalação de aparelhos de climatização. O que motivou o uso das películas e demais bloqueadores internos.

Figura 38 – Fachada atual do Hospital e detalhe das janelas com película nos vidros.



(c) Fachada atual do Hospital

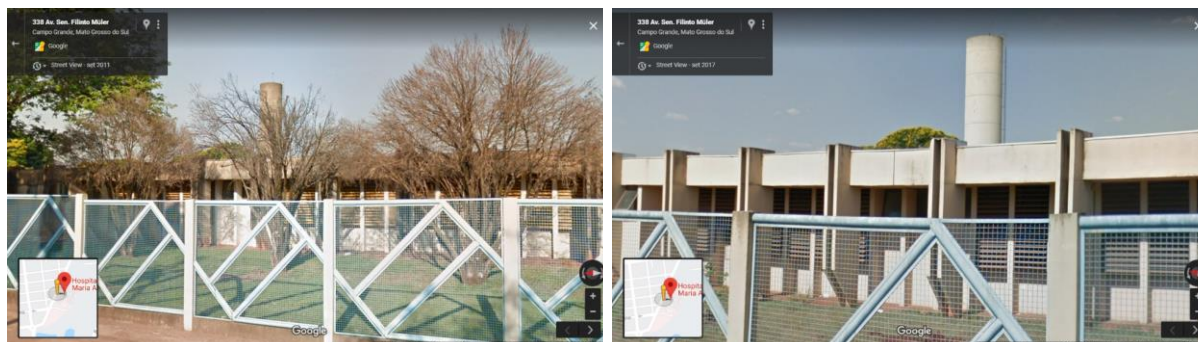


(d) Detalhe da abertura sem brise e com película

Fonte: Do Autor (2019)

Outra mudança de cenário que se notou, foi com relação a vegetação que existia na Figura 39 (a) e desapareceu na Figura 39 (b).

Figura 39 – Fachadas do Hospital em 2011 e 2017.

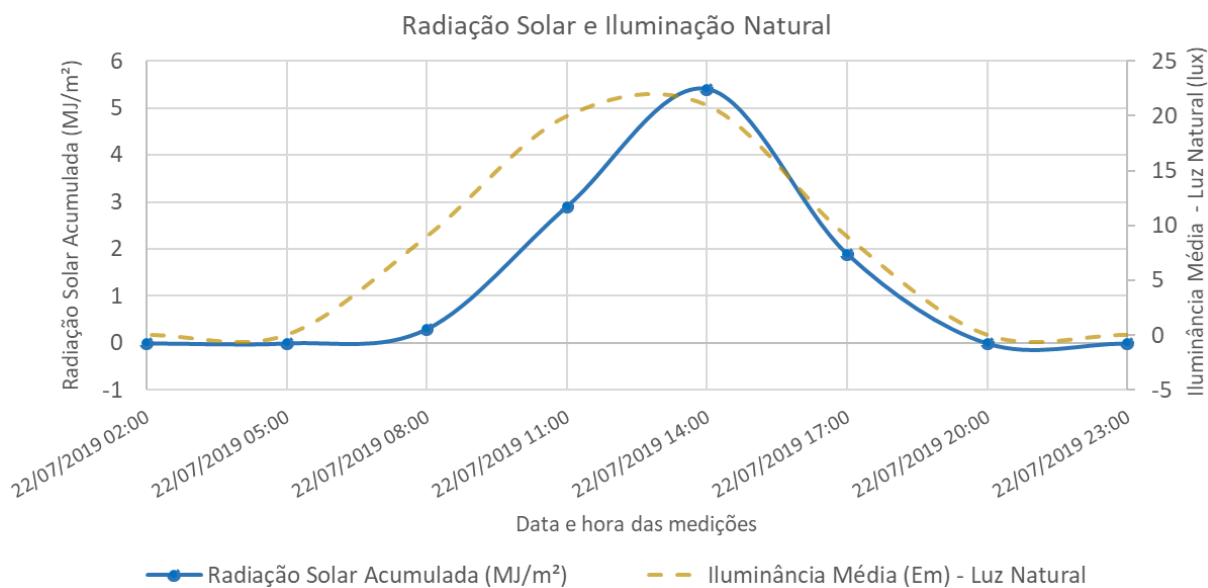


(a) Vista da fachada com a presença de brise
Fonte: Street view, Google Maps (2011)

(b) Detalhe dos brises nas janelas das enfermarias
Fonte: Street view, Google Maps (2017)

Ainda no contexto da iluminação natural, foi feita um comparativo da radiação solar acumulada (MJ/m^2) e a média das iluminâncias medidas, adotando como base o mesmo dia das medições (22/07/2019). Os dados de radiação foram coletados no portal do Sistema Integrado de Dados Ambientais – SINDA-INPE (2019), na opção de pesquisa por dados históricos de Radiação Solar – PCD 31950 (Estação Campo Grande-MS).

Figura 40 – Comparação entre radiação solar acumulada e a iluminância média.



Fonte: Do Autor (2019)

Com isso foi possível inferir certa simetria entre os padrões, entendendo que o deslocamento é justificável devido as médias, acumulações e interpolações dos dados, até porque o pico de radiação solar acumulada ocorre às 14h00 (GMT-4).

4.4 Projeto luminotécnico, Custos e Simulação

A confecção da proposta de *retrofit* do sistema de iluminação iniciou-se com o dimensionamento do quantitativo de luminárias, pelo método dos lúmens, o qual exigiu a definição das luminárias, fluxo luminoso de cada luminária, referência normativa de iluminância média para os ambientes de internação, dimensões desses ambientes, bem como informações dos índices de reflexão do teto, parede e piso, fator de utilização e fator de depreciação.

4.4.1 Luminárias e fontes de luz adotadas

Identificou-se que a tecnologia LED é a opção que possui maior perspectiva de evolução quanto a eficiência, sendo, portanto, a solução empregada no estudo.

Nas enfermarias, adotou-se as luminárias de sobrepor com painel LED integrado, difusor translúcido e *driver* dimerizável (0-10 V), desta forma evita-se questionamentos dos agentes fiscalizadores quanto a queda e explosão de lâmpadas com invólucro de vidro e permite-se a movimentação da luminária no gesso com menor impacto, especialmente em caso de alterações no *layout* ou até mesmo do tipo de ocupação do ambiente, haja visto que os hospitais, segundo Cavalcanti (2002), empregam cada vez mais os conceitos de flexibilidade, expansibilidade e humanização.

Em alguns ambientes com pouca ação da luz solar, como é o caso de circulações, foi mantida a luminária existente (Figura 41.a), inserindo controle por sensor de presença e adequando posicionamento e lâmpadas em busca de maior eficiência com menor custo.

Figura 41 – Luminárias existentes e propostas para enfermarias



(a) Luminária existente 2FL-T8-32W
Fonte: AMES (2019)



(b) Luminária proposta LHT42-S4000850
Fonte: Lumicenter (2019)

4.4.2 Sistema de Controle

Para os ambientes de ocupação temporária ou intermitente, o controle proposto opera com o sensor de presença equipado com fotocélula de sensibilidade ajustável, tal como a referência mostrada na Figura 42.

Desta forma o sensor detecta a presença e aciona a lâmpada automaticamente, isso se o ambiente já não estiver iluminado por outra fonte, como a luz solar, por exemplo. E com a função temporizador, após um tempo pré-determinado sem detectar presença, o sensor corta a alimentação, e a lâmpada se apaga.

Figura 42 – Sensor de presença com fotocélula para iluminação.



Fonte: Intelbras (2019)

Já para os ambientes de internação optou-se ampliar a separação dos acionamentos, considerando as áreas ou luminárias que incidem sobre cada leito, ou seja, praticamente um interruptor por luminária.

Além disso, de forma a aumentar o nível de automação, controle e economia, foi adotado o sensor de luminosidade para dimerização da luminária proposta (Figura 41.b).

O sensor de luminosidade, após a calibração, tem a capacidade de identificar a parcela de luz já presente no ambiente e reduzir a intensidade de luz artificial emitida pela luminária.

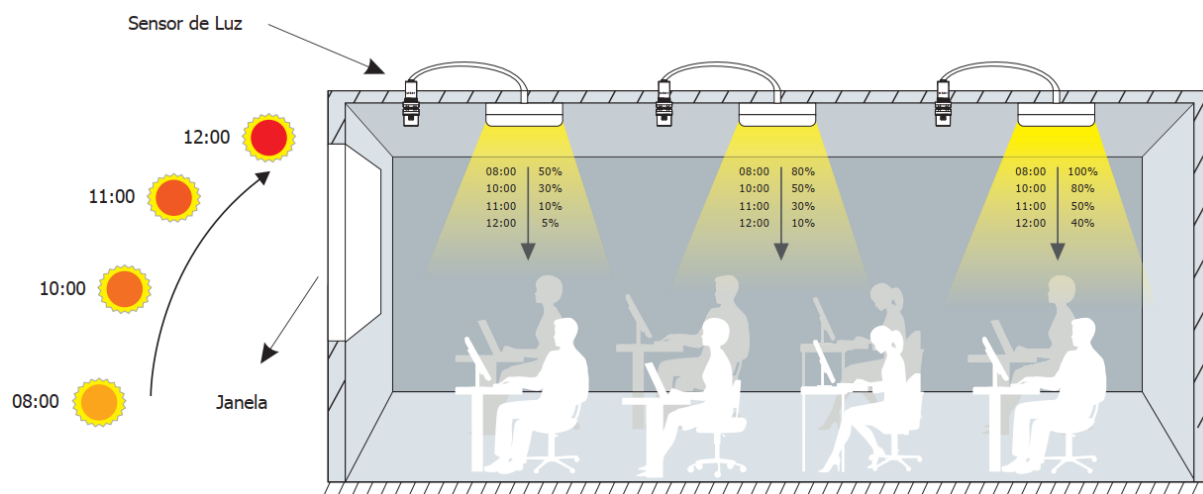
Figura 43 – Sensor de luminosidade para dimerização luz do dia (0-10 V).



Fonte: Lumicenter (2019)

O sistema de controle selecionado opera com o funcionamento individualizado, assim como demonstrado na Figura 44.

Figura 44 – Compensação automática e individualizada com sensor de luminosidade.



Fonte: Lumicenter (2019)

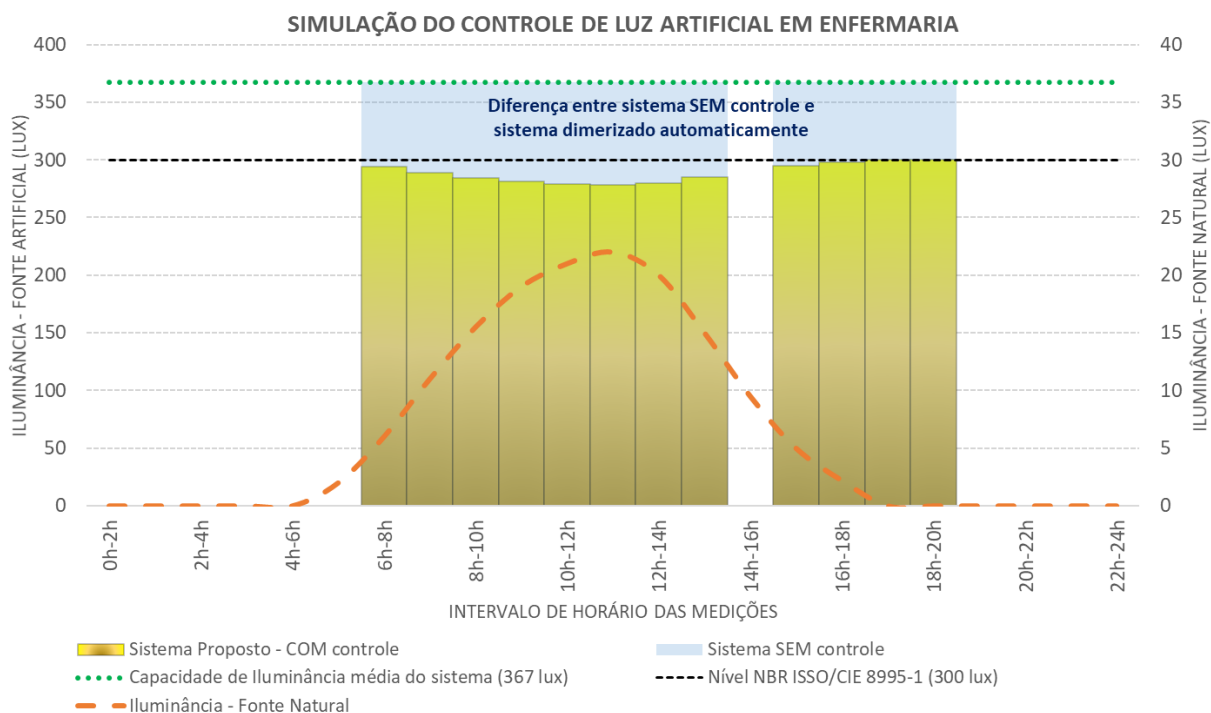
4.4.3 Critério para a execução dos cálculos

Pelo método dos lúmens, a média de luminárias calculada para cada ambiente foi de 3,2 luminárias. Desta forma adotou-se como padrão utilizar o número inteiro logo acima do calculado, visto que o sistema especificado fará o controle da potência.

Utilizando esse novo número (inteiro imediatamente maior) de luminárias e empregando o mesmo método, estimou-se o valor médio de iluminância que o sistema teria capacidade de fornecer ao ambiente: 367 lux.

Neste sentido, simulou-se o possível cenário diário de uma enfermaria, utilizando como base a capacidade instalada, o controle automático, a influência da luz solar e o regime de utilização (RU) de 12 horas diárias (RU 7/12).

Figura 45 – Simulação da iluminância artificial com sensor de luminosidade.



Fonte: Do Autor (2019)

Nessa simulação, empregando valores médios tanto da capacidade de iluminância do sistema proposto, como da iluminância proveniente da luz solar, obteve-se que o sistema com controle automático de intensidade luminosa funcionaria, em média, com 78% da capacidade nominal, ou seja, a potência da luminária de 37 W (nominal) passaria a ser, em média, 29 W.

4.4.4 Modelagem e Simulação

Ferramentas computacionais específicas para modelagem e simulação de sistemas de iluminação, como é o caso do *software* DialLux Evo, normalmente são empregadas, devido a necessidade de avaliar o comportamento da nova proposta, antes mesmo de sua implementação. Em função disso e por ser uma ferramenta gratuita, o DialLux foi utilizado neste estudo de *retrofit*.

Assim, baseado na repetição construtiva dos ambientes e na orientação do PROCEL EPP (2006), o nível de iluminamento foi simulado para um ambiente, considerado como padrão e representativo de vários outros.

Na modelagem adotou-se a premissa de que as alternativas energeticamente eficientes não poderiam comprometer o atendimento às normas técnicas e aos conceitos de conforto

visual, normalmente requeridos pelos usuários, principalmente pela equipe assistencial e de apoio terapêutico.

É importante salientar que foi considerado o nível médio de iluminância contido na norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 e a quantidade de luminárias obtidas pelo método dos lúmens.

Resumidamente, optou-se por manter um padrão de luminárias sobre o leito, de forma a garantir a incidência luminosa no posto de trabalho, assim como é apresentado na Figura 47.

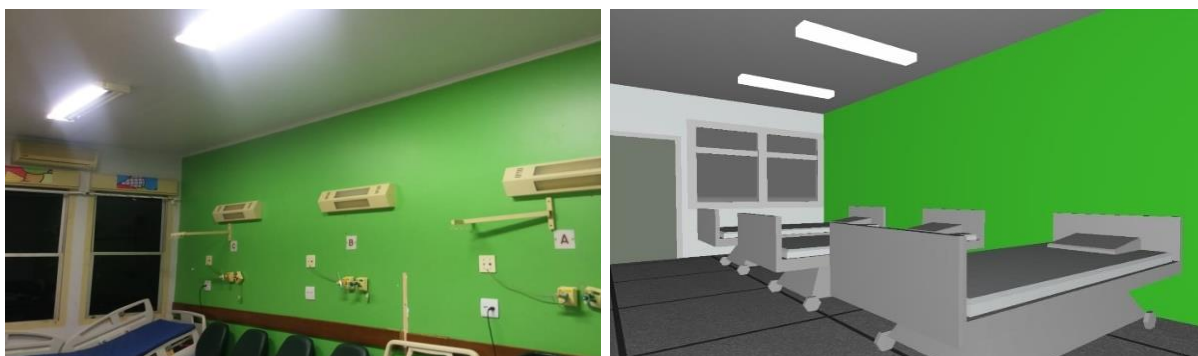
Figura 46 – Modelagem do ambiente representativo no DiaLux Evo.



Fonte: Do Autor (2019)

Já na Figura 47 é mostrado um comparativo entre o ambiente de internação real e o ambiente simulado. É possível notar que o ambiente é atualmente iluminado por duas luminárias contendo duas lâmpadas fluorescentes T8 de 32 W e posicionadas perpendiculares ao leito. Já o sistema proposto contempla três luminárias em LED integrado, com controle automático de luminosidade e posicionadas sobre os leitos, de maneira paralela.

Figura 47 – Comparativo entre ambiente real e modelado.

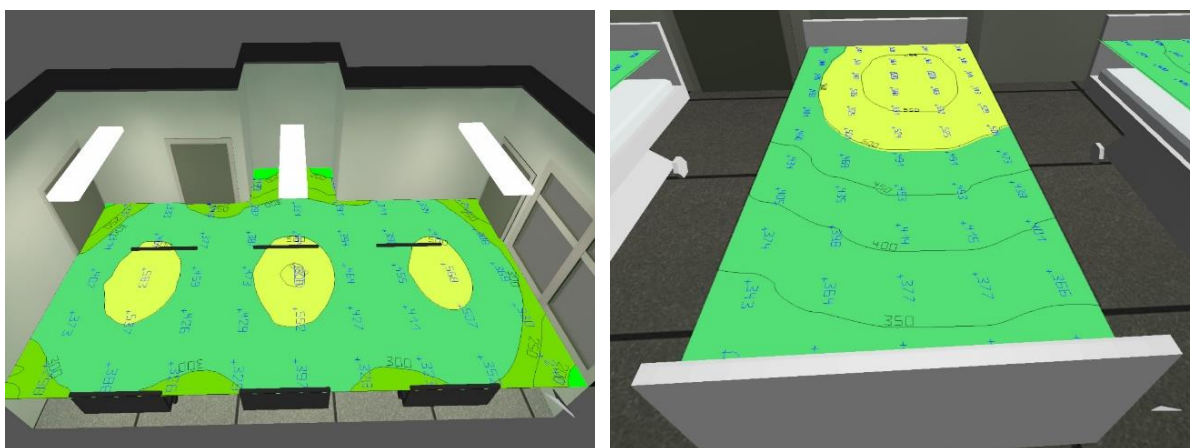


Fonte: Do Autor (2019)

Na Figura 48 (a) foi inserida a medição noturna do plano de trabalho em altura equivalente ao leito. Nesse plano, as curvas e cores estão relacionadas ao nível de iluminamento, sendo o tom:

- a) Amarelo para as iluminâncias maiores que 500 lux, concentrado imediatamente abaixo das luminárias;
- b) Verde opaco para as iluminâncias entre 300 e 500 lux, que ocupa a maior parte do ambiente, e;
- c) Verde claro para as iluminâncias entre 200 e 300 lux, ocupando a periferia do ambiente.

Figura 48 – Detalhe da simulação do ambiente de internação a noite.



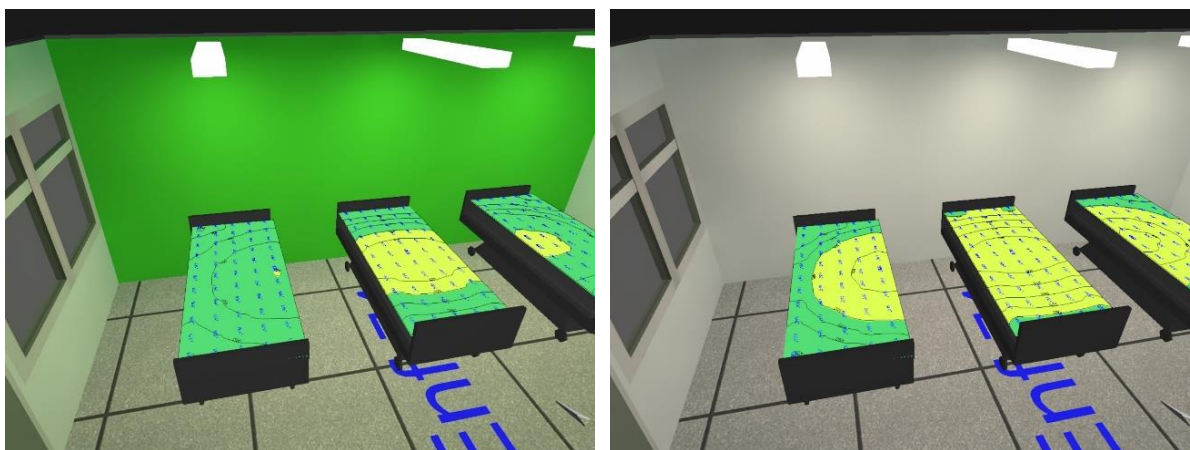
(a) Iluminância no plano de trabalho

(b) Iluminância sobre o leito intermediário.

Fonte: Do Autor (2019)

Empregando o simulador foi possível também identificar a mudança na distribuição de luz sobre os leitos, simplesmente com a alteração da cor da parede, de escura para clara.

Figura 49 – Simulação da iluminância do plano de trabalho alterando a cor da parede.



(a) Plano de trabalho com a parede escura

(b) Plano de trabalho com a parede clara.

Fonte: Do Autor (2019)

Pela simulação, nota-se que em ambos os casos as medições de iluminância sobre os leitos permanecem acima de 300 lux (cores verde e amarelo), contudo no caso apresentado na Figura 49 (b), com a parede em cor clara, há uma predominância de níveis acima de 500 lux

(cor amarela), o que comprova visivelmente a influência das cores tanto no nível de reflexão e iluminamento, como na percepção espacial e de conforto ambiental.

4.4.5 Comparativo entre sistema atual e proposto

Para demonstrar a proposta, elaborou-se o mapa comparativo entre o sistema existente e o proposto. Na Tabela 12, além das informações relativas ao tipo e quantidade de lâmpadas e luminárias, também são apresentados os quantitativos médios de horas de funcionamento por ano, bem como o Fator de Coincidência na Ponta (FCP).

Tabela 12 – Proposta de revitalização do sistema de iluminação – ambientes de internação.

ILUMINAÇÃO - SISTEMAS								
	Sistema	Lâmpada existente	Quant. existente	Lâmpada proposta	Quant. proposta	Horas/dia funcion.	Horas/ano funcion.	FCP
1	FLC 15W - BLED 8W	FLC 15W	50	Bulbo LED 8W	50	6,0	2.190	30%
2	FLC 25W - BLED 12W	FLC 25W	19	Bulbo LED 12W	19	6,0	2.190	30%
3	FLT 32W - TLED 18W	FLT 32W	120	TuboLED 18W	120	14,0	5.110	91%
4	FLT 16W - TLED 9W	FLT 16W	124	TuboLED 9W	124	20,0	7.300	95%
5	FLT 2x32W - PLED 37W	FLT 2x32W	218	Painel LED 37W	227	12,0	4.380	61%
6	INC 60W - BLED 8W	INC 60W	6	Bulbo LED 8W	6	6,0	2.190	30%

Fonte: Do Autor (2019)

Ressalta-se que os valores das tarifas e dos impostos foram retirados da fatura do mês de junho/2019. Já o Custo Evitado de Demanda (CED) e o Custo da Energia Evitada (CEE) unitários foram calculados pelo método descrito no Módulo 7 - Cálculo da Viabilidade dos Procedimentos do Programa de Eficiência Energética (PROPEE) da ANEEL, tendo os seus valores apresentados na Tabela 13 e empregados na Tabela 15.

Tabela 13 – Custos Unitários Evitados de Energia e de Demanda.

Valores adotados		Sistema	Consumidor	
CEE	Custo Unitário Evitado de Energia	356,65	461,72	R\$/MWh
CED	Custo Unitário Evitado de Demanda	788,71	1.021,05	R\$/kW.ano
		ICMS	17%	
		PIS	1,03%	
		COFINS	4,73%	

Fonte: Do Autor (2019)

É conveniente salientar que devido ao uso do reatores no sistema existente, à instalação de dispositivos de automação e controle para o sistema proposto e às orientações da ANEEL

(2013), foram feitas algumas ponderações para a elaboração da Tabela 14, como por exemplo: para sistema existente considerou-se as perdas dos reatores no cálculo da potência (linha 2) e para a potência da luminária dimerizável (linha 11-coluna 5) ajustou-se o valor médio da potência demandada pela luminária com sistema de controle automático para 78% do valor nominal, com base na estimativa demonstrada na Figura 45.

Já com relação às orientações da ANEEL (2013), considerou-se nos cálculos os parâmetros de energia consumida (linhas 7 e 16) e demanda média na ponta (linhas 8 e 17), visto que, ainda no Módulo 7 do PROPEE, a Agência publica que “a energia economizada, medida em MWh, e a redução de demanda no horário de ponta (posto tarifário ponta), medida em kW, são os principais indicadores quantitativos para projetos de eficiência energética.”

Tabela 14 – Avaliação da proposta – Demanda Evitada e Economia de Energia

	SISTEMA ATUAL						TOTAL
	1	2	3	4	5	6	
	FLC 15W - BLED 8W	FLC 25W - BLED 12W	FLT 32W - TLED 18W	FLT 16W - TLED 9W	FLT 2x32W - PLED 37W	INC 60W - BLED 8W	
1 Tipo de lâmpada	FLC 15W	FLC 25W	FLT 32W	FLT 16W	FLT 2x32W	INC 60W	
2 Potência (lâmpada + reator) (W)	17	28	35	18	70	60	
3 Quantidade	50	19	120	124	218	6	537
4 Potência Instalada (kW)	0,83	0,52	4,22	2,18	15,35	0,36	23,46
5 Funcionamento (h/ano)	2.190	2.190	5.110	7.300	4.380	2.190	
6 FCP (fator de coincidência na ponta)	0,30	0,30	0,91	0,95	0,61	0,30	
7 Energia Consumida (MWh/ano)	1,81	1,14	21,58	15,93	67,22	0,79	108,48
8 Demanda média na ponta (kW)	0,25	0,16	3,84	2,07	9,30	0,11	15,73
	SISTEMA PROPOSTO						TOTAL
	1	2	3	4	5	6	
	FLC 15W - BLED 8W	FLC 25W - BLED 12W	FLT 32W - TLED 18W	FLT 16W - TLED 9W	FLT 2x32W - PLED 37W	INC 60W - BLED 8W	
9							
10 Tipo de lâmpada	Bulbo LED 8W	Bulbo LED 12W	TuboLED 18W	TuboLED 9W	Painel LED 37W	Bulbo LED 8W	
11 Potência (lâmpada + reator) (W)	8	12	18	9	29	8	
12 Quantidade	50	19	120	124	227	6	546
13 Potência Instalada (kW)	0,40	0,23	2,16	1,12	6,55	0,05	10,50
14 Funcionamento (h/ano)	2.190	2.190	5.110	7.300	4.380	2.190	
15 FCP (fator de coincidência na ponta)	0,30	0,30	0,91	0,95	0,61	0,30	
16 Energia Consumida (MWh/ano)	0,88	0,50	11,04	8,15	28,69	0,11	49,36
17 Demanda média na ponta (kW)	0,12	0,07	1,96	1,06	3,97	0,01	7,20

Fonte: Do Autor (2019)

Para o cálculo do valor monetário relativo à economia esperada, utilizou-se o produto dos valores totais de redução de demanda na ponta e de energia economizada com seus respectivos valores de custo unitário, CED e CEE, contidos na Tabela 13, sendo que para o sistema elétrico a tarifa adotada não considera a incidência de impostos, e já pela perspectiva do consumidor, os impostos são incluídos, tornando o valor de economia mais significativo.

Tabela 15 – Economia anual - Redução de demanda e energia economizada

18		RESULTADOS ESPERADOS							ECONOMIA ESPERADA (R\$)	
		FLC 15W - BLED 8W	FLC 25W - BLED 12W	FLT 32W - TLED 18W	FLT 16W - TLED 9W	FLT 2x32W - PLED 37W	INC 60W - BLED 8W	TOTAL	TOTAL SEM IMPOSTOS	TOTAL COM IMPOSTOS
19	Redução de Demanda na Ponta (kW)	0,13	0,09	1,88	1,01	5,33	0,09	8,53	6.729,98	8.712,57
20	Redução de Demanda na Ponta (%)	52%	56%	49%	49%	57%	87%	54%		
21	Energia Economizada (MWh/ano)	0,93	0,64	10,55	7,78	38,53	0,68	59,12	21.084,26	27.295,49
22	Energia Economizada (%)	52%	56%	49%	49%	57%	87%	54%		
TOTAL ANUAL (R\$)									27.814,24	36.008,05

Fonte: Do Autor (2019)

4.4.6 Custos estimados do projeto de *Retrofit*

Para a estimativa de custos de investimento (equipamentos e instalação) foi utilizada a pesquisa no sítio eletrônico “Painel de Preços”, disponibilizado pela Secretaria de Gestão (SEGES-MP), e também a base de dados do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), visto que o SINAPI é a ferramenta pela qual a Administração Pública Federal define os valores dos serviços e insumos necessários às obras e serviços de engenharia. Já para os itens específicos ou não contidos nessas bases, foi empregada a pesquisa direta aos fornecedores e em sítios eletrônicos especializados ou de domínio amplo.

Tendo em vista que o SINAPI já disponibiliza composições aferidas para determinados serviços, buscou-se adaptar as composições relativas ao serviço de iluminação e, assim, utilizar a especificação dos recursos humanos, os coeficientes de produtividade e os valores por hora de mão-de-obra para a estimativa do custo unitário de cada serviço de instalação. Esses dados foram compilados em formato de planilha orçamentária analítica, apresentados na Tabela 16 e utilizados na Tabela 17.

Tabela 16 – Composição analítica de mão de obra para instalação – SINAPI 07/2019

Classe/Tipo	Código	Descrição	Unidade	Coeficiente	Preço Unitário (R\$)	Preço Total (R\$)	Preço Total com BDI (R\$)
02.INEL.ILMO.017/02	97610	Lâmpada compacta de LED, Base E27	UN			3,73	4,63
COMPOSICAO	88247	Auxiliar de eletricista	h	0,0690	13,33	0,91	1,13
COMPOSICAO	88264	Eletricista	h	0,1655	17,05	2,82	3,50
02.INEL.ILMO.003/01	97587	Luminária tipo calha, de embutir	UN			6,98	8,66
COMPOSICAO	88247	Auxiliar de eletricista	h	0,1289	13,33	1,71	2,12
COMPOSICAO	88264	Eletricista	h	0,3094	17,05	5,27	6,53
02.INEL.ILMO.006/02	97592	Luminária tipo plafon, de sobrepor	UN			15,63	19,38
COMPOSICAO	88247	Auxiliar de eletricista	h	0,2883	13,33	3,84	4,76
COMPOSICAO	88264	Eletricista	h	0,6920	17,05	11,79	14,62
02.INEL.ILMO.010/01	97597	Sensor de presença com fotocélula, fixo em teto	UN			12,75	15,81
COMPOSICAO	88247	Auxiliar de eletricista	h	0,2352	13,33	3,13	3,88
COMPOSICAO	88264	Eletricista	h	0,5644	17,05	9,62	11,93

Fonte: Adaptado de SINAPI (2019)

Sobre os preços totais envolvendo mão de obra, de forma a considerar os Benefícios e Despesas Indiretas (BDI), aplicou-se a alíquota adicional de 24%. Esse percentual encontra-se entre o primeiro quartil e o terceiro quartil de qualquer tipo de obra listada pelo Tribunal de Contas da União (TCU) no Acórdão nº 2622/2013. Já para materiais (itens 1 ao 9 da Tabela 17) a alíquota do BDI Diferenciado aplicado foi de 14%.

É importante reiterar que na Tabela 17 foram considerados os custos de instalação, diagnóstico e implementação (calibração dos sensores), de maneira a demonstrar o investimento total do projeto. Contudo se houver a possibilidade de o hospital absorver os custos relativos aos itens 10 ao 13, 15 e 16 da Tabela 17, especificamente as rubricas “Mão de Obra Própria” e “Mão de Obra de Terceiros”, o projeto passará a ter um custo total previsto de R\$ 118.216,21 (com BDI), ou seja, uma redução maior que 20% do valor original.

Tabela 17 – Custos do projeto, incluindo a instalação pelo PEE

Custos previstos - investimento total						148.876,59
Item	Rubrica	Aplicação	Descrição	Quant. prevista	Custo unitário sem BDI	Custo total previsto com BDI
1	Materiais e Equipamentos	Equipamentos	FLC 15W - BLED 8W	50	7,79	444,03
2	Materiais e Equipamentos	Equipamentos	FLC 25W - BLED 12W	19	9,27	200,79
3	Materiais e Equipamentos	Equipamentos	FLT 32W - TLED 18W	120	15,64	2.139,55
4	Materiais e Equipamentos	Equipamentos	FLT 16W - TLED 9W	124	12,95	1.830,61
5	Materiais e Equipamentos	Equipamentos	FLT 2x32W - PLED 37W	227	309,55	80.105,35
6	Materiais e Equipamentos	Equipamentos	INC 60W - BLED 8W	6	7,79	53,28
7	Materiais e Equipamentos	Outros	Interruptores	227	5,91	1.529,39
8	Materiais e Equipamentos	Outros	Sensor Presença	68	19,00	1.472,88
9	Materiais e Equipamentos	Outros	Sensor Luminosidade	227	81,64	21.126,80
10	Mão de Obra de Terceiros	Outros	Instalação Lamp. Bulbo	75	3,73	346,89
11	Mão de Obra de Terceiros	Outros	Instalação 2 TuboLED	122	6,98	1.055,93
12	Mão de Obra de Terceiros	Outros	Instalação Painel LED	227	15,63	4.399,53
13	Mão de Obra de Terceiros	Outros	Instalação Sensores	295	12,75	4.663,95
14	Medição e Verificação	Outros	M&V	1	5.988,00	7.425,12
15	Mão de Obra Própria	Outros	Diagnostico	1	5.988,00	7.425,12
16	Mão de Obra de Terceiros	Outros	Implementação	227	45,36	12.768,96
17	Marketing	Outros	Placas e Adesivos	1	1.160,00	1.438,40
18	Treinamento e Capacitação	Outros	Treinamento	8	45,36	450,01

Fonte: Do Autor (2019)

Ao considerar a vida útil dos equipamentos, a taxa de desconto anual (8%) e os custos totais do projeto foi possível distribuir os custos indiretos de serviços e instalação nos itens de material. Esse rateio é demonstrado na Tabela 18.

Tabela 18 – Custos anualizados – instalação pelo PEE.

						148.876,59	84.773,61	12.160,23	21.355,39	148.876,59
Vida útil										
Item	Descrição	Horas	Anos	Quant. prevista	Custo unitário sem BDI	Custo total previsto com BDI	Custo total equip prev	Custo anual. previsto	Custo anual. com indiretos	Custo total por equip.
1	FLC 15W - BLED 8W	25.000	11,4	50	7,79	444,03	444,03	60,76	106,71	743,90
2	FLC 25W - BLED 12W	25.000	11,4	19	9,27	200,79	200,79	27,48	48,25	336,39
3	FLT 32W - TLED 18W	30.000	5,9	120	15,64	2.139,55	2.139,55	470,83	826,86	5.764,36
4	FLT 16W - TLED 9W	25.000	3,4	124	12,95	1.830,61	1.830,61	632,08	1.110,04	7.738,54
5	FLT 2x32W - PLED 37W	50.000	11,4	227	309,55	80.105,35	80.105,35	10.961,78	19.250,72	134.204,13
6	INC 60W - BLED 8W	25.000	11,4	6	7,79	53,28	53,28	7,29	12,80	89,27
7	Interruptores			227	5,91	1.529,39				
8	Sensor Presença			68	19,00	1.472,88				
9	Sensor Luminosidade			227	81,64	21.126,80				
10	Instalação Lamp. Bulbo			75	3,73	346,89				
11	Instalação 2 TuboLED			122	6,98	1.055,93				
12	Instalação Painel LED			227	15,63	4.399,53				
13	Instalação Sensores			295	12,75	4.663,95				
14	M&V			1	5.988,00	7.425,12				
15	Diagnostico			1	5.988,00	7.425,12				
16	Implementação			227	45,36	12.768,96				
17	Placas e Adesivos			1	1.160,00	1.438,40				
18	Treinamento			8	45,36	450,01				

Fonte: Do Autor (2019)

Observa-se ainda que os custos relativos a insumos e materiais totalizam R\$ 95.528,67, para compra direta, e R\$ 108.902,68, para fornecimento por terceiros (com BDI diferenciado), equivalente a 64% e 73% do custo do projeto, respectivamente.

Além disso, nota-se que o custo anualizado de R\$ 12.160,23 para os materiais e R\$ 21.355,39 para o projeto completo são significativamente menores que os valores da estimativa de economia anual prevista na Tabela 15: R\$ 36.008,05 (considerando os impostos).

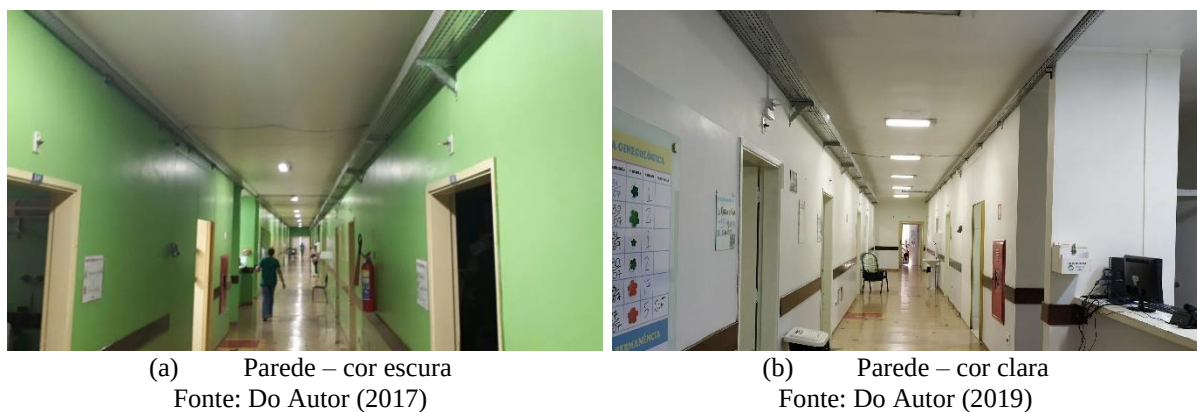
Ademais, este custo anual estimula a reflexão sobre a necessidade de reserva de capital para reposição de peças que certamente se danificarão ao longo dos anos, principalmente quando superada a vida útil declarada pelo fabricante.

4.4.7 Medidas Adicionais de Conservação de Energia

Somadas as medidas técnicas, existem as medidas administrativas de conscientização sobre conservação de energia, contudo o desafio é manter a campanha em ciclo, visto que a população usuária é flutuante e renova-se periodicamente.

Outra ação adicional possível não está relacionada diretamente com eficiência em equipamentos, mas sim com a edificação e envoltória. Ainda durante a fase de levantamento de dados para formação da Tabela 11, algumas medidas de adequação da infraestrutura física dos ambientes já foram implementadas, tais como: ajustes na posição das luminárias e a pintura das paredes que obtiveram índice de cor abaixo de 50%. É destacável a cor das paredes internas do bloco da maternidade, como pode ser notado na Figura 50.

Figura 50 – Cores das paredes do corredor.



4.5 Viabilidade econômica do estudo

Com a premissa de que no processo de *retrofit*, assim como nos projetos de eficiência energética, o principal critério para avaliação da viabilidade econômica é baseado na relação entre custo e benefício. Sendo benefício, do ponto de vista técnico, para o sistema elétrico, aquela valoração da demanda evitada no horário de ponta durante a vida útil do projeto e a valoração da redução da energia consumida. E o custo é todo aporte ocorrido para a efetivação do projeto.

Nesse sentido, para comparar e relacionar custos e benefícios, foi empregado o padrão referencial monetário anual para facilitar as operações matemáticas para definição de indicadores econômicos normalmente utilizados para a análise financeira, tais como: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), *Payback* Descontado.

Para determinação dos indicadores econômicos, foi estruturada a Tabela 19 com os fluxos de caixa (simples e descontado) do projeto de *retrofit* durante o prazo de 11 anos, pois com esse limite de tempo, a vida útil de praticamente todos os equipamentos empregados estarão se esgotando e, logo, na iminência de um novo *retrofit*.

Considerou-se para esses fluxos de caixa anual: custo total de investimento para implementação do projeto na fase inicial (ano zero); valores de economia prevista anualmente para o projeto proposto; taxa anual de desconto; e custos periódicos relativos à substituição dos equipamentos e insumos.

Esses investimentos periódicos estão baseados na necessidade de reposição e manutenção de elementos do sistema em virtude de que alguns equipamentos apresentaram vida útil intermediária a do projeto como um todo, ou seja, menor que 11 anos. Conforme consta na Tabela 18, as lâmpadas TLED18W terão vida útil menor que 6 anos e as lâmpadas TLED9W deverão ser substituídas em até 3,5 anos. Por isso os custos anualizados destes itens foram previstos nas Tabelas 19 e 20 como investimentos a partir do quarto ano. É importante registrar que no custo anualizado de cada item considera os custos com os materiais diretamente aplicados, somados aos custos indiretos de mão-de-obra para a instalação.

Já quanto a taxa de desconto, foi aplicada no cálculo do fluxo de caixa descontado e VPL o índice de correção de 10,159% a.a., equivalente anual da taxa SELIC acumulada nos últimos 11 anos (2008 a 2019), a qual foi determinada por meio de consulta ao portal do Banco Central do Brasil (BCB), especificamente com o auxílio da ferramenta digital denominada Calculadora do Cidadão.

De forma análoga e complementar, com o intuito de auxiliar no processo de tomada de decisão, empregou-se a mesma ferramenta para identificar a taxa de juros acumulada entre 01/08/2018 e 30/07/2019 tanto para a poupança, quanto para a taxa SELIC, sendo os índices respectivamente 4,163% e 6,295%.

A Figura 51 ratificou os levantamentos de oscilação da taxa SELIC, contudo demonstra também que o BCB não alterou a sua meta para essa taxa nos últimos meses, permanecendo em patamares abaixo de 7% a.a., permitindo a inferência de que essa taxa poderá se estabilizar a longo prazo.

Figura 51 – Dados históricos da Meta do BCB para a taxa SELIC.



Fonte: Banco Central do Brasil (2019)

É conveniente ressaltar que a taxa de desconto utilizada (10,159% a.a.) é menos conservadora que a estabelecida pela EPE (2017) e adotada no Plano Decenal de Expansão de Energia – PDE 2026, que é de 8% a.a..

Tabela 19 – Fluxo de Caixa Simples e Descontado – Projeto com mão-de-obra

ano	Investimento	Fluxo de Caixa	Payback Simples	Fluxo de Caixa Descontado	Payback Descontado
0	- 148.876,59	-148.876,59	- 148.876,59	- 148.876,59	- 148.876,59
1		36.008,05	- 112.868,54	32.687,28	- 116.189,31
2		36.008,05	- 76.860,49	29.672,77	- 86.516,54
3		36.008,05	- 40.852,44	26.936,26	- 59.580,29
4	- 7.738,54	28.269,51	- 12.582,92	19.197,08	- 40.383,21
5		36.008,05	23.425,13	22.197,07	- 18.186,14
6	- 5.764,36	30.243,69	53.668,82	16.924,27	- 1.261,87
7	- 7.738,54	28.269,51	81.938,33	14.360,60	13.098,73
8		36.008,05	117.946,39	16.604,78	29.703,51
9		36.008,05	153.954,44	15.073,44	44.776,95
10		36.008,05	189.962,49	13.683,32	58.460,28
11	- 7.738,54	28.269,51	218.232,00	9.751,91	68.212,18

Fonte: Do Autor (2019)

A Tabela 20 emprega os mesmos conceitos, contudo adota como investimento inicial somente os custos com materiais e insumos, pressupondo que o hospital poderá executar a instalação com a mão-de-obra própria ou já disponível em outros contratos.

Tabela 20 – Fluxo de Caixa Simples e Descontado – Investimento em materiais

ano	Investimento	Fluxo de Caixa	Payback Simples	Fluxo de Caixa Descontado	Payback Descontado
0	- 108.902,68	-108.902,68	- 108.902,68	- 108.902,68	- 108.902,68
1		36.008,05	- 72.894,63	32.687,28	- 76.215,40
2		36.008,05	- 36.886,58	29.672,77	- 46.542,63
3		36.008,05	- 878,53	26.936,26	- 19.606,38
4	- 5.736,06	30.271,99	29.393,47	20.556,91	950,53
5		36.008,05	65.401,52	22.197,07	23.147,60
6	- 4.417,46	31.590,59	96.992,11	17.677,99	40.825,59
7	- 5.736,06	30.271,99	127.264,11	15.377,84	56.203,43
8		36.008,05	163.272,16	16.604,78	72.808,22
9		36.008,05	199.280,21	15.073,44	87.881,66
10		36.008,05	235.288,27	13.683,32	101.564,98
11	- 5.736,06	30.271,99	265.560,26	10.442,69	112.007,66

Fonte: Do Autor (2019)

Em função dos dados da Tabela 19 e da Tabela 20 foi elaborada a Tabela 21, que permite visualizar os indicadores econômicos para os dois cenários vislumbrados, sendo: “Completo”, o cenário em que todos os custos com mão-de-obra e materiais estão inclusos na proposta e o outro “Materiais”, com somente os materiais (equipamentos e insumos)

Tabela 21 – Resumo VPL, TIR e Payback Simples e Descontado.

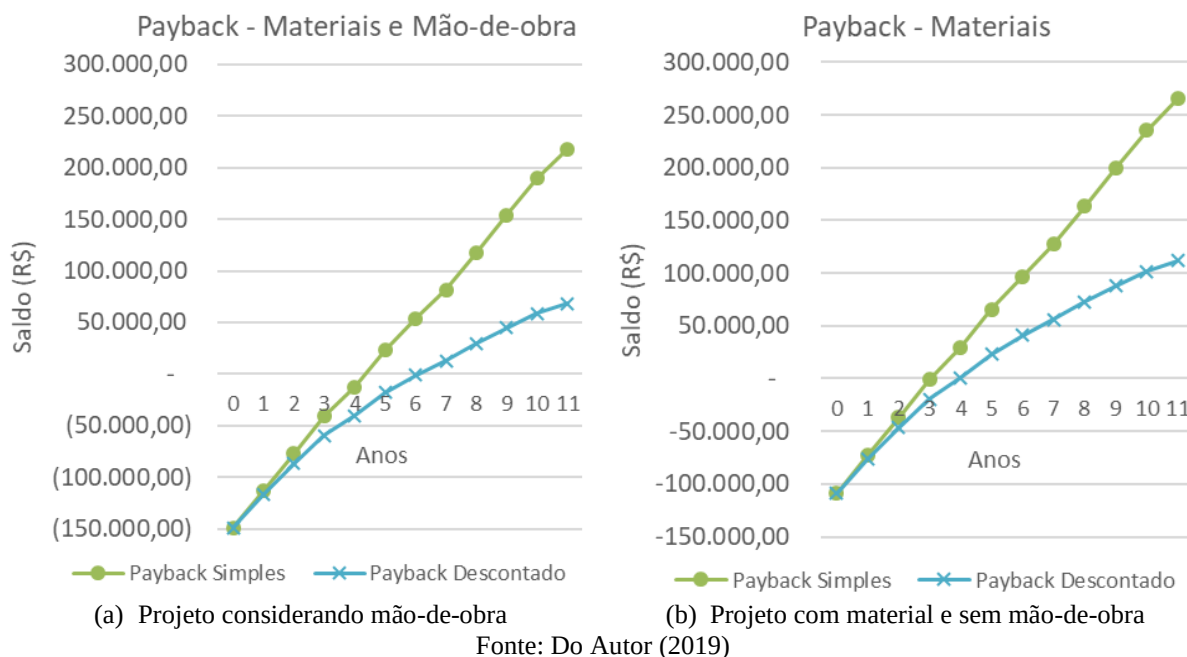
Projeto de <i>Retrofit</i>	Completo	Materiais
Investimento (R\$)	148.876,59	108.902,68
VPL (R\$)	68.212,18	112.007,66
TIR (%)	19,6	30,1
Payback simples (anos)	4,35	3,03
Payback descontado (anos)	6,07	3,95

Fonte: Do Autor (2019)

E para uma representação mais intuitiva, os valores de *Payback* de ambos os cenários foram estruturados em formato de gráficos, os quais estão contidos na Figura 52.

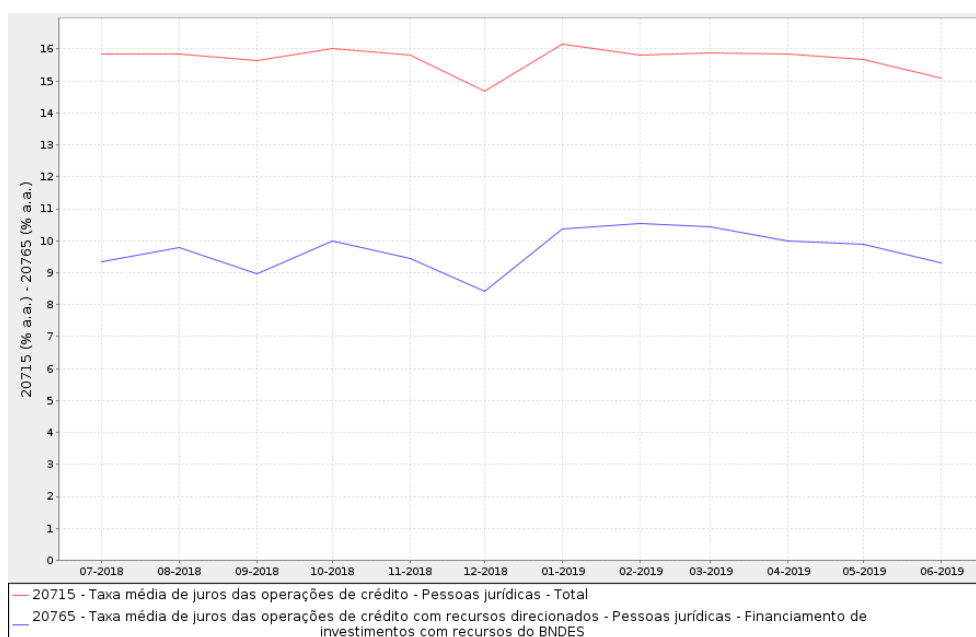
Nota-se que ambos cenários são favoráveis a implantação do projeto, visto que, considerando a vida útil do sistema em 11 anos, o VPL é positivo, a menor TIR é de 19,6% e o maior *Payback* (descontado) é de 6 anos e 1 meses.

Figura 52 – Fluxo de Caixa – comparativo



Com taxas médias de juros em torno de 15,7% a.a., o histórico (últimos 12 meses) de operações de crédito tomados por Pessoa Jurídica (PJ) corrobora ainda mais pelo julgamento da atratividade do projeto, pois os valores permanecem abaixo da TIR estimada, como pode ser observado na Figura 53.

Figura 53 – Taxa média de juros das operações de crédito com recursos direcionados - Pessoas jurídicas



Ao considerar financiamento de investimentos com recursos do BNDES, a taxa média de juros é ainda menor, na faixa de 10% a.a.

5 CONCLUSÃO

Quanto ao desenvolvimento do trabalho pode-se explicitar que as maiores dificuldades foram as relacionadas à própria complexidade da infraestrutura hospitalar e à etapa de diagnóstico energético, especificamente durante a coleta de dados. Realizar as medições com os ambientes ocupados foi desafiador, tendo em vista o rigor da metodologia adotada e definida em norma, a qual exigia, dentro do mesmo ambiente, várias medidas e ainda repetições ao decorrer do dia. Tal dificuldade foi detectada pelo fato de que a taxa de ocupação dos ambientes é alta e que durante os procedimentos de coleta de amostras para exames ou administração de medicamentos não era permitido, de imediato, apagar as luzes das enfermarias, corredores e demais fontes de interferências. Igualmente para a medição com as luzes acesas, quando algum paciente encontrava-se dormindo.

Quanto a análise técnica, conclui-se que a proposta é exequível dentro das particularidades do ambiente hospitalar. O projeto luminotécnico ainda proporcionará ajuste aos padrões de norma e regulação automática para reforçar a filosofia de conservação de energia, visto que a proposta de pesquisa defendeu desde o princípio alternativas eficientes para se reformar o sistema de iluminação de hospital de modo a atender às exigências normativas e anseios dos usuários. Além de que tecnicamente, ao economizar energia elétrica, haverá menor demanda pelo sistema interligado, possibilitando ao Operador Nacional do Sistema (ONS) reduzir o despacho de usinas mais onerosas e impactantes, ou ainda, que energia não gasta seja direcionada a outro consumidor, retardando a necessidade de expansão do sistema e minimizando as perdas técnicas por transformação e transmissão. Este conceito está relacionado com demanda evitada e Usinas Virtuais Equivalentes (UVE).

Quanto a análise econômica, julga-se igualmente viável, com base na atratividade apontada pelos indicadores econômicos definidos no Tópico 4.5, especialmente pelo fato da TIR (19,6% a.a.) ser maior do que a taxa de juros considerada pela EPE (8% a.a.) e maior também que a publicada pelo BCB para financiamento com recursos do BNDES (10% a.a.). É conveniente salientar que a economia do país influencia significativamente nas estimativas dos custos gerais do projeto e dos indicadores, podendo essa mesma pesquisa não se tornar viável no futuro.

Logo, entende-se que a pesquisa alcançou o objetivo geral, de analisar a viabilidade técnico-econômica de *retrofit* no sistema de iluminação no Hospital Universitário Maria Aparecida Pedrossian – HUMAP. Além disso, atendeu aos interesses gerais, no âmbito público e também social, pois a escolha do local de pesquisa já demonstrou a predominância do anseio

comum, pois o HUMAP é vinculado a uma instituição de ensino pública federal, a UFMS, e atende a população usuária do Sistema Único de Saúde, ou seja, extrapola os limites da academia e alcança a comunidade externa.

Nesse sentido ainda, ressalta-se sobre a extrapolação dos benefícios indiretos do projeto para além dos limites do hospital. Ao considerar os reflexos do hábito conservador nas residências dos agentes responsáveis pelas ações de eficiência energética no hospital e também nos lares dos pacientes e acompanhantes ficará ainda mais evidente a abrangência e a oportunidade do projeto.

Ainda na esfera de aplicabilidade do estudo e perspectivas profissionais futuras, se considerado que o HUMAP-UFMS faz parte de uma rede de hospitais universitários administrados atualmente por uma empresa pública (EBSERH) e que se identificada similaridade situacional em outros hospitais da mesma rede, certamente esse trabalho viabilizará a replicação do conceito das estratégias desenvolvidas para outras localidades, proporcionando maior visibilidade para o tema, curso e instituição.

Adicionalmente, observa-se que muitos hospitais públicos, tanto da esfera federal quanto da estadual ou municipal, funcionam precariamente, convivendo constantemente com falta de insumos fundamentais. Nesses estabelecimentos, a preocupação iminente recai sobre suas necessidades básicas: medicamentos, instrumentos cirúrgicos e profissionais de saúde. Portanto, a infraestrutura, onde o sistema de iluminação está inserido, não está entre as prioridades e, deste modo, normalmente para ser recuperada necessita de auxílio externo.

Em 2015, a revista *Visão Hospitalar* publicou uma edição com matéria da capa afirmando “*Crise energética nos hospitais – Ações eficientes podem garantir economia de até 30%*”. Nesta mesma edição é relatado que em todo o Brasil, o consumo de energia tem aumentado progressiva e consistentemente, sendo que para os hospitais a eletricidade chega a representar 50% dos custos gerais. Neste contexto, buscar a redução do consumo mantendo a qualidade dos serviços é um desafio constante. Algumas consultorias têm alertado o setor hospitalar para a necessidade de racionalizar antes de racionar o uso da energia elétrica.

Agir agora, com o propósito de conscientizar os gestores a buscarem projetos onde a eficiência energética seja priorizada, evitará a construção de diversas edificações pouco eficientes, bem como caminhará no sentido de minimizar os impactos ambientais.

Outro ponto importante de registrar é que o conceito de conservação de energia é contemporâneo e, se consideradas as particularidades das instalações em estudos, ficam evidentes os motivos que ressaltam a novidade da pesquisa, haja vista a exiguidade de resultados publicados sobre eficiência energética em iluminação de hospitais brasileiros.

Oportunamente, entende-se que estudos técnicos futuros nas instalações deste mesmo EAS podem abranger demais temas consonantes com esta pesquisa, podendo citar: adequação contratual, compensação de energia reativa, identificação de perdas na rede de distribuição e nos transformadores, geração de energia por combustão de lixo hospitalar, modulação das cargas e emprego de grupo motogerador no horário de ponta, *retrofit* dos sistemas de climatização e bombeamento, *retrofit* dos sistemas de iluminação de ambientes ambulatoriais, externos e administrativos, bem como a adequação dos projetos de iluminação artificial à luz da influência da temperatura de cor em ambientes de internação ao longo do dia e sua relação com o ritmo circadiano. Todas essas pesquisas com grande potencial de redução do consumo de energia e de contribuição para o meio ambiente e para a melhoria do conforto visual, térmico e do bem-estar dos usuários e pacientes.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413: Iluminância de interiores**. Rio de Janeiro:ABNT, 1992, 13 p.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15215-4: Iluminação natural – Parte 4: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações – Método de medição**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISSO/CIE 8995-1: Iluminação de ambientes de trabalho. Parte 1: interior**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Relatório de Consumidores, Consumo, Receita e Tarifa Média – Empresa, Classe de Consumo e Nível de Tensão**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/relatorios-de-consumo-e-receita>. Acessado em 25/04/2019.
- AHEG – ASSOCIAÇÃO DOS HOSPITAIS DO ESTADO DE GOIÁS, **Crise no Setor Hospitalar exige soluções imediatas**. Revista AHEG, Ano V - Nº 21, 2015. Disponível em: <http://www.aheg.com.br/site/download.php?p=conteudosArquivo&f=0013912.pdf>. Acessado em 01/05/2018.
- ALZUBAIDI, S.; SOORI, P.K.; *Energy Efficient Lighting System Design for Hospitals Diagnostic and Treatment Room - A Case Study*. **Journal of Light & Visual Environment**, vol.36, nº.1, 2012.
- AMES, **Luminárias**. Disponível em: <https://www.amesiluminacao.com/csrf---luminaria-refletor-aluminio--t8>. Acessado em 20/09/2018
- ANEEL (2019); AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Tarifa Média de Fornecimento com Impostos: 2003 a 2018**. Disponível em http://relatorios.aneel.gov.br/_layouts/xlviewer.aspx?id=/RelatoriosSAS/RelSAMPCla sseConsNivel.xlsx&Source=http%3A%2F%2Frelatorios%2Eaneel%2Egov%2Ebr%2 FRelatoriosSAS%2FForms%2FAllItems%2Easpx&DefaultItemOpen=1. Acessado em 24/06/2019
- ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RDC nº 50: Normas para projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde**. 2.ed. Brasília: ANVISA, 2004. 160p.
- ARGIRIOU, A. et al. **On the energy consumption and indoor air quality in office and hospital buildings in Athens**, Hellas, p. Vol.35(5), pp.385-394, 1994.
- ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers; **Advanced Energy Design Guide for Large Hospitals: Achieving 50% Energy Savings**

Toward a Net Zero Energy Building. 2012. Disponível em <http://aedg.ashrae.org/publications/AEDG50-LargeHospitals-2012-20120509.pdf>. Acessado em 23/05/2017.

BANCO CENTRAL DO BRASIL, **Calculadora do Cidadão**. Disponível em : <https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADAOPublico/exibirFormCorrecaoValores.do?method=exibirFormCorrecaoValores&aba=3> . Acessado em 22/05/2019

BANCO CENTRAL DO BRASIL, **SGS - Sistema Gerenciador de Séries Temporais - v2.1**, Módulo público. Disponível em: <https://www3.bcb.gov.br/sgspub/consultarvalores/consultarValoresSeries.do?method=trocarGrafico>. Acessado em 13/07/2019

BARBOSA FILHO, F.; **A crise econômica de 2014/2017**. Estudos Avançados, 31(89), 51-60. Jan/Abr. 2017. Recuperado de <http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/132416>. Acessado em 13/09/2018.

BITTLE, R.; VALESANO, R.; THALER, G. **Energy conservation in a large mental hospital**, p. Vol.5(2), pp.154-161, 1978.

BRASIL. **Decreto nº 8.540, de 9 de outubro de 2015**. Diário Oficial da União, Brasília, 13 Out. 2015.

BRYANT, F. **ICP grant helps Memphis Hospital's \$724K retrofit**. (*Institutional Conservation Program's grant makes possible Methodist Hospital's installation of energy efficient lighting*), p. Vol.16(7), p.9(2), 1991.

BRYANT, F. **Financing aids convince hospital to revamp with heat pumps**. (*Department of Energy's Institutional Conservation Program, Gunnison Valley Hospital, Gunnison, Utah*), p. Vol.17(2), p.8(1), 1992.

BRYANT, F. **Lighting retrofits cut 4 million kwh from hospital's electricity load**. (*Henry Ford Health System undertakes energy conservation measures*), p. Vol.17(11), p.12(2), 1992.

BUGES, N. L., ANDREAS, W.A., **Análise das condições de iluminação natural e artificial da sala aula ateliê 1 do curso de arquitetura e urbanismo da UFMS**. Campo Grande-MS, UFMS, 2010. Disponível em <https://faeng.ufms.br/files/2015/01/2010-Análise-das-condições-de-iluminação-natural-e-artificial-da-sala-de-aula-Ateliê-1-do-Curso-de-Arquitetura-e-Urbanismo-da-UFMS.pdf>. Acessado em 19/09/2018

BUONOMANO, A. et al. **Dynamic energy performance analysis: Case study for energy efficiency retrofits of hospital buildings**, p. pp.555-572, 2014.

CADDET *Energy Efficiency. CENTRE FOR THE ANALYSIS AND DISSEMINATION OF DEMONSTRATED ENERGY TECHNOLOGIES. Learning from Experiences with Energy Savings in Hospitals*. Analyses Series nº. 20. The Netherlands, 1996. 146 p.

- CAETANO J.A., SOARES E.; ANDRADE L.M.; PONTE R.M., **Cuidado humanizado em terapia intensiva: um estudo reflexivo**. Esc. Anna Nery. 2007;11(2):325-30.
- CALCEDO, J. G. S. *Analysis on Energy Efficiency in Healthcare Buildings*. *Journal of Healthcare Engineering*, p. 361-374, 2014.
- CARPENTER, D. *Advancing efficiency. 2011 hospital energy management survey*, p. Vol.24(7), pp.15-8, 20, 22, 2011.
- CAVALCANTI, P. B. **Qualidade da Iluminação em ambientes de Internação Hospitalar**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura). Programa de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2002
- CEI - COMITÉ ESPAÑOL DE ILUMINACIÓN. *Guía técnica de eficiencia energética en iluminación. Hospitales y centros de atención primaria*. Madrid, 2001, 89 p.
- CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS, FUPAI/EFFICIENTIA, **Gestão Energética**. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2005.
- CFM – Conselho Federal de Medicina. **Defasagem na Tabela SUS afeta maioria dos procedimentos hospitalares**. Publicado em 07/05/2015. Disponível em http://portal.cfm.org.br/index.php?option=com_content&id=25491:defasagem-na-tabela-sus-afeta-maioria-dos-procedimentos-hospitalares. Acessado em 08/05/2018.
- CHUNG, M.; PARK, H. *Comparison of building energy demand for hotels, hospitals, and offices in Korea*, p. Vol.92, pp.383-393, 2015.
- COSTA, G.J.C. **Iluminação econômica: cálculo e avaliação**. 4. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2006
- COSTI, M., **A influência da luz e da cor em ambientes de espera e corredores hospitalares: estudo de caso: o corredor espera**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura). Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.
- DEVENS, G. L. **Projeto de Eficiência Energética Aplicado ao Hospital Margarida**. Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas – ICEA, UFOP, 2016.
- DOUTORLUZ (2018). Disponível em <http://www.doutorluz.com.br>. Acessado em 12/08/2018.
- DUNBAR, M. *Job combines lighting, power factor correction. (St. Luke's Hospital, Massachusetts; energy conservation)*, p. Vol.15(4), p.15(1), 1990.
- DURANTE, L. C. et al. **Sistema de iluminação integrada em edificação lat 15 sul e potencial de uso de geração fotovoltaica**. Revista *Hábitat Sustentable*, vol.4, nº 2, p. 04-15, Dez-2014.

ELETROBRAS. PROCEL, **Conservação de energia**: eficiência energética de instalações e equipamentos, 3ª edição, Itajubá, MG: FUPAI, 2006

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **NOTA TÉCNICA DEA 16/12**: Avaliação da Eficiência energética para os próximos 10 anos (2012-2021): Estudos de Demanda. Rio de Janeiro: MME/EPE, 2012

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **NOTA TÉCNICA DEA 001/17** Projeção da demanda de energia elétrica para os próximos 10 anos (2017-2026), Ministério de Minas e Energia, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: [http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-245/topico-261/DEA_001_2017 - Projeções da Demanda de Energia Elétrica 2017-2026_VF\[1\].pdf](http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-245/topico-261/DEA_001_2017_-_Projeções_da_Demanda_de_Energia_Elétrica_2017-2026_VF[1].pdf). Acessado em 05/04/2018.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **NOTA TÉCNICA DEE 027/17** Estudos para a Expansão da Geração - Custo Marginal de Expansão do Setor Elétrico Brasileiro - Metodologia e Cálculo - 2017 (EPE-DEE-RE-27/2017_r0). Ministério de Minas e Energia, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: [http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-40/topico-67/NT DEE 027_17.pdf](http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-40/topico-67/NT_DEE_027_17.pdf). Acessado em 22/09/2018.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2018** | ano base 2017. Ministério de Minas e Energia, Brasília-DF, 2018. Disponível em <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anuario2018vf.pdf>. Acessado em 25/04/2019.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Consumo Anual de Energia Elétrica por classe (nacional) - 1995-2018**. Ministério de Minas e Energia, Brasília-DF, 2019. Disponível em <http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Consumo-Anual-de-Energia-Eletrica-por-classe-nacional>. Acessado em 25/04/2019.

EPE-BEN - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanço Energético Nacional: 2017**, Relatório Síntese | ano base 2016. Ministério de Minas e Energia. Rio de Janeiro. 2017. Disponível em: [https://ben.epe.gov.br/downloads/Síntese do Relatório Final_2017_Web.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/Síntese_do_Relatório_Final_2017_Web.pdf). Acessado em 07/11/2017.

EPE-BEN - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanço Energético Nacional: 2018**, Relatório Síntese | ano base 2017. Ministério de Minas e Energia. Rio de Janeiro. 2018. Disponível em: http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-303/topico-419/BEN2018__Int.pdf. Acessado em 25/04/2019.

EPTA - ENVIROMENAL ENGINEEERS CONSULTATS. **GUIDELINES for ENERGY EFFICIENCY in HOSPITALS**. Atenas, Grécia. 2007.

- FERENC, J. *Power of analytics helps hospital to reduce energy usage.(ENERGY EFFICIENCY)*, p. Vol.28(10), p.8(1), 2015.
- FRAILE, J. C.; SAN-JOSE, J.; GONZALEZ-ALONSO, A. *A Boiler Room in a 600-Bed Hospital Complex: Study, Analysis, and Implementation of Energy Efficiency Improvements*, p. pp.3282-3303, 2014.
- FREO, C. M.; **Estudo de Eficiência Energética do Sistema de Iluminação da Associação Beneficente Ouro Branco**. 2013. 92p. Monografia (Conclusão do curso) Universidade Federal do Pampa, Alegrete.
- GALINA, R.; CAVALCANTI, T. M.; **Análise de Eficiência Energética em Hospitais Públicos**. 2012, 89, p. Monografia (Conclusão do curso) Universidade Federal do Paraná, Escola de Engenharia Elétrica, Paraná.
- GARCÍA-SANZ-CALCEDO, J. *Analysis on energy efficiency in healthcare buildings. Journal of Healthcare Engineering* 2014; 5(3):361-374.
- GELLER, H.S. Governo não prioriza eficiência energética. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 27 maio 2007. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/fsp/dinheiro/fi2605200727.htm>.
- GHISI, E. **Desenvolvimento de uma metodologia para retrofit em sistemas de iluminação: Estudo de caso na Universidade Federal de Santa Catarina**. 1997. 246 p. Dissertação (Mestrado de Engenharia Civil). Curso de pós-graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Santa Catarina, 1997.
- GÓES, R. **Manual prático de arquitetura hospitalar**, 1ª edição - São Paulo: Edgard Blücher, 2004
- GOOGLE IMAGENS, Pesquisa realizada por meio da ferramenta de busca, sendo (a) disponível em <https://cdn.aws.toolstation.com/images/141020-UK/800/62428.jpg>; (b) disponível em <https://www.lightingsupply.com/wattstopper-wt-2250>; (c) disponível em http://www.gpj.com.br/sensor_de_ocupacao_glsodtc500_tecnologia_de_montagem_n_o_teto_open. Acessado em 11/08/2018.
- GOOGLE MAPS, **Street View**. Disponível em: <http://www.google.com/maps/@-20.4990413,-54.6169956,3a,75y,81.5h,79.69t/data=!3m6!1e1!3m4!1skobdszA3QPNLh1nKg3tJeQ!2e0!7i13312!8i6656>. Acessado em 02/03/2019.
- GRASSO, R.; PILAR, A.; GHISI, E.; LAMBERTS, R. Avaliação energética do edifício sede da Telesc: *Retrofit* do sistema de iluminação e simulação. Em: Encontro Nacional De Tecnologia do Ambiente Construído, 1998, 7., Florianópolis. **Anais**. Florianópolis, Santa Catarina: ENTAC, 1998. v.1, p. 513-521

- GRIMM, A. M. A. **Análise de sistemas híbridos em estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS) visando o conforto térmico e redução de consumo energético.** São Paulo. 2012.
- HALAC, R.; SCHILLER, S; VENTURINI, E. *Sustainable universities: New knowledge and innovative actions. THE 2005 WORLD SUSTAINABLE BUILDING CONFERENCE, 2005, Tokyo. Proceedings.* Tokyo, 2005. p. 2316-2322
- HUME, M. *School-hospital grant changes irk some users. (energy conservation grant programs)*, p. Vol.9, p.35(1), 1984.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Pesquisa de Assistência Médico-Sanitária: **Tabela 6 - Estabelecimentos de saúde, por esfera administrativa e tipo de atendimento, segundo as Grandes Regiões, as Unidades da Federação e os municípios das capitais - 2009.** Disponível em ftp://ftp.ibge.gov.br/Indicadores_Sociais/Assistencia_Medico_Sanitaria/tab06.zip. Acessado em 03/09/2018.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Diretoria de Pesquisas - DPE, Coordenação de População e Indicadores Sociais – COPIS. **IBGE divulga as estimativas populacionais dos municípios para 2017.** Disponível em <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/16131-ibge-divulga-as-estimativas-populacionais-dos-municipios-para-2017>. Acessado em 26/05/2018.
- INTELBRAS, **Sensores de presença.** Disponível em: <https://www.intelbras.com/pt-br/sensor-de-presenca-para-iluminacao-esp-360-a>. Acessado em 18/09/2018.
- JIANG C, XING J, LING J, QIN X. *Energy consumption and carbon emissions of hospitals in Tianjin.* Front Energy 2012; 6(4):427-435.
- KOS, C.; QUADI, D. *Healing today's hospitals: building analysis, energy efficiency, and flexibility are the keys to successful hospital design*, p. p.42(5), Oct, 2010. Disponível em <https://www.csemag.com/articles/healing-todays-hospitals/>
- KOTH, D. **A influência da iluminação e das cores no ambiente hospitalar:** a saúde vista com outros olhos, Revista Specialize IPOG, 2013
- LAM, W. M. C. *Perception and lighting as formgivers for architecture.* USA: McGraw-Hill, 1977.
- LAMBERTS R., DUTRA L., PEREIRA, F. O. R., **Eficiência Energética na Arquitetura.** ELETROBRÁS – PROCEL, 3ª Edição, 2014. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/publicacoes/livros>. Acessado em 19/06/2017.

LAWLESS, M. *Case study: reducing reheat energy use: a cost-efficient energy recovery chiller allowed a Wisconsin hospital to achieve higher energy efficiency*, p. Vol.51(4), p.1(3), 2014.

LED&LED. Disponível em <http://www.ledochled.se/terminologi/>. Acessado em 01/02/2018.

LUMICENTER. **Catálogo de luminárias LED.** Disponível em <http://www.lumicenteriluminacao.com.br/catalogo/lht42-s-p1178/>. Acessado em 08/05/2019.

LUMICENTER. **Sensores de Luminosidade.** Disponível em: <http://www.lumicenteriluminacao.com.br/catalogo/sensor-de-luminosidade-0-10v-p4042/>. Acessado em 08/05/2019.

MA, Z.; COOPER, P.; DALY, D.; LEDO, L. *Existing building retrofits: Methodology and state-of-the-art. Energy Build.* 2012, 55, 889–902.

MAGALHÃES, L. C., **Orientações Gerais para Conservação de Energia Elétrica em Prédios Públicos.** ELETROBRAS/PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. Abril 2001.

MAMEDE FILHO, J.; **Instalações Elétricas Industriais**; 6ª ed.; 2002; Editora LTC.

MARÍN, J.; FUSER, I.; ANDRADE, J. **Proposta de retrofit na iluminação artificial para um prédio público: o caso do Bloco de pós-graduação da Universidade Federal do ABC.** *Hábitat Sustentable*, v. 5, n. 2, p. 21-31, 30 dez. 2015.

MEHROTRA, S.; BASUKALA, S.; DEVARAKONDA, S. (2015); *Effective Lighting Design Standards Impacting Patient Care: A Systems Approach. Journal of Biosciences and Medicines*, 3, 54-61, nov. 2015.

MINICH-POURSHADI, K. *Energy efficiency preserves hospital margins*, p. Vol.32(7), p.9(3), 2013.

MOGHIMI, S. et al. *Building energy index and end-use energy analysis in large-scale hospitals - case study in Malaysia, Bangi*, p. pp.243-256, 2014.

MOHER, D., LIBERATI, A., TETZLAFF, J., ALTMAN, D. G., *Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement.* PLoS medicine, v. 6, n. 7, p. e1000097, 2009.

MOREIRA, J.R.; **Iluminação e conservação de energia.** Instituto de Eletrotécnica e Energia (IEE). Universidade de São Paulo (USP). 2007.São Paulo. 44 p.

MOREIRA, J.F.C. **Método para Retrofit em Sistemas de Iluminação de Hospitais Públicos: Estudo de Caso no Hospital Público Regional de Betim.** Florianópolis, 2010.

- NELSON, K. L. ***Hospital's chilled water project takes healthcare efficiency award.*** (*Summa Health System's Akron City Hospital*), p. Vol.22(12), p.17(2), 1997.
- NUPEHA - Núcleo de Pesquisa e Estudos Hospital Arquitetura, **Luminotécnica cria conforto para pacientes e reduz custos hospitalares.** Disponível em <http://www.hospitalarquitetura.com.br/servicoes-e-tecnologia/24-luminotecnica-cria-conforto-para-pacientes-e-reduz-custos-hospitalares.html>. Acessado em 18/05/2018.
- OLIVEIRA, F. B. D. **A crise e a busca de autonomia nas universidades federais brasileiras.** Revista de Administração Pública, Rio de Janeiro, v. 32, n. 3, p. 29-46, maio/jun. 2013.
- OLIVEIRA, H. Q. **Estudo Preliminar de um Sistema Gerenciável de Iluminação Fluorescente Tubular Combinado com a Iluminação Natural para Redução do Consumo de Energia Elétrica.** Universidade Federal de Santa Maria, 2014.
- PAKSOY, H. O. et al. ***Heating and cooling of a hospital using solar energy coupled with seasonal thermal energy storage in an aquifer***, p. Vol.19(1-2), pp.117-122, 2000.
- PAPROCK, J. ***Hospital eyes \$861K-yr savings in share deal.*** (*University of Chicago Hospital*), v. Vol.13(25), p. Vol.13(25), p.5(1), junho 1988.
- PEREIRA JR, A. O., **Matriz energética do estado do Rio de Janeiro: 2017-2031** – Rio de Janeiro: Synergia, 2018. 136 p
- PESSOA, J. L. N.; GHISI, E. **Nota Técnica referente à eficiência luminosa de produtos LED encontrados no mercado brasileiro.** Versão 3: revisada e ampliada. Centro Brasileiro de Eficiência Energética em Edificações (CB3E), Florianópolis, 2015.
- PESSOA, J. L. N.; LAMBERTS, R; GHISI, E. **Estado da arte em eficiência energética: iluminação e envoltória.** Centro Brasileiro de Eficiência Energética em Edificações (CB3E), Florianópolis, 2013.
- PHILIPS (2018a). Disponível em https://www.assets.lighting.philips.com/is/content/PhilipsLighting/fp927852584204-pss-en_us. Acessado em 29/03/2018.
- PHILIPS (2018b) Disponível em <http://www.lighting.philips.com.br/prof/controles-de-iluminacao/sistemas-de-controle-de-iluminacao-interior>. Acessado em 10/05/2018.
- PHILIPS (2018c). Disponível em <https://www.philips.com.br/c-p/8718696668733/led-tubo-linear/especificacoes>. Acessado em 11/05/2018.
- PROCEL. **Relatório Setorial: Hospitais / Clínicas.** [S.l.]. 2006.

PROCEL EPP, **Metodologia para Hospitais** - Conservação de Energia Elétrica - 2ª Etapa - Elaboração do Pré-diagnóstico Energético. Eletrobras Procel. Rio de Janeiro, 2006.

PROCEL EPP, **Manual de Iluminação**, Rio de Janeiro: ELETROBRAS, 2011

PROLED (2018). Disponível em . <http://www.ledochled.se/terminologi/>. Acessado em 10/04/2018.

PUFF, S.; SEIDEL, U.; STEFFENS, O. *Energetic Evaluation of care and critical care units of hospitals according to EnEV 2014*, p. pp.303-307, 2015.

QIN, Y.; LIN, D.; HUI, S.Y. A Simple Method for Comparative Study on the Thermal Performance of LEDs and Fluorescent Lamps. **IEEE Transactions on Power Electronics**, v. 24, p.1811-1818, n. 7, 2009.

RAJAGOPALAN, P.; ELKADI, H.. *Energy Performance of Medium-sized Healthcare Buildings in Victoria, Australia - A Case Study. Journal of Healthcare Engineering Vol. 5 Nº 2, 2013, Page 247–260. Submitted August 2013. Accepted for publication February 2014.*

RAMOS, G.; LAMBERTS R., **Relatório técnico do método de avaliação do sistema de iluminação do RTQ-C**, LabEEE – UFSC, Florianópolis, 2013. 19p. Disponível em: http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/relatorios_pesquisa/RP_relatorio_metodo_avaliacao_sistema_iluminacao_rtqc.pdf. Acessado em 06/04/2018.

RANDAZZO, M. *Hospital's cogen set saves \$364K, yields 4-yr. payback after ICP grant. (cogeneration)(year)(Institutional Conservation Program)(St Joseph's Hospital, Tampa, Florida, US)*, p. Vol.18(8), p.24(1), 1993.

REBELATTO, D. A. N. **Projeto de Investimento**. 1. ed. Barueri - SP: Editora Manole, 2004. v. 01. 329p.

REVISTA LAUNDRY&CO (2016). Disponível em <http://laundryeco.com.br/revista/lampada-led-economica-ecologica-e-eficiente/>. Acessado em 07/09/2017.

ROSA, J. E. Z.; MÜHLEN, S.S.; **Gerenciamento de Energia Elétrica no Ambiente Hospitalar**, 08/2002, Científico Internacional, 8ª Jornadas Internacionales de Ingeniería Clínica y Tecnología Médica, Vol. 1, pp.1-1, Paraná, ARGENTINA, 2002. Disponível em <http://www.bioingenieria.edu.ar/grupos/geic/biblioteca/Trabypres/T02TCBr12.pdf>. Acessado em 03/04/2017.

SABEFF, P. *Using the AEDG in large hospitals: to achieve energy efficiency in a hospital, engineers should fully understand the Advanced Energy Design Guide*, p. Vol.50(5), p.44(6), 2013.

- SAIDUR, R. et al. *An end-use energy analysis in a Malaysian public hospital*, v. Vol.35(12), p. pp.4780-4785, Dezembro 2010.
- SANTOS, D. M. L.; **Encontros e desencontros da iluminação natural**: um estudo em espaços de internação hospitalar. Dissertação (Mestrado em Dinâmicas do Espaço Habitado) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2009.
- SANTOS, D. F., **Eficiência energética em sistema de condicionamento de ar de um hospital público**, Dissertação (Mestrado em Eficiência Energética e Sustentabilidade). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campo Grande, Brasil, 2018.
- SCHNEIDER ELECTRIC. **Como a Eficiência Energética Assegura a Saúde Financeira dos Hospitais, 2010**. Disponível em: <http://www.schneider-electric.com.br>. Acessado em 22/08/2017.
- SECRETARIA DE ATENÇÃO À SAÚDE - Ministério da Saúde, **Política Nacional de Humanização – PNH**, 1ª edição, 1ª reimpressão, Brasília – DF, 2013. Disponível em http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_nacional_humanizacao_pnh_folhet_o.pdf. Acessado em 15/05/2018.
- SECRETARIA DE GESTÃO (SEGES) - Ministério do planejamento, desenvolvimento e gestão – MP, **Painel de Preços**, sítio eletrônico. Disponível em <http://paineldeprecos.planejamento.gov.br/analise-materiais>. Acessado em 18/08/2019.
- SILVA, M. L.; **Luz Lâmpadas & Iluminação**. 3 edição, Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda.,2004
- SILVEIRA, J. L. et al. *Ecological efficiency and thermoeconomic analysis of a cogeneration system at a hospital*, p. pp.2894-2906, 2012.
- SINDA – INPE (2019), **Sistema Integrado de Dados Ambientais**. INPE. Disponível em: <http://sinda.crn.inpe.br/PCD/SITE/novo/site/historico/index.php>. Acessado em 15/08/2019.
- SOMASUS (2019), Disponível em: <http://somasus.saude.gov.br/somasus/redirect!tamanhoTela.action>. Acessado em 22/03/2019.
- SOUZA, A. P. A., **Uso da energia em edifícios**: estudo de caso de escolas municipais e estaduais de Itabira, Minas Gerais, Belo Horizonte, CEFET-MG, 2005.
- SOUZA, A. S., **Iluminação hospitalar: uma ferramenta da humanização dos ambientes de saúde no contexto do tratamento hospitalar**, Especialize – revista On-Line IPOG, Pós-Graduação em Iluminação e Design de Interiores, Instituto de Graduação e Pós-Graduação IPOG, Manaus/AM, 2012.

- SZKLO, A. S. ; SOARES, J. B.; TOLMASQUIM, M. T.; ***Energy consumption indicators and CHP technical potential in the Brazilian hospital sector.*** *Energy Conversion and Management*, Elsevier, v. 45, n. 13/14, p. 2075-2091, 2004.
- TADDONIO, K., ***Energy-Efficient Hospital Lighting Strategies Pay Off Quickly.*** Building Technologies Program Energy Efficiency and Renewable Energy. U.S. Department of Energy, 2011.
- TAUCHEN, J.; BRANDLI, L. L.; **A gestão Ambiental em Instituições de Ensino Superior: Modelo para Implantação em Campus Universitário.** *Gestão & Produção*, v.13, n.3, p.503-515, set.-dez. 2006.
- TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO – TCU, **Acórdão nº 2622/2013 – TCU – Plenário.** Disponível em: <http://licitacoes.ufsc.br/files/2014/10/Ac%C3%B3rd%C3%A3o-2622-2013-BDI.pdf>. Acessado em 23/08/2019.
- VALENTI, M. ***Revitalizing Hospital Energy Use.*** (*News & Notes*).(*St. Francis Hospital gets an efficiency upgrade*)(*Brief Article*), p. Vol.123(11), p.12(1), 2001.
- VARGAS JR. R.V. **Análise do potencial de conservação de energia elétrica em hospitais públicos de pequeno porte no Brasil:** Sistemas de iluminação e ar condicionado do tipo Janela. 2006. 218 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE), Rio de Janeiro, Brasil, 2006.
- VIEIRA, F. M. **Iluminação Natural.** Pontifícia Universidade Católica de Goiás, 2011.

APÊNDICE A – LEVANTAMENTO DE CARGA

Ambientes/Equipamentos	Quantidade	Potência (W)
ALMOXARIFADO		
CLIMATIZAÇÃO	6	8720
ILUMINAÇÃO	41	340
INFORMÁTICA	10	1350
REFRIGERAÇÃO	3	565
AMBULATÓRIO GERAL		
AQUECIMENTO	14	12950
CLIMATIZAÇÃO	41	69950
ILUMINAÇÃO	213	4605
INFORMÁTICA	62	12850
OUTRA	2	1250
REFRIGERAÇÃO	16	2735
AMBULATÓRIO PEDIATRIA		
AQUECIMENTO	2	2000
CLIMATIZAÇÃO	16	22100
ILUMINAÇÃO	35	1363
INFORMÁTICA	15	3150
REFRIGERAÇÃO	5	780
ANEXO BLOCO PAM		
AQUECIMENTO	4	10000
CLIMATIZAÇÃO	12	19300
ILUMINAÇÃO	51	1190
INFORMÁTICA	15	3250
REFRIGERAÇÃO	6	985
ANGIOGRAFIA		
AQUECIMENTO	2	2300
ILUMINAÇÃO	44	305
INFORMÁTICA	7	950
REFRIGERAÇÃO	2	210
AUDITORIA MEDICA		
AQUECIMENTO	1	550
CLIMATIZAÇÃO	1	1350
ILUMINAÇÃO	2	70
INFORMÁTICA	5	950
REFRIGERAÇÃO	2	240
BANCO DE SANGUE		
AQUECIMENTO	2	1750
CLIMATIZAÇÃO	1	1620
ILUMINAÇÃO	6	127
OUTRA	1	1500
CAPELA		
CLIMATIZAÇÃO	3	8300
ILUMINAÇÃO	15	175
CENTRAL DE MATERIAIS ESTERILIZAÇÃO		
AQUECIMENTO	4	7100
CLIMATIZAÇÃO	6	10400
ILUMINAÇÃO	24	280
INFORMÁTICA	1	200
REFRIGERAÇÃO	3	401
CENTRO CIRÚRGICO		
AQUECIMENTO	3	6750
CLIMATIZAÇÃO	6	13450
ILUMINAÇÃO	125	2240
INFORMÁTICA	7	1350
OUTRA	1	59,4
REFRIGERAÇÃO	8	1026

Ambientes/Equipamentos	Quantidade	Potência (W)
CENTRO OBSTETRICO		
AQUECIMENTO	4	11550
CLIMATIZAÇÃO	1	1400
ILUMINAÇÃO	26	950
INFORMÁTICA	5	950
REFRIGERAÇÃO	3	465
CETROGEN		
AQUECIMENTO	3	3660
CLIMATIZAÇÃO	6	12000
ILUMINAÇÃO	20	105
INFORMÁTICA	6	950
REFRIGERAÇÃO	6	773
CIRURGIA I		
AQUECIMENTO	4	3550
CLIMATIZAÇÃO	16	18900
ILUMINAÇÃO	57	1575
INFORMÁTICA	7	1350
REFRIGERAÇÃO	3	330
CIRURGIA II		
AQUECIMENTO	10	27800
CLIMATIZAÇÃO	10	13450
ILUMINAÇÃO	58	2010
INFORMÁTICA	8	1550
OUTRA	1	50
REFRIGERAÇÃO	6	875
CLINICA MEDICA		
AQUECIMENTO	14	42000
CLIMATIZAÇÃO	6	10250
ILUMINAÇÃO	56	1531
INFORMÁTICA	11	1350
REFRIGERAÇÃO	5	865
COMISSÃO PADRONIZAÇÃO		
CLIMATIZAÇÃO	2	2800
ILUMINAÇÃO	3	175
INFORMÁTICA	3	400
COREME		
AQUECIMENTO	1	1200
CLIMATIZAÇÃO	17	36650
ILUMINAÇÃO	79	980
INFORMÁTICA	19	3050
REFRIGERAÇÃO	5	1025
CORREDOR		
ILUMINAÇÃO	37	175
CTI ADULTO		
AQUECIMENTO	3	3150
CLIMATIZAÇÃO	14	10650
ILUMINAÇÃO	14	560
INFORMÁTICA	14	1550
REFRIGERAÇÃO	3	600
CTI PEDIÁTRICO		
AQUECIMENTO	6	8550
CLIMATIZAÇÃO	11	3600
ILUMINAÇÃO	36	100
OUTRA	1	800
REFRIGERAÇÃO	3	381
DEPÓSITO		
AQUECIMENTO	1	550

Ambientes/Equipamentos	Quantidade	Potência (W)
DERMATOLOGIA		
CLIMATIZAÇÃO	13	17500
ILUMINAÇÃO	29	1120
INFORMÁTICA	5	1550
REFRIGERAÇÃO	3	485
DESCANSO RESIDÊNCIA MULTI		
CLIMATIZAÇÃO	1	1400
ILUMINAÇÃO	2	70
INFORMÁTICA	3	200
REFRIGERAÇÃO	1	200
DIEN		
AQUECIMENTO	2	2150
CLIMATIZAÇÃO	1	1050
ILUMINAÇÃO	2	85
INFORMÁTICA	1	200
REFRIGERAÇÃO	2	285
DIP		
AQUECIMENTO	5	18800
CLIMATIZAÇÃO	9	12750
ILUMINAÇÃO	40	1190
INFORMÁTICA	7	1350
REFRIGERAÇÃO	4	580
DIVISÃO GESTÃO DE PESSOAS		
AQUECIMENTO	1	1200
CLIMATIZAÇÃO	2	5350
ILUMINAÇÃO	10	105
INFORMÁTICA	11	950
REFRIGERAÇÃO	1	65
ENDOSCOPIA		
AQUECIMENTO	2	1850
CLIMATIZAÇÃO	4	3150
ILUMINAÇÃO	10	245
INFORMÁTICA	4	950
REFRIGERAÇÃO	2	320
ENFERMARIA PEDIATRIA		
AQUECIMENTO	10	34130
CLIMATIZAÇÃO	14	24900
ILUMINAÇÃO	93	1130
INFORMÁTICA	10	2100
REFRIGERAÇÃO	4	555
ENGª CLÍNICA		
AQUECIMENTO	2	2000
CLIMATIZAÇÃO	2	3950
ILUMINAÇÃO	12	105
INFORMÁTICA	5	950
REFRIGERAÇÃO	2	400
FARMACIA		
AQUECIMENTO	3	7000
CLIMATIZAÇÃO	11	20150
ILUMINAÇÃO	30	840
INFORMÁTICA	12	2500
REFRIGERAÇÃO	7	1318
FARMACIA ESCOLA		
CLIMATIZAÇÃO	11	25120
ILUMINAÇÃO	27	560
INFORMÁTICA	7	1150
REFRIGERAÇÃO	5	1470

Ambientes/Equipamentos	Quantidade	Potência (W)
FATURAMENTO		
CLIMATIZAÇÃO	1	1350
ILUMINAÇÃO	1	70
INFORMÁTICA	2	200
GINECOLOGIA		
AQUECIMENTO	1	1200
CLIMATIZAÇÃO	11	17120
ILUMINAÇÃO	37	1250
INFORMÁTICA	8	1950
REFRIGERAÇÃO	2	400
GUARITA		
ILUMINAÇÃO	2	85
OUTRA	1	50
REFRIGERAÇÃO	2	400
HOSPITAL DIA		
AQUECIMENTO	6	16200
CLIMATIZAÇÃO	14	20700
ILUMINAÇÃO	57	1605
INFORMÁTICA	18	2950
REFRIGERAÇÃO	8	1035
HOTELARIA		
AQUECIMENTO	1	1200
CLIMATIZAÇÃO	1	1950
ILUMINAÇÃO	5	140
INFORMÁTICA	4	200
REFRIGERAÇÃO	2	285
HU BANCO DE LEITE		
AQUECIMENTO	2	2250
CLIMATIZAÇÃO	3	7220
ILUMINAÇÃO	13	350
REFRIGERAÇÃO	9	1340
HU DIRETORIA		
AQUECIMENTO	3	3600
CLIMATIZAÇÃO	18	34300
ILUMINAÇÃO	83	1044
INFORMÁTICA	67	8400
REFRIGERAÇÃO	8	795
HU RECEPÇÃO		
CLIMATIZAÇÃO	3	9100
ILUMINAÇÃO	11	210
INFORMÁTICA	10	1350
OUTRA	1	750
REFRIGERAÇÃO	1	200
LAC		
AQUECIMENTO	4	2400
CLIMATIZAÇÃO	59	109610
ILUMINAÇÃO	205	3397
INFORMÁTICA	31	5400
OUTRA	1	400
REFRIGERAÇÃO	54	8720
LELU		
CLIMATIZAÇÃO	1	3400
ILUMINAÇÃO	6	105
INFORMÁTICA	1	200
REFRIGERAÇÃO	1	120

Ambientes/Equipamentos	Quantidade	Potência (W)
LICITAÇÃO		
AQUECIMENTO	1	1200
CLIMATIZAÇÃO	3	5900
ILUMINAÇÃO	2	105
INFORMÁTICA	7	950
REFRIGERAÇÃO	2	320
MANUTENÇÃO		
AQUECIMENTO	2	2700
CLIMATIZAÇÃO	14	16150
ILUMINAÇÃO	83	1330
INFORMÁTICA	16	2900
OUTRA	1	50
REFRIGERAÇÃO	10	1850
MARCENARIA		
ILUMINAÇÃO	5	70
REFRIGERAÇÃO	1	220
MATERNIDADE		
AQUECIMENTO	27	91140
CLIMATIZAÇÃO	10	13350
ILUMINAÇÃO	91	2721
INFORMÁTICA	8	1200
OUTRA	4	1700
REFRIGERAÇÃO	8	2033
NEFROLOGIA		
AQUECIMENTO	1	1200
CLIMATIZAÇÃO	15	27750
ILUMINAÇÃO	46	1480
INFORMÁTICA	6	1750
OUTRA	1	1500
REFRIGERAÇÃO	5	705
NEONATOLOGIA		
AQUECIMENTO	7	27600
CLIMATIZAÇÃO	7	9778
ILUMINAÇÃO	84	1099
INFORMÁTICA	12	2700
REFRIGERAÇÃO	13	2040
NUTRIÇÃO		
AQUECIMENTO	5	5650
CLIMATIZAÇÃO	5	6600
ILUMINAÇÃO	7	36
INFORMÁTICA	5	200
REFRIGERAÇÃO	7	1885
NUTRIÇÃO		
AQUECIMENTO	1	1200
OUTRA	1	50
REFRIGERAÇÃO	1	200
OFTALMO/PSICOLOGIA		
CLIMATIZAÇÃO	11	15400
ILUMINAÇÃO	30	980
INFORMÁTICA	13	3300
REFRIGERAÇÃO	2	320
ORTOPEDIA		
AQUECIMENTO	3	6800
CLIMATIZAÇÃO	6	11550
ILUMINAÇÃO	21	599
INFORMÁTICA	9	1950
REFRIGERAÇÃO	4	760

Ambientes/Equipamentos	Quantidade	Potência (W)
PAM		
AQUECIMENTO	2	4400
CLIMATIZAÇÃO	9	22850
ILUMINAÇÃO	36	700
INFORMÁTICA	9	1550
REFRIGERAÇÃO	2	320
PAM		
AQUECIMENTO	3	2680
REFRIGERAÇÃO	2	320
PATOLOGIA		
AQUECIMENTO	4	7900
CLIMATIZAÇÃO	9	13600
ILUMINAÇÃO	24	925
INFORMÁTICA	4	1150
OUTRA	1	800
REFRIGERAÇÃO	5	960
PLANTÃO ADMINISTRATIVO		
CLIMATIZAÇÃO	1	2000
ILUMINAÇÃO	2	70
INFORMÁTICA	3	200
REFRIGERAÇÃO	1	95
PNEUMOLOGIA		
CLIMATIZAÇÃO	10	18050
ILUMINAÇÃO	28	835
INFORMÁTICA	7	1550
REFRIGERAÇÃO	2	130
PULSOTERAPIA		
AQUECIMENTO	3	2700
CLIMATIZAÇÃO	7	11850
ILUMINAÇÃO	27	1065
INFORMÁTICA	8	1950
OUTRA	1	800
REFRIGERAÇÃO	3	670
RADIOTERAPIA		
AQUECIMENTO	5	8350
CLIMATIZAÇÃO	7	12050
ILUMINAÇÃO	24	755
INFORMÁTICA	4	1150
OUTRA	1	50
REFRIGERAÇÃO	3	375
RAIO X		
AQUECIMENTO	3	3050
CLIMATIZAÇÃO	15	30110
ILUMINAÇÃO	72	1580
INFORMÁTICA	20	2350
OUTRA	2	800
REFRIGERAÇÃO	6	1005
REPOUSO		
AQUECIMENTO	10	12500
CLIMATIZAÇÃO	11	15350
ILUMINAÇÃO	28	1007
OUTRA	4	1150
REFRIGERAÇÃO	19	4065
SALA PRESCRIÇÃO MÉDICA		
AQUECIMENTO	2	1940
REFRIGERAÇÃO	1	86

Ambientes/Equipamentos	Quantidade	Potência (W)
SALA RECREAÇÃO		
CLIMATIZAÇÃO	1	3150
ILUMINAÇÃO	4	70
INFORMÁTICA	2	200
SEÇÃO DE ÓRTESE E PRÓTESE		
AQUECIMENTO	2	1950
REFRIGERAÇÃO	1	90
SECRETARIA		
CLIMATIZAÇÃO	1	1350
ILUMINAÇÃO	5	85
INFORMÁTICA	4	950
SERRALHERIA		
ILUMINAÇÃO	1	70
OUTRA	2	1868
SERVIÇO CONTROLE INFECÇÃO		
AQUECIMENTO	1	1200
CLIMATIZAÇÃO	1	1400
ILUMINAÇÃO	4	85
INFORMÁTICA	7	950
REFRIGERAÇÃO	1	200
SERVIÇO DE COSTURA		
AQUECIMENTO	1	1620
CLIMATIZAÇÃO	2	3400
ILUMINAÇÃO	11	140
OUTRA	5	500
REFRIGERAÇÃO	2	285
SERVIÇO PINTURA		
ILUMINAÇÃO	3	70
INFORMÁTICA	1	1500
SERVIÇO SOCIAL		
AQUECIMENTO	2	1750
CLIMATIZAÇÃO	2	1400
ILUMINAÇÃO	6	85
INFORMÁTICA	5	950
OUTRA	1	50
REFRIGERAÇÃO	2	320
SETOR JURÍDICO		
AQUECIMENTO	4	4000
CLIMATIZAÇÃO	2	1400
ILUMINAÇÃO	2	85
INFORMÁTICA	7	950
OUTRA	1	600
REFRIGERAÇÃO	2	235
SGPTI		
AQUECIMENTO	3	2100
CLIMATIZAÇÃO	7	15550
ILUMINAÇÃO	22	470
INFORMÁTICA	13	1750
OUTRA	1	400
REFRIGERAÇÃO	5	648
SOST		
AQUECIMENTO	2	2300
CLIMATIZAÇÃO	8	15020
ILUMINAÇÃO	35	840
INFORMÁTICA	6	1350
REFRIGERAÇÃO	7	1675

Ambientes/Equipamentos	Quantidade	Potência (W)
TOMOGRAFIA		
CLIMATIZAÇÃO	5	8370
ILUMINAÇÃO	11	105
INFORMÁTICA	5	200
REFRIGERAÇÃO	1	65
UNIDADE CORONARIANA		
AQUECIMENTO	4	4450
CLIMATIZAÇÃO	11	13350
ILUMINAÇÃO	54	1435
INFORMÁTICA	8	1550
OUTRA	1	400
REFRIGERAÇÃO	4	490
UNIDADE DE APOIO CORPORATIVO		
REFRIGERAÇÃO	2	205
UNIDADE DE SUPRIMENTOS		
AQUECIMENTO	3	2750
REFRIGERAÇÃO	1	220
UROLOGIA		
CLIMATIZAÇÃO	9	19140
ILUMINAÇÃO	27	1185
INFORMÁTICA	5	800
REFRIGERAÇÃO	1	200
UTI NEO NATAL		
CLIMATIZAÇÃO	1	2208
ILUMINAÇÃO	24	85
INFORMÁTICA	2	200
REFRIGERAÇÃO	1	95
Total Geral	4158	1895685,4

APÊNDICE B – HISTÓRICO DAS FATURAS

Mês Ref.	Valor (R\$)	Demanda HPta (kW)	Demanda HFPta (kW)	Consumo HPta (kW)	Consumo HFPta (kW)	Consumo Total (MWh)
jan/18	178.492,59	513,21	927,07	27.869	308.214	336
fev/18	191.245,67	543,45	931,39	25.632	328.893	355
mar/18	230.188,13	715,39	1095,55	32.333	359.928	392
abr/18	162.104,16	650,59	963,36	19.671	208.602	228
mai/18	203.731,11	582,33	870,04	26.680	301.171	328
jun/18	161.729,90	489,02	744,76	20.614	205.815	226
jul/18	171.635,58	442,36	632,44	20.534	210.740	231
ago/18	185.172,68	470,88	684,29	24.261	237.601	262
set/18	188.414,06	592,70	888,19	23.784	236.490	260
out/18	241.240,84	713,66	1.004,83	26.582	299.261	326
nov/18	270.618,17	733,54	1.079,14	31.260	360.234	391
dez/18	222.174,97	592,70	988,42	30.184	343.721	374
jan/19	208.500,09	598,75	969,41	31.260	354.457	386
fev/19	227.515,80	662,69	948,67	30.184	368.699	399
mar/19	193.905,73	711,07	1.014,34	28.841	314.451	343
abr/19	197.938,26	646,27	963,36	33.822	329.920	364
mai/19	211.585,30	585,79	898,56	28.910	318.747	348
jun/19	182.507,95	511,49	819,94	25.055	255.770	281
Média	201.594,50	597,55	912,43	27.082	296.817	324

ANEXO A – ORÇAMENTOS



MÉDIA	MEDIANA	MENOR
R\$ 7,79	R\$ 7,79	R\$ 7,79

Quantidade total de registros: 1

Registros apresentados: 1 a 1

FILTROS APLICADOS

Unidade de Fornecimento	Descrição	Identificação do Item de Compra	Região Brasil
UNIDADE	LÂMPADA LED , TENSÃO NOMINAL:BIVOLT V, POTÊNCIA NOMINAL:8 W, TIPO BASE:E-27, TIPO BULBO :A60, TEMPERATURA DE COR:6500 K	7111000600111201900003	CENTRO-OESTE

RESULTADO 1

DADOS DA COMPRA

Identificação da Compra: 00111/2019

Número do Item: 00003

Objeto da Compra: Aquisição de lampadas.

Quantidade Ofertada: 30

Valor Proposto Unitário: -

Valor Unitário do Item: R\$ 7,79

Código do CATMAT: 439286

Descrição do Item: LÂMPADA LED, TENSÃO NOMINAL:BIVOLT V, POTÊNCIA NOMINAL:8 W, TIPO BASE:E-27, TIPO BULBO:A60, TEMPERATURA DE COR:6500 K

Descrição Complementar: LÂMPADA LED, TENSÃO NOMINAL BIVOLT V, POTÊNCIA NOMINAL 8 W, TIPO BASE E-27, TIPO BULBO A60, TEMPERATURA DE COR 6500 K

Unidade de Fornecimento: UNIDADE

Modalidade da Compra: Dispensa de Licitação

Forma de Compra: SISPP

Marca: SOLLARM

Data do Resultado: 06/06/2019

DADOS DO FORNECEDOR

Nome do Fornecedor: SARKIS & SARKIS LTDA

CNPJ/CPF: 00533018000310

Porte do Fornecedor: Não Informado

DADOS DO ÓRGÃO

Número da UASG: 711100 - CENTRO DE COMUNICAÇÃO SOCIAL DA MARINHA

Órgão: COMANDO DA MARINHA

Órgão Superior: MINISTERIO DEFESA



MÉDIA MEDIANA MENOR
R\$ 9,27 **R\$ 9,27** **R\$ 9,27**

Quantidade total de registros: 1

Registros apresentados: 1 a 1

FILTROS APLICADOS

Descrição	Identificação do Item de Compra	UF	Forma da Compra	Modalidade da Compra	Esfera	Região Brasil
LÂMPADA LED, TENSÃO NOMINAL:BIVOLT V, POTÊNCIA NOMINAL:12 W, TIPO BASE:E-27, COR:BRANCA FRIA, APLICAÇÃO:AMBIENTE INTERNO, FORMATO:TUBULAR, TIPO:SUPER LED (ALTA POTÊNCIA), LÂMPADA LED, TENSÃO NOMINAL:BIVOLT V, POTÊNCIA NOMINAL:12 W, TIPO BASE:E-27, COR:BRANCA FRIA, FLUXO LUMINOSO:1100 - 1200 LM, VIDA MÉDIA:40.000 H, LÂMPADA LED, TENSÃO NOMINAL:BIVOLT V, POTÊNCIA NOMINAL:12 W, TIPO BASE:E-27, TIPO BULBO:A60 GLOBAL LEITOSO, FREQUÊNCIA NOMINAL:60 HZ, LÂMPADA LED, TENSÃO NOMINAL:BIVOLT V, POTÊNCIA NOMINAL:12 W, TIPO BASE:E-27, TEMPERATURA DE COR:6400 K, FORMATO:COMPACTA	1540540500036201800158	MS	SISRP	Pregão	Federal	CENTRO-OESTE

RESULTADO 1

DADOS DA COMPRA

Identificação da Compra: 00036/2018

Número do Item: 00158

Objeto da Compra: Pregão Eletrônico - Aquisição de material elétrico para atender à demanda da Coordenadoria de Manutenção/PROADI e Campus do Interior. Por Sistema de Registro de Preços. Conforme condições, quantidades, exigências e estimativas estabelecidas neste instrumento. COTA ME/EPP/EIRELI - LC 123/2006.

Quantidade Ofertada: 1.560

Valor Proposto Unitário: R\$18,36

Valor Unitário do Item: R\$ 9,27

Código do CATMAT: 437691

Descrição do Item: LÂMPADA LED, TENSÃO NOMINAL:BIVOLT V, POTÊNCIA NOMINAL:12 W, TIPO BASE:E-27, TEMPERATURA DE COR:6400 K, FORMATO:COMPACTA

Descrição Complementar: LÂMPADA LED, TENSÃO NOMINAL BIVOLT V, POTÊNCIA NOMINAL 12 W, TIPO BASE E-27, TEMPERATURA DE COR 6400 K, FORMATO COMPACTA

Unidade de Fornecimento: UNIDADE

Modalidade da Compra: Pregão

Forma de Compra: SISRP

Marca: ASUS

Data do Resultado: 23/10/2018

DADOS DO FORNECEDOR

Nome do Fornecedor: RIOMAI COMERCIO E SERVICOS - EIRELI

Relatório gerado dia: 18/08/2019 às 13:22

Fonte: paineldepresos.planejamento.gov.br



MÉDIA MEDIANA MENOR
R\$ 12,95 R\$ 12,95 R\$ 12,95

Quantidade total de registros: 1

Registros apresentados: 1 a 1

FILTROS APLICADOS

Unidade de Fornecimento	Descrição	Identificação do Item de Compra	UF	Esfera	Região Brasil	Período da Compra
UNIDADE	LÂMPADA LED , TENSÃO NOMINAL:BIVOLT V, POTÊNCIA NOMINAL:9 W, TIPO BASE:G13, FORMATO:TUBULAR T8, EQUIVALÊNCIA:FLUORESCENTE DE 20W	7868000500011201900066	MS	Federal	CENTRO-OESTE	Comprado Últimos 90 dias

RESULTADO 1

DADOS DA COMPRA

Identificação da Compra: 00011/2019

Número do Item: 00066

Objeto da Compra: Pregão Eletrônico - Registro de Preços Para Futuras Aquisições de Materiais de Manutenção Predial dos Próprios Nacionais Residenciais (PNR) e Instalações Terrestres de Responsabilidade da BFLA.

Quantidade Ofertada: 100

Valor Proposto Unitário: R\$100,00

Valor Unitário do Item: R\$ 12,95

Código do CATMAT: 434689

Descrição do Item: LÂMPADA LED, TENSÃO NOMINAL:BIVOLT V, POTÊNCIA NOMINAL:9 W, TIPO BASE:G13, FORMATO:TUBULAR T8, EQUIVALÊNCIA:FLUORESCENTE DE 20W

Descrição Complementar: LÂMPADA LED, TENSÃO NOMINAL BIVOLT V, POTÊNCIA NOMINAL 9 W, TIPO BASE G13, FORMATO TUBULAR T8, EQUIVALÊNCIA FLUORESCENTE DE 20W

Unidade de Fornecimento: UNIDADE

Modalidade da Compra: Pregão

Forma de Compra: SISRP

Marca: ELGIN

Data do Resultado: 30/05/2019

DADOS DO FORNECEDOR

Nome do Fornecedor: MARIA CONSUELO SOARES DA MATA

CNPJ/CPF: 28697784000178

Porte do Fornecedor: Micro Empresa

DADOS DO ÓRGÃO

Número da UASG: 786800 - BASE FLUVIAL DE LADARIO/MS

Órgão: COMANDO DA MARINHA

Órgão Superior: MINISTERIO DEFESA

*Relatório gerado dia: 18/08/2019 às 11:22
 Fonte: paineldeprecos.planejamento.gov.br*



MÉDIA MEDIANA MENOR
R\$ 14,63 R\$ 14,63 R\$ 13,61

Quantidade total de registros: 2

Registros apresentados: 2 a 2

FILTROS APLICADOS

Unidade de Fornecimento	Descrição	Identificação do Item de Compra	UF da Compra	Forma da Compra	Esfera	Região Brasil
UNIDADE	LÂMPADA LED , TENSÃO NOMINAL:BIVOLT V, POTÊNCIA NOMINAL:18 W , TIPO BASE:G13, TIPO BULBO:T8, FORMATO:TUBULAR T8, COMPRIMENTO:1.200 MM , LÂMPADA LED, TENSÃO NOMINAL:BIVOLT, POTÊNCIA NOMINAL:18 W, TIPO BASE:G13, FLUXO LUMINOSO:1800 LM, TEMPERATURA DE COR:6500 K, FORMATO:TUBULAR, VIDA MÉDIA:25.000 H, LÂMPADA LED, TENSÃO NOMINAL:BIVOLT, POTÊNCIA NOMINAL:18 W, TIPO BASE:G13, COR:BRANCA FRIA, FLUXO LUMINOSO:MÍN. 1850 LM, TIPO BULBO:POLICARBONATO LEITOSO, TEMPERATURA DE COR:6500 K, FORMATO:TUBULAR T8, COMPRIMENTO:1200 MM, VIDA MÉDIA: 30.000 H , FREQUÊNCIA NOMINAL:60 HZ, ÍNDICE DE REPRODUÇÃO DE COR - IRC:>0,80, FATOR POTÊNCIA:> 0,92, EQUIVALÊNCIA:FLUORESCENTE DE 40W	1545020500005201800001, 1206380500009201900280	MS	SISRP	Federal	CENTRO-OESTE

RESULTADO 2

DADOS DA COMPRA

Identificação da Compra: 00005/2018

Número do Item: 00001

Objeto da Compra: Pregão Eletrônico - Aquisição de Lâmpadas

Quantidade Ofertada: 5.891

Valor Proposto Unitário: R\$36,00

Valor Unitário do Item: **R\$ 15,64**

Código do CATMAT: 437513

Descrição do Item: LÂMPADA LED, TENSÃO NOMINAL:BIVOLT V, POTÊNCIA NOMINAL:18 W, TIPO BASE:G13, TIPO BULBO:T8, FORMATO:TUBULAR T8, COMPRIMENTO:1.200 MM

Descrição Complementar: LÂMPADA LED, TENSÃO NOMINAL BIVOLT V, POTÊNCIA NOMINAL 18 W, TIPO BASE G13, TIPO BULBO T8, FORMATO TUBULAR T8, COMPRIMENTO 1.200 MM

Unidade de Fornecimento: UNIDADE

Modalidade da Compra: Pregão

Forma de Compra: SISRP

Marca: OL

Data do Resultado: 29/03/2018

DADOS DO FORNECEDOR

Relatório gerado dia: 18/08/2019 às 13:02
 Fonte: paineldeprescos.planejamento.gov.br



MÉDIA	MEDIANA	MENOR
R\$ 60,97	R\$ 25,00	R\$ 11,90

Quantidade total de registros: 5
Registros apresentados: 2 a 2

FILTROS APLICADOS

Descrição	Nome do Material (PDM)	UF
430 of 104734	SENSOR MOVIMENTO	MS

RESULTADO 2

DADOS DA COMPRA

Identificação da Compra: 00001/2019
Número do Item: 00082
Objeto da Compra: Pregão Eletrônico - Eventuais aquisições de materiais elétricos, ferragens e tintas para IFMS Dourados e demais participantes.
Quantidade Ofertada: 430
Valor Proposto Unitário: R\$30,00
Valor Unitário do Item: R\$ 19,00
Código do CATMAT: 90530
Descrição do Item: SENSOR MOVIMENTO, DETECTOR FOTOELETRICO
Descrição Complementar: SENSOR MOVIMENTO, NOME DETECTOR FOTOELETRICO
Unidade de Fornecimento: UNIDADE
Modalidade da Compra: Pregão
Forma de Compra: SISRP
Marca: QUALITRONIX
Data do Resultado: 22/05/2019

DADOS DO FORNECEDOR

Nome do Fornecedor: ISOLUX COMERCIAL LTDA
CNPJ/CPF: 10229307000112
Porte do Fornecedor: Pequena Empresa

DADOS DO ÓRGÃO

Número da UASG: 155848 - IF - MS/ CAMPUS DOURADOS
Órgão: INST.FED.DE EDUC.,CIENC.E TEC.DO MAT.G.DO SUL
Órgão Superior: MINISTERIO DA EDUCACAO



CONTINUAÇÃO ORÇAMENTO

Página: 2

IT	Cod. Produto	Descrição	Orçamento: 337701				
06	LHT42-S4000850L	Luminária retangular à LED para instalação de sobrepor, completa com LED e driver. Tecnologia Lumicenter. Corpo em chapa de aço tratada e pintada eletrostaticamente, tinta pó poliéster na cor branca microtexturizada. Difusor translúcido. Equipada com placa de LEDs SMD de alto desempenho. Fluxo luminoso de 3680lm e potência 37W . Eficácia de 99lm/W. Temperatura de cor 5000K e IRC>80. Driver fullrange (100~250V) com alto fator de potência e baixo THD. IP20. Manutenção de no mínimo 70% do fluxo inicial em 50.000h de uso.113110 DIMERIZÁVEL 0-10V 113110	Quant.	R\$ Unit.	NCM	Prz.Emb.	Tot. C/ IPI+ST
			246,00	269,1756	94051093	14 dias úteis	76.149,94
			% ICM Inter.	R\$ ICM Inter.	% EC 87/15	R\$ EC 87/15	R\$ ST ou DA
			7,00	5.330,5700	10,00	7.614,99	0,00
			% FECF	R\$ FECF	% IPI	R\$ IPI	Frete Item
			0,00	0,00	15,00	9.932,74	0,00

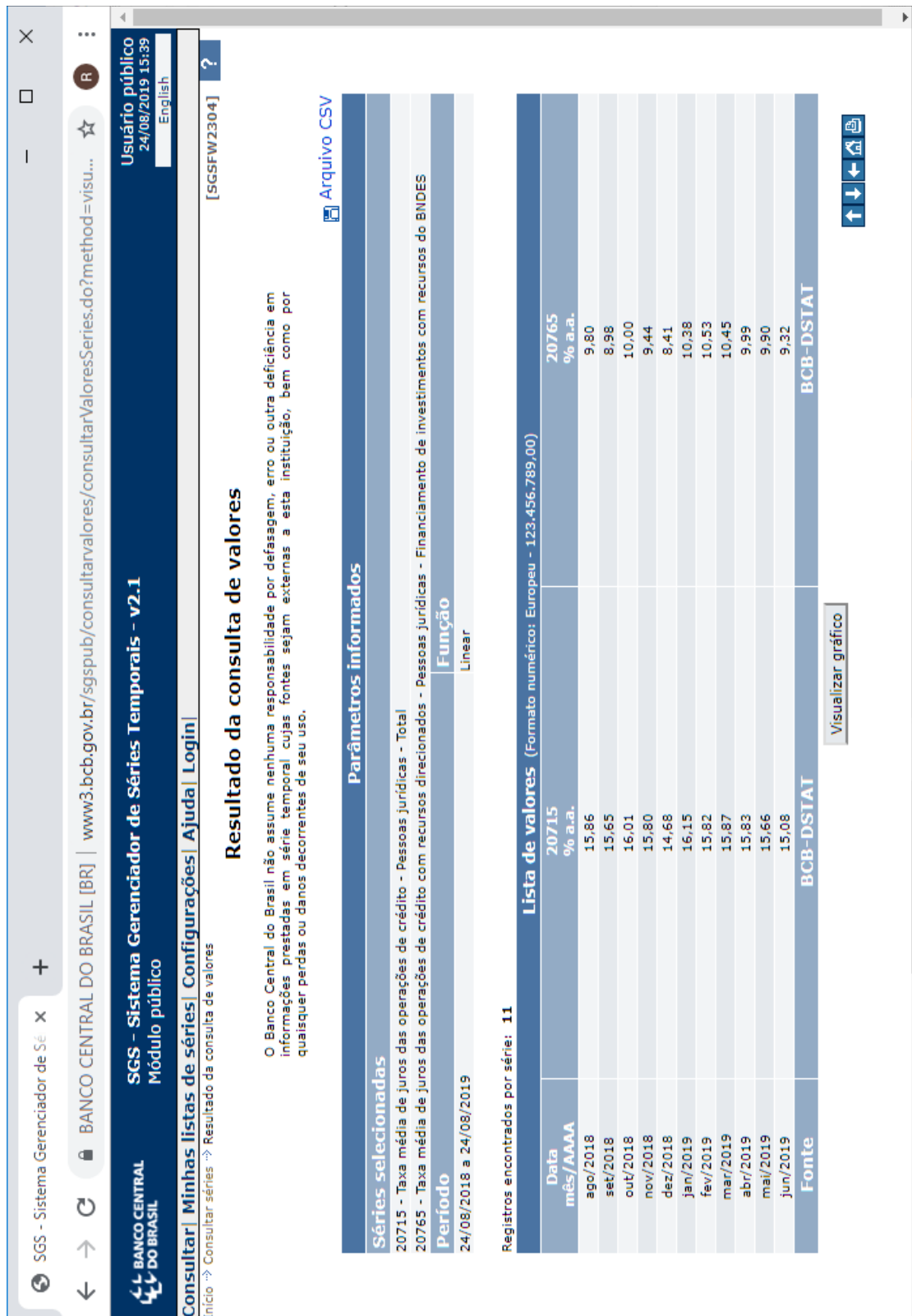


CONTINUAÇÃO ORÇAMENTO

Página: 3

IT	Cod. Produto	Descrição	Orçamento: 337650				
11	RESENS00013	SENSOR DIM LUZ NATURAL 0-10V (SEM CANOPLA)	Quant.	R\$ Unit.	NCM	Prz.Emb.	Tot. C/ IPI+ST
			246,00	70,4242	85437099	11 dias úteis	17.324,35
			% ICM Inter.	R\$ ICM Inter.	% EC 87/15	R\$ EC 87/15	R\$ ST ou DA
			4,00	692,9300	13,00	2.252,17	0,00
			% FECF	R\$ FECF	% IPI	R\$ IPI	Frete Item
			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	ASG-SENS01	ACESSÓRIO GANCHO PARA SENSOR	Quant.	R\$ Unit.	NCM	Prz.Emb.	Tot. C/ IPI+ST
			246,00	9,7547	94054090	11 dias úteis	2.759,44
			% ICM Inter.	R\$ ICM Inter.	% EC 87/15	R\$ EC 87/15	R\$ ST ou DA
			7,00	193,0800	10,00	275,94	0,00
			% FECF	R\$ FECF	% IPI	R\$ IPI	Frete Item
			0,00	0,00	15,00	359,78	0,00

ANEXO B – TAXA DE JUROS – BCB



Resultado da consulta de valores

O Banco Central do Brasil não assume nenhuma responsabilidade por defasagem, erro ou outra deficiência em informações prestadas em série temporal cujas fontes sejam externas a esta instituição, bem como por quaisquer perdas ou danos decorrentes de seu uso.

Parâmetros informados

Séries selecionadas

20715 - Taxa média de juros das operações de crédito - Passagens jurídicas - Total

20765 - Taxa média de juros das operações de crédito com recursos direcionados - Pessoas jurídicas - Financiamento de investimentos com recursos do BNDES

Período

24/08/2018 a 24/08/2019

Função

Linear

Arquivo CSV

Lista de valores (Formato numérico: Europeu - 123.456.789,00)

Data mês/AAAA	20715 % a.a.	20765 % a.a.
ago/2018	15,86	9,80
set/2018	15,65	8,98
out/2018	16,01	10,00
nov/2018	15,80	9,44
dez/2018	14,68	8,41
jan/2019	16,15	10,38
fev/2019	15,82	10,53
mar/2019	15,87	10,45
abr/2019	15,83	9,99
mai/2019	15,66	9,90
jun/2019	15,08	9,32
Fonte	BCB-DSTAT	BCB-DSTAT

Registros encontrados por série: 11

Visualizar gráfico

<https://www3.bcb.gov.br/sgspub/consultarvalores/consultarValoresSeries.do?method=visualizarValores>

GRAFICOS: <https://www3.bcb.gov.br/sgspub/consultarvalores/consultarValoresSeries.do?method=trocarGrafico>