MEMORIAL DESCRITIVO

ELABORAÇÃO DE PROJETO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

RETROFIT DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DO HOSPITAL REGIONAL DE SANTA MARIA



Instituto de Gestão Estratégica de Saúde do Distrito Federal
SMHS - Área Especial Quadra 101 – CEP: 70.335-900 | Brasília-DF.
Fone: (61) 3550-8900 (ramal 9135)
CNPJ: 28.481.233/0001-72 – www.igesdf.org.br

CONTRATO 863474/2017 - SINCONV

REFORMA DE UNIDADE DE ATENÇÃO ESPECIALIZADA EM SAÚDE – REFORMA para instalações de sistema de geração solar fotovoltaica e modernização do sistema de iluminação do HRSM – Santa Maria

ELABORAÇÃO DE PROJETO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA RETROFIT DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DO HOSPITAL REGIONAL DE SANTA MARIA

MEMORIAL DESCRITIVO

JULHO/2020

SUMÁRIO

1. DADOS CADASTRAIS 4

2. INTRODUÇÃO 4

2.1. PROCESSO DE RECICLAGEM DE LÂMPADAS 8

3. ESPECIFICAÇÕES DO PROJETO 10

3.1 ILUMINAÇÃO EM AMBIENTE HOSPITALAR 11

4. MEMORIAL DESCRITIVO 13

5. OBJETIVO DO ESTUDO LUMINOTÉCNICO 17

6. MÉTODO DO ESTUDO 17

7. RESULTADOS OBTIDOS 19

7.1. SALÃO DE UTI ADULTO 20

7.2. SANITÁRIO DA UTI ADULTO 22

7.3. AMBIENTE ADMNISTRATIVO 23

8. ORÇAMENTO 25

9. CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO 27

10. REFÊNCIAS 27

Instituto de Gestão Estratégica de Saúde do Distrito Federal
SMHS - Área Especial Quadra 101 – CEP: 70.335-900 | Brasília-DF.
Fone: (61) 3550-8900 (ramal 9135)
CNPJ: 28.481.233/0001-72 – www.igesdf.org.br

1. DADOS CADASTRAIS

Estabelecimento: Hospital Regional de Santa Maria (HRSM)
Tipo de Obra: *Retrofit* (modernização)
Data: 12 de novembro de 2019

Proprietário: Instituto de Gestão Estratégica de Saúde do Distrito Federal (IGESDF)
Endereço: SMHS, Área Especial, Quadra 101, Hospital de Base de Brasília-DF
CNPJ: 28.481.233/0001-72

Arquiteta: Rita Siqueira C. Lourenço
CAU: A142602-8
Matrícula:2131

Engenheiro Eletricista: Thiago ManaiaAnhe
CREA: SP5062681346/D
Matrícula:1335

2. INTRODUÇÃO

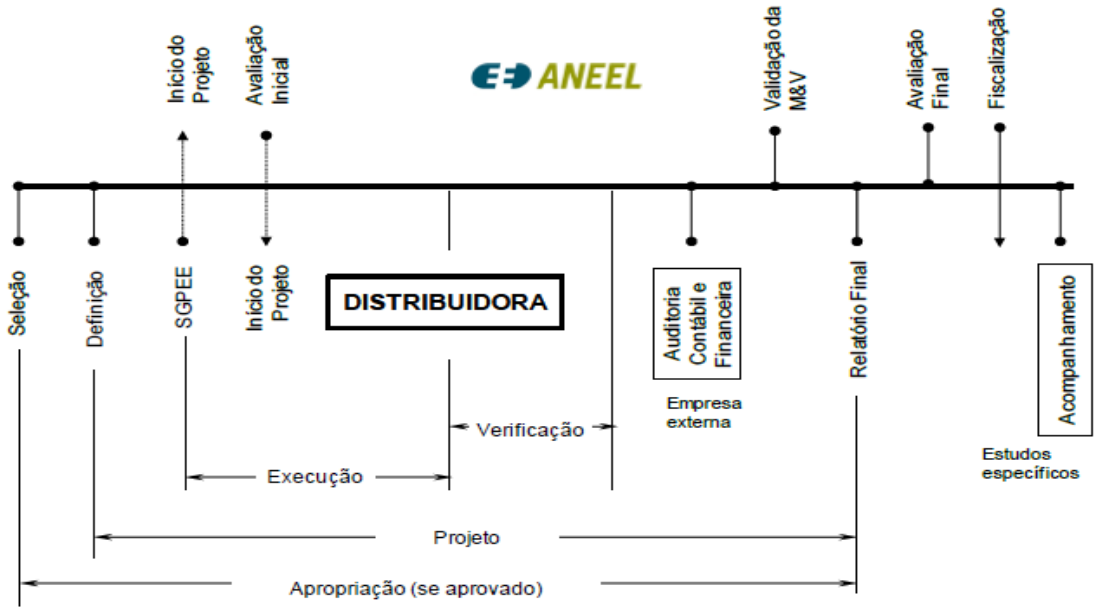
A demanda energética dos países do mundo inteiro está em crescimento constante e a matriz energética não vem acompanhando este crescimento de maneira adequada. Particularmente no Brasil, o país vem enfrentando momento de evolução tecnológica, fazendo com que o governo busque alternativas de melhorar a matriz energética, tanto no âmbito de geração e transmissão quanto no consumo de energia elétrica. Diante disso, o Ministério de Minas e Energia (MME), por meio da ANEEL, vem desenvolvendo estudos para redução de perdas de energia.

Na década de 80, deu-se início ao Programa Nacional de Conservação de Energia, o PROCEL, com o objetivo de aumentar a eficiência energética dos consumidores além de promover o desenvolvimento de hábitos e conhecimentos sobre o consumo eficiente de energia elétrica. Desde então, a ANEEL vem buscando estimular a elaboração e execução de projetos de eficiência energética.

O objetivo do Programa de Eficiência Energética é promover o uso eficiente de energia elétrica em todos os setores da economia por meio de projetos que demonstrem a importância e a viabilidade econômica de melhoria da eficiência energética de equipamentos, processos e usos finais de energia. Busca-se maximizar os benefícios públicos da energia economizada e da demanda evitada, promovendo a transformação do mercado de eficiência energética, estimulando o desenvolvimento de novas tecnologias e a criação de hábitos e práticas racionais de uso de energia elétrica.

Cada projeto, de maneira geral, seguirá as etapas mostradas na figura 1, apresentando suas respectivas características principais, identificando, quando necessário, o produto gerado na forma de um documento.

Figura 1 - Etapas dos projetos do PEE



Fonte: ANEEL, 2019

Com relação às etapas dos projetos, tem-se:

- **Seleção (pré-diagnóstico energético):** inclui atividades de prospecção, pré-diagnóstico e seleção de projetos, por meio de uma Chamada Pública de Projetos ou diretamente pela distribuidora;
- **Definição (diagnóstico energético):** definição das ações de eficiência energética a implantar com respectiva análise técnico-econômica e bases para as atividades de Medição e Verificação (M&V);

Instituto de Gestão Estratégica de Saúde do Distrito Federal
SMHS - Área Especial Quadra 101 – CEP: 70.335-900 | Brasília-DF.
Fone: (61) 3550-8900 (ramal 9135)
CNPJ: 28.481.233/0001-72 – www.igesdf.org.br

- **Cadastro:** carregamento do projeto na base de PEE da ANEEL. Caso seja necessária avaliação inicial, o cadastro de projetos só deverá ocorrer após autorização para sua execução;
- **Execução:** cadastro na base de PEE da ANEEL da data de início de projeto, correspondente à data de abertura da sua ODS, e implantação das ações definidas;
- **Medição e Verificação:** elaboração de relatório sobre o comissionamento das ações e etapa inicial do período de determinação da economia das atividades de M&V;
- **Validação da M&V:** à critério da Agência, a validação do processo de M&V poderá ser feita por instituição devidamente capacitada e isenta;
- **Auditoria Contábil e Financeira:** elaboração de relatório sobre os gastos incorridos na execução do projeto, de acordo com o Manual dos Procedimentos Previamente Acordados para Auditoria Contábil e Financeira de Projetos, Planos e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento – P&D e Eficiência Energética – EE (PPA);
- **Relatório Final:** elaboração de relatório para apresentar os resultados obtidos, após a conclusão do projeto e da fase inicial do período de determinação da economia das atividades de M&V, devendo ser carregado na base da ANEEL, junto com o Relatório de M&V, que inclui o Plano de M&V, e o Relatório de Auditoria;
- **Avaliação final:** obrigatória para todos os projetos desenvolvidos no âmbito do PEE, realizada segundo o Módulo 9 – Avaliação de Projetos e Programa.
- **Acompanhamento:** para avaliar a permanência das ações de eficiência energética implantadas e mudanças do mercado, serão realizados estudos de acompanhamento, definidos pela ANEEL conforme o Módulo 9 – Avaliação de Projetos e Programa – e disponibilizados no portal da Agência.

Sobre as melhorias das instalações, no âmbito do PROPEE, consiste nas ações de eficiência energética realizadas em instalações de uso final de energia elétrica envolvendo a troca e/ou melhoramento do desempenho energético de equipamentos e sistemas de uso de energia.

Ademais, atrelado ao processo de *retrofit* do Sistema de Iluminação artificial, existe o descarte correto de lâmpadas fluorescentes. Uma lâmpada fluorescente típica é composta por um tubo selado de vidro preenchido com gás

Instituto de Gestão Estratégica de Saúde do Distrito Federal
SMHS - Área Especial Quadra 101 – CEP: 70.335-900 | Brasília-DF.
Fone: (61) 3550-8900 (ramal 9135)
CNPJ: 28.481.233/0001-72 – www.igesdf.org.br

argônio à baixa pressão (2,5 Torr) e vapor de mercúrio, também à baixa pressão parcial. O interior do tubo é revestido com uma poeira fosforosa composta por vários elementos, dentre eles, o Alumínio, Bário, Cádmio, Cálcio.

Quando uma diferença de potencial elétrico é aplicada, os elétrons passam de um eletrodo para o outro, criando um fluxo de corrente denominado de arco voltaico ou descarga elétrica. Esses elétrons chocam-se com os átomos de argônio, os quais, por sua vez, emitem mais elétrons. Os elétrons chocam-se com os átomos do vapor de mercúrio e os energizam, causando a emissão de radiação ultravioleta (UV).

Quando os raios ultravioleta atingem a camada fosforosa, que reveste a parede do tubo, ocorre a fluorescência, emitindo radiação eletromagnética na região do visível. A lâmpada fluorescente mais usada é a de 40 watts (4 pés de comprimento = 1,22 m; diâmetro de 1.1/2"), embora outras de diferentes formas e tamanhos sejam também procuradas.

O tubo usado numa lâmpada fluorescente padrão é fabricado com vidro, similar ao que é utilizado para a fabricação de garrafas e outros itens de consumo comum.

A organização das frentes de trabalho para a troca das lâmpadas, por ambientes, será previamente acordada com a direção da Unidade, de forma que a dinâmica de realização dos serviços tenha seu impacto minimizado na rotina da Unidade.

Informa-se ainda, que no desenrolar das tratativas do Contrato de Repasse, parte das lâmpadas existentes contabilizadas no projeto sofrerão desgaste natural no período e podem ser substituídas para manter os serviços do hospital funcionando normalmente e com a iluminação adequada. Logo, pensando na economia de recursos energéticos e na escolha da solução mais durável, o IGESDF optou por fazer a troca das lâmpadas inutilizadas por tecnologia LED similar à proposta no plano de modernização apresentado.

Propõe-se, então, que logo no início da força-tarefa para o usufruto da verba destinada à troca das lâmpadas defasadas, se faça a atualização do projeto indicando quais foram as substituições feitas no período findado imediatamente antes do start do processo de modernização em questão, com o intuito de garantir que retorne ao emissário do valor de repasse o montante referente a quantidade de itens já substituídos na Unidade.

Instituto de Gestão Estratégica de Saúde do Distrito Federal
SMHS - Área Especial Quadra 101 – CEP: 70.335-900 | Brasília-DF.
Fone: (61) 3550-8900 (ramal 9135)
CNPJ: 28.481.233/0001-72 – www.igesdf.org.br

2.1. PROCESSO DE RECICLAGEM DE LÂMPADAS

O termo reciclagem de lâmpadas refere-se à recuperação de alguns de seus materiais constituintes e a sua introdução nas indústrias ou nas próprias fábricas de lâmpadas. Existem vários sistemas de reciclagem em operação em diversos países da Europa, EUA, Japão e Brasil. Um processo típico de reciclagem inclui desde um competente serviço de informação e esclarecimentos junto aos geradores de resíduos, explicitando como estes devem ser transportados para que não ocorra a quebra dos bulbos durante o seu transporte, até a garantia final de que o mercúrio seja removido dos componentes recicláveis e que os vapores de mercúrio serão contidos durante o processo de reciclagem.

Ressalte-se, outrossim, que o descarte de lâmpadas fluorescentes inservíveis será realizado de acordo com o preconizado na Lei nº 12.305 de 02 AGO 2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos), pois esse tipo de lâmpada possui resíduos perigosos (vapor de sódio e de mercúrio) e seu descarte deve ser realizado de forma ambientalmente adequada.

Além de ser uma determinação legal, o descarte responsável e adequado das lâmpadas contribui para a preservação do meio ambiente, promovendo a economia de recursos naturais e evitando contaminação. O mercúrio, metal tóxico e volátil presente nas lâmpadas, quando liberado no meio ambiente, pode contraminar a água, o solo e o ar, além de ameaçar a saúde da população. Por esse motivo, as lâmpadas classificadas como resíduo Classe I, categoria que inclui todos os resíduos considerados perigosos.

Analisadores portáteis devem monitorar a concentração de vapor de mercúrio no ambiente para assegurar a operação dentro dos limites de exposição ocupacional (0,05 mg.m³, de acordo com a *OccupationalSafetyand Health Administration* -OSHA).

O processo de reciclagem mais usado e em operação em várias partes do mundo envolve basicamente duas fases:

a)Fase de esmagamento: As lâmpadas usadas são introduzidas em processadores especiais para esmagamento, quando, então, os materiais constituintes são separados por peneiramento, separação eletrostática e ciclonagem, em cincoclasses distintas, quais sejam:

- Terminais de alumínio;

Instituto de Gestão Estratégica de Saúde do Distrito Federal
SMHS - Área Especial Quadra 101 – CEP: 70.335-900 | Brasília-DF.
Fone: (61) 3550-8900 (ramal 9135)
CNPJ: 28.481.233/0001-72 – www.igesdf.org.br

- Pinos de latão;
- Componentes ferro-metálicos;
- Vidro;
- Poeira fosforosa rica em Hg;
- Isolamento baquelítico.

No início do processo, as lâmpadas são implodidas e/ou quebradas em pequenos fragmentos, por meio de um processador (britador e/ou moinho). Isto permite separar a poeira de fósforo contendo mercúrio dos outros elementos constituintes. As partículas esmagadas restantes são, posteriormente, conduzidas a um ciclone por um sistema de exaustão, onde as partículas maiores, tais como vidro quebrado, terminais de alumínio e pinos de latão são separadas e ejetadas do ciclone e separadas por diferença gravimétrica e por processos eletrostáticos.

As poeiras fosforosas e demais particuladas são coletadas em um filtro no interior do ciclone. Posteriormente, por um mecanismo de pulso reverso, a poeira é retirada desse filtro e transferida para uma unidade de destilação para recuperação do mercúrio. O vidro, em pedaços de 15 mm, é limpo, testado e enviado para reciclagem. A concentração média de mercúrio no vidro não deve exceder a 1,3mg/kg.

O vidro nessa circunstância pode ser reciclado, por exemplo, para a fabricação de produtos para aplicação não alimentar. O alumínio e pinos de latão, depois de limpos, podem ser enviados para reciclagem em uma fundição. A concentração média de mercúrio nesses materiais não deve exceder o limite de 20 mg/kg. A poeira de fósforo é normalmente enviada a uma unidade de destilação, onde o mercúrio é extraído. O mercúrio é, então, recuperado e pode ser reutilizado. A poeira fosforosa resultante pode ser reciclada e reutilizada, por exemplo, na indústria de tintas. O único componente da lâmpada que não é reciclado é o isolamento baquelítico existente nas extremidades da lâmpada.

b) Fase de destilação de mercúrio: A fase subsequente nesse processo de reciclagem é a recuperação do mercúrio contido na poeira defósforo. A recuperação é obtida pelo processo de reportagem, onde o material é aquecido até a vaporizaçãodo mercúrio (temperaturas acima do ponto de ebulição do mercúrio, 357° C). O material vaporizado a partirdesse processo é condensado e coletado em recipientes especiais ou decantadores. O mercúrio assimobtido pode passar por nova destilação para se removerem impurezas. Emissões fugitivas durante esseprocesso podem ser evitadas usando-se um sistema de operação sob pressão negativa.

3. ESPECIFICAÇÕES DO PROJETO

Nesse mesmo sentido, corroborando com as diretrizes e métodos presentes no PROPEE, as ações de eficiência energética farão abrangência em:

a) Substituição de lâmpadas tubulares T8 fluorescentes por LED;
b) Cálculo luminotécnico e comprovação de atendimento às normas vigentes (NHO-11, ABNT NBR ISO CIE 8995 e Sistema SOMASUS).

A tabela 1 apresenta as informações com parâmetro de cálculo da potência instalada:

Tabela 1 - Dados do Sistema de Iluminação

SISTEMA ATUAL

	SISTEMA	TOTAL
Tipo de lâmpada		
Potência (lâmpada + reator), em Watts	pa_1	
Quantidade	qa_1	
Potência instalada	$Pa_1 = \frac{pa_1 \times qa_1}{1000}$	
Funcionamento (h/ano)	ha_1	

A fórmulas EE apresenta o valor da Energia Economizada com a substituição das lâmpadas:

$$\boldsymbol{EE} = \left[\sum_{Sistema_i} (qa_i \times pa_i \times ha_i) - \sum_{Sistema_i} (qp_i \times pp_i \times hp_i) \right] \times 10^{-6}$$

Observações:

- Agrupar as lâmpadas em Sistemas que tenham o mesmo regime de funcionamento e sejam trocadas por um determinado tipo de lâmpada – *usar Sistemas diferentes para trocas diferentes*;
- Tipo de lâmpada (incandescente, fluorescente etc.) e potência nominal;
- Incluir a potência média consumida pelos reatores por cada lâmpada; especificar se são reatores eletromagnéticos ou eletrônicos;
- Quantidade de lâmpadas em cada Sistema considerado;

Instituto de Gestão Estratégica de Saúde do Distrito Federal
SMHS - Área Especial Quadra 101 – CEP: 70.335-900 | Brasília-DF.
Fone: (61) 3550-8900 (ramal 9135)
CNPJ: 28.481.233/0001-72 – www.igesdf.org.br

- Potência total instalada;
- Funcionamento médio anual (h/ano);
- Energia consumida (MWh/ano);
- Energia Economizada (EE);
- EE em termos percentuais.

3.1 ILUMINAÇÃO EM AMBIENTE HOSPITALAR

Conciliar, em um projeto hospitalar, a diversidade de interesses envolvidos e o complexo programa de necessidades é o principal desafio ao profissional responsável. As condicionantes inerentes à arquitetura hospitalar são inúmeras: funcionalidade, economia, flexibilidade de uso, facilidade de manutenção, segurança, higiene, necessidades físicas e sociais dos pacientes.

A iluminação também é fator imprescindível a ser considerado no momento de concepção do projeto, visto que contribui para determinar a qualidade e percepção do ambiente. O papel da iluminação, tanto natural quanto artificial, na qualificação de espaços hospitalares é essencialmente importante tendo em vista o estado fragilizado dos pacientes e a permanência na instituição por períodos prolongados, como ocorre, por exemplo, nas áreas de internação.

De uma maneira geral, tal iluminação não pode ser projetada tendo em vista apenas aspectos quantitativos, econômicos ou sociais. É fundamental conhecer os benefícios fisiológicos e psicológicos da iluminação sobre o organismo humano, além do modo como a luz pode contribuir para a qualidade ambiental.

Uma boa iluminação não é, necessariamente, dizer sobre iluminâncias elevadas uniformemente distribuídas no ambiente, mas sim à uma iluminação apropriada às necessidades do usuário. Neste sentido, uma boa iluminação pode corresponder a iluminância reduzidas, como em ambientes noturnos (restaurantes, bares noturnos) onde se prioriza a sensação de informalidade, ou a contrastes luminosos elevados conferindo dramaticidade ao espaço como em um teatro.

Dessa maneira, os aspectos qualitativos são mais difíceis de se atingir quando comparados com os aspectos quantitativos posto que a sensação de conforto dos usuários está relacionada a aspectos subjetivos como fisiológicos, psicológicos, estéticos. Assim, não há como se definir regras pré-estabelecidas para avaliar as condições de iluminação.

Em um projeto de eficiência energética na área de iluminação, são comumente identificados alguns problemas tais como:

- Iluminação em excesso;
- Falta de aproveitamento da iluminação natural;
- Uso de equipamentos com baixa eficiência luminosa;
- Ausência de manutenção;

Em projetos luminotécnicos eficientes, devem-se aplicar:

- Boas condições de visibilidade;
- Boa reprodução de cores;
- Economia na fatura de energia elétrica;
- Facilidade e menores custos de manutenção;
- Utilizar iluminação local de reforço;
- Combinar iluminação natural com artificial;

Para este projeto de iluminação, deve ser definido o nível de iluminância no local de acordo com a utilização do ambiente e normas técnicas, nacionais ou internacionais, vigentes. Na escolha do conjunto lâmpada e luminária, os aspectos que devem ser observados: tipos de lâmpadas que podem ser empregadas, dispositivos mais econômicos, vida útil e manutenção de suas características e análise do ambiente em questão.

Com relação aos tipos de lâmpadas, tem-se os modelos comumente instalados:

- **Lâmpada fluorescente tubular**: é um modelo de lâmpada que veio para substituir o modelo incandescente. Ao contrário das lâmpadas de filamento, possui boa eficiência por emitir mais energia eletromagnética em forma de luz do que de calor. As aplicações de lâmpadas fluorescentes vão desde o uso doméstico, passando pelo industrial e o laboratorial.
- **Lâmpada LED:** as lâmpadas LED apresentam várias características favoráveis e inovadoras no que se diz respeito à iluminação, além de serem menos agressivas ao meio ambiente em relação a outros produtos existentes no mercado. Devido ao aquecimento sofrido pelas lâmpadas convencionais, estas acabam tendo uma vida útil menor em relação aos LEDs. Dentre as vantagens em se utilizar tal tecnologia, destaca-se:
    - Qualidade de luz visivelmente confortável;

Instituto de Gestão Estratégica de Saúde do Distrito Federal
SMHS - Área Especial Quadra 101 – CEP: 70.335-900 | Brasília-DF.
Fone: (61) 3550-8900 (ramal 9135)
CNPJ: 28.481.233/0001-72 – www.igesdf.org.br

- Baixa geração de calor;
- Não emite raios ultravioletas nem infravermelhos;
- Maior durabilidade em comparação com outras lâmpadas;
- Fácil descarte e reciclagem por não conter chumbo ou mercúrio;

4. MEMORIAL DESCRITIVO

O projeto de eficiência energética no Hospital Regional de Santa Maria (HRSM) será realizado com o objetivo de se melhorar a qualidade de iluminação entregue em toda a Unidade Hospitalar, com o auxílio da simulação realizada pelo software DIAlux. Serão abordados, principalmente, a eficiência energética, o consumo de energia e a potência total do sistema. Além disso, também se tem como foco a iluminância de cada tipo de lâmpada, medida em lux.

Figura 2 - Mapa Hospital Regional de Santa Maria



Fonte: GOOGLE EARTH, 2019.

Através de levantamento de projeto, foi constatada a presença de 8.114 (oito mil cento e quatorze) lâmpadas fluorescentes do tipotubular T8 32W 1200mm. A tabela abaixo mostra a quantidade e potência de cada uma delas.

Tabela 2 - Situação atual

Tipo	Potência da lâmpada (W)	Quantidade	Porcentagem (%)	Potência do Sistema (W)
Fluorescente tubular	32 (+40%)	8.114	100%	363.507,20

T8 1200mm				

Considerou-se, na coluna “Potência da lâmpada” da Tabela 2, um adicional de 40% sobre a potência nominaldesta referente ao consumo do reator inerente a ela. Neste relatório, será feito um estudo comparativo entre a situação atual e a proposta, que será simulada através do software DIAlux.

Inicialmente, será realizado um estudo baseado em um *retrofit* no sistema de iluminação do Hospital. O *retrofit*, por definição, é uma modalidade de substituição de equipamentos de tecnologia obsoleta por equipamentos mais eficientes sem a necessidade de mudanças estruturais ou de projeto. O objetivo principal é a avaliação do potencial de economia de energia apenas realizando a troca das lâmpadas.

Tem-se como objetivo secundário a adequação dos níveis de iluminação em relação às normas técnicas vigentes.

Esta etapa consiste na troca de lâmpadas e reatores por equipamentos com melhor eficiência energética, mas sem redução dos níveis de iluminação ambiente. A tabela abaixo mostra os modelos de lâmpada atual e os propostos.

Tabela 3 - Retrofit de lâmpadas

Quantidade	Lâmpada existente	Lâmpada proposta
8.114,00	Fluorescente tubular T8 32W 1200mm	LED tubular T8 18W

A tabela a seguir contém informações das lâmpadas escolhidas:

Tabela 4 - Características das lâmpadas

Lâmpada proposta	Fluxo luminoso (lm)	Eficiência energética (lm/W)	IRC	Temperatura de cor (K)	Vida útil (h)
ESSENTIAL LEDtube 1200mm 18W T8	1850	103	82	4000 (BN)	25000

Nas tabelas abaixo, tem-se as características do sistema atual e proposto, respectivamente.

SISTEMA ATUAL	
Tipo de lâmpada	Fluorescente tubular T8 32W
Potência da lâmpada (W)	32 (*+40%*)
Quantidade	8.114
Potência instalada (W)	363.507,20
Tempo de utilização do sistema (h/dia)	13
Dias de utilização do sistema (dia/ano)	365
Funcionamento (h/ano)	4.745

Instituto de Gestão Estratégica de Saúde do Distrito Federal
SMHS - Área Especial Quadra 101 – CEP: 70.335-900 | Brasília-DF.
Fone: (61) 3550-8900 (ramal 9135)
CNPJ: 28.481.233/0001-72 – www.igesdf.org.br

Energia Consumida (Wh/ano)	1.724.841.664
SISTEMA PROPOSTO	
Tipo de lâmpada	ESSENTIAL LEDtube T8 18W 840
Potência da lâmpada (W)	18
Quantidade	8.114
Potência instalada (W)	146.052,00
Tempo de utilização do sistema (h/dia)	13
Dias de utilização do sistema (dia/ano)	365
Funcionamento (h/ano)	4.745
Energia Consumida (Wh/ano)	693.016.740
RESULTADOS ESPERADOS	
Energia economizada (Wh/ano)	1.031.824.924,00
Energia economizada (%)	59,82

O cálculo da Relação Custo-Benefício (RCB) é descrito a seguir. Algumas considerações importantes devem ser feitas:

- De acordo com a norma europeia EN-15193:2008, em seu Anexo G, tem-se que, em média, o tempo de utilização do sistema é de 13 horas/dia, para ambientes hospitalares;
- Custos com instalação são estimados em R$ 365.236,83 (trezentos e sessenta e cinco mil duzentos e trinta e seis reais e oitenta e três centavos), considerando composição de preços anexa a este Relatório;
- Considerando dados da fatura de energia elétrica do Hospital Regional de Santa Maria (HRSM), competência 07/2019, tem-se:
  - Tarifa – Consumo Ponta: R$ 0,6169897;
  - Tarifa – Consumo F Ponta: R$ 0,4204515;
- Considerando um consumo estimado de 90%, durante o Horário Fora de Ponta e de 10%, durante o Horário de Ponta;
- Demais gastos não serão contabilizados haja vista que o projeto ainda não foi executado.

Dessa maneira, tem-se um Custo Total estimado em **R$** 365.236,83 (trezentos e sessenta e cinco mil duzentos e trinta e seis reais e oitenta e três centavos).

Em uma tabela:

Tabela 5 - Taxa Interna de Retorno (TIR)

TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR)	
Custo – Consumo anual atual (R$)	R$ 1.016.645,74
Custo – Consumo mensal atual(R$)	R$ 84.720,48
Custo – Consumo anual proposto (R$)	R$ 408.473,74
Custo – Consumo mensal proposto (R$)	R$ 34.039,48

Instituto de Gestão Estratégica de Saúde do Distrito Federal
SMHS - Área Especial Quadra 101 – CEP: 70.335-900 | Brasília-DF.
Fone: (61) 3550-8900 (ramal 9135)
CNPJ: 28.481.233/0001-72 – www.igesdf.org.br

Custo Total Estimado	R$ 647.352,10
Payback (em meses)	13
Economia estimada em 24 meses	R$ 518.310,91

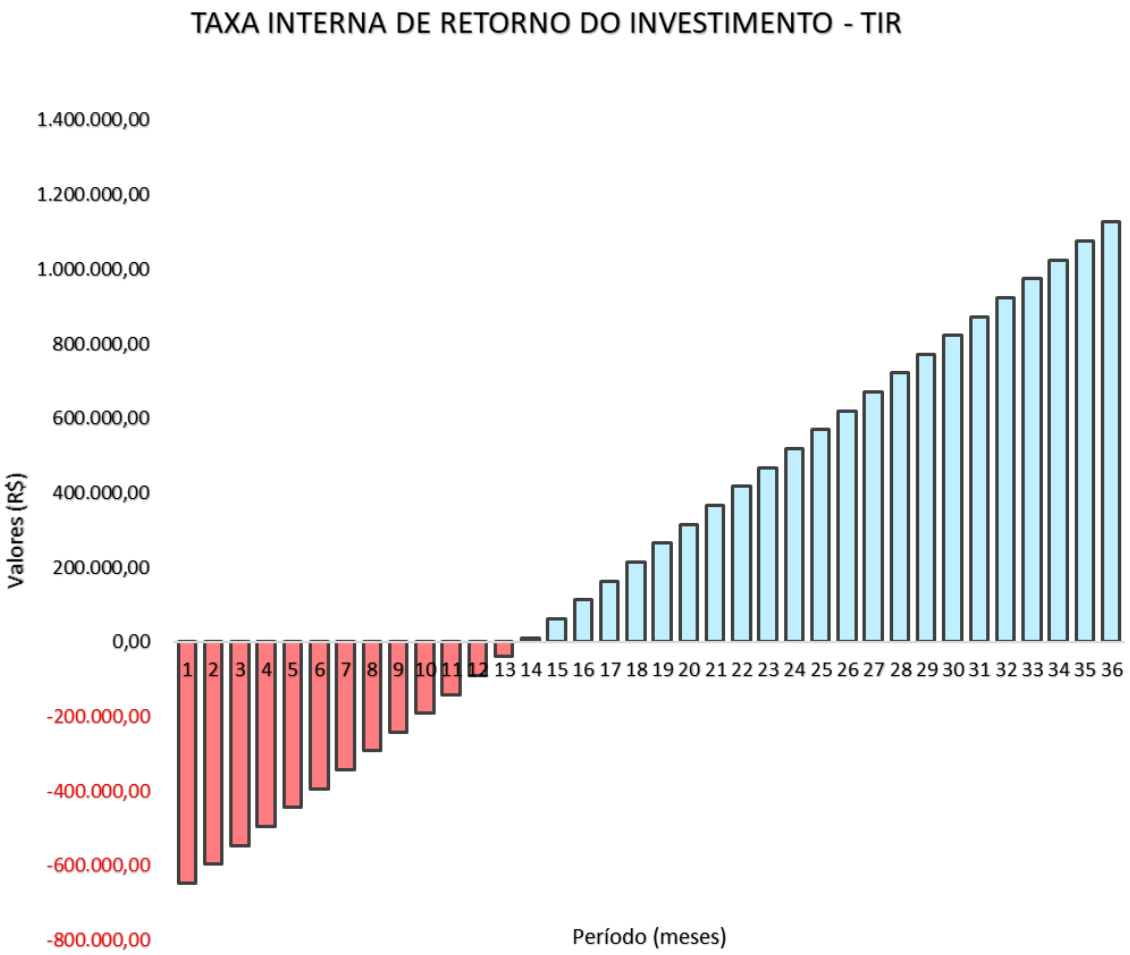
Tabela 6 - Memorial Descritivo (Taxa Interna de Retorno - TIR)

Meses	Consumo mês atual (KWh)	Consumo mês proposto (KWh)	Diferença consumo mês (kWh)	Diferença consumo ano (KWh)	Economia mensal	Economia acumulada	Fluxo de Caixa
1	141.767,81	56.960,28	84.807,53	1.031.824,92	R$ 50.681,00	R$ 50.681,00	-R$ 647.352,10
2	141.767,81	56.960,28	84.807,53	1.031.824,92	R$ 50.681,00	R$ 101.362,00	-R$ 596.671,10
3	141.767,81	56.960,28	84.807,53	1.031.824,92	R$ 50.681,00	R$ 152.043,00	-R$ 545.990,10
4	141.767,81	56.960,28	84.807,53	1.031.824,92	R$ 50.681,00	R$ 202.724,00	-R$ 495.309,10
5	141.767,81	56.960,28	84.807,53	1.031.824,92	R$ 50.681,00	R$ 253.405,00	-R$ 444.628,10
6	141.767,81	56.960,28	84.807,53	1.031.824,92	R$ 50.681,00	R$ 304.086,00	-R$ 393.947,10
7	141.767,81	56.960,28	84.807,53	1.031.824,92	R$ 50.681,00	R$ 354.767,00	-R$ 343.266,10
8	141.767,81	56.960,28	84.807,53	1.031.824,92	R$ 50.681,00	R$ 405.448,00	-R$ 292.585,10
9	141.767,81	56.960,28	84.807,53	1.031.824,92	R$ 50.681,00	R$ 456.129,01	-R$ 241.904,10
10	141.767,81	56.960,28	84.807,53	1.031.824,92	R$ 50.681,00	R$ 506.810,01	-R$ 191.223,09
11	141.767,81	56.960,28	84.807,53	1.031.824,92	R$ 50.681,00	R$ 557.491,01	-R$ 140.542,09
12	141.767,81	56.960,28	84.807,53	1.031.824,92	R$ 50.681,00	R$ 608.172,01	-R$ 89.861,09
13	141.767,81	56.960,28	84.807,53	1.031.824,92	R$ 50.681,00	R$ 658.853,01	-R$ 39.180,09
14	141.767,81	56.960,28	84.807,53	1.031.824,92	R$ 50.681,00	R$ 709.534,01	R$ 11.500,91
15	141.767,81	56.960,28	84.807,53	1.031.824,92	R$ 50.681,00	R$ 760.215,01	R$ 62.181,91
16	141.767,81	56.960,28	84.807,53	1.031.824,92	R$ 50.681,00	R$ 810.896,01	R$ 112.862,91
17	141.767,81	56.960,28	84.807,53	1.031.824,92	R$ 50.681,00	R$ 861.577,01	R$ 163.543,91
18	141.767,81	56.960,28	84.807,53	1.031.824,92	R$ 50.681,00	R$ 912.258,01	R$ 214.224,91
19	141.767,81	56.960,28	84.807,53	1.031.824,92	R$ 50.681,00	R$ 962.939,01	R$ 264.905,91
20	141.767,81	56.960,28	84.807,53	1.031.824,92	R$ 50.681,00	R$ 1.013.620,01	R$ 315.586,91
21	141.767,81	56.960,28	84.807,53	1.031.824,92	R$ 50.681,00	R$ 1.064.301,01	R$ 366.267,91
22	141.767,81	56.960,28	84.807,53	1.031.824,92	R$ 50.681,00	R$ 1.114.982,01	R$ 416.948,91
23	141.767,81	56.960,28	84.807,53	1.031.824,92	R$ 50.681,00	R$ 1.165.663,01	R$ 467.629,91
24	141.767,81	56.960,28	84.807,53	1.031.824,92	R$ 50.681,00	R$ 1.216.344,01	R$ 518.310,91
25	141.767,81	56.960,28	84.807,53	1.031.824,92	R$ 50.681,00	R$ 1.267.025,02	R$ 568.991,91
26	141.767,81	56.960,28	84.807,53	1.031.824,92	R$ 50.681,00	R$ 1.317.706,02	R$ 619.672,92
27	141.767,81	56.960,28	84.807,53	1.031.824,92	R$ 50.681,00	R$ 1.368.387,02	R$ 670.353,92
28	141.767,81	56.960,28	84.807,53	1.031.824,92	R$ 50.681,00	R$ 1.419.068,02	R$ 721.034,92
29	141.767,81	56.960,28	84.807,53	1.031.824,92	R$ 50.681,00	R$ 1.469.749,02	R$ 771.715,92
30	141.767,81	56.960,28	84.807,53	1.031.824,92	R$ 50.681,00	R$ 1.520.430,02	R$ 822.396,92
31	141.767,81	56.960,28	84.807,53	1.031.824,92	R$ 50.681,00	R$ 1.571.111,02	R$ 873.077,92
32	141.767,81	56.960,28	84.807,53	1.031.824,92	R$ 50.681,00	R$ 1.621.792,02	R$ 923.758,92
33	141.767,81	56.960,28	84.807,53	1.031.824,92	R$ 50.681,00	R$ 1.672.473,02	R$ 974.439,92
34	141.767,81	56.960,28	84.807,53	1.031.824,92	R$ 50.681,00	R$ 1.723.154,02	R$ 1.025.120,92

Instituto de Gestão Estratégica de Saúde do Distrito Federal
SMHS - Área Especial Quadra 101 – CEP: 70.335-900 | Brasília-DF.
Fone: (61) 3550-8900 (ramal 9135)
CNPJ: 28.481.233/0001-72 – www.igesdf.org.br

35	141.767,81	56.960,28	84.807,53	1.031.824,92	R$ 50.681,00	R$ 1.773.835,02	R$ 1.075.801,92
36	141.767,81	56.960,28	84.807,53	1.031.824,92	R$ 50.681,00	R$ 1.824.516,02	R$ 1.126.482,92

Figura 3 - Taxa Interna de Retorno – TIR



5. OBJETIVO DO ESTUDO LUMINOTÉCNICO

O objetivo deste estudo luminotécnico é comprovar a eficiência luminotécnica de acordo com os índices recomendados das grandezas indicadas pelas normativas vigentes ao propor a troca das lâmpadas tubulares fluorescentes instaladas no Hospital Regional de Santa Maria pela tecnologia LED.

6. MÉTODO DO ESTUDO

Instituto de Gestão Estratégica de Saúde do Distrito Federal
SMHS - Área Especial Quadra 101 – CEP: 70.335-900 | Brasília-DF.
Fone: (61) 3550-8900 (ramal 9135)
CNPJ: 28.481.233/0001-72 – www.igesdf.org.br

Para elaboração do estudo luminotécnico utilizou-se do software DIALux Evo, onde foram modelados os ambientes escolhidos para análise listados abaixo:

Quadro 1 - Resumo das normas de iluminação aplicáveis aos ambientes selecionados para estudo luminotécnico.

ÍNDICES PRESENTES NAS NORMATIVAS VIGENTES		
NORMA	**FATOR**	**ÍNDICE RECOMENDADO**
SALÃO DE UTI ADULTOS		
SOMASUS	Nível de iluminamento	100 a 200 lux-geral / 150 a 300 lux-cama
NHO 11	Iluminação geral	100 lux
NHO 11	Exame simples	300 lux
NHO 11	Exame e tratamento	1000 lux
NHO 11	Observação noturna	20 lux
NHO 11	Índice de reprodução de cor	90 lux
NHO 11	Temperatura de cor - TCP (sala para atendimento médico)	TCP mínimo de 4.000K.
ABNT NBR ISO CIE 8995	Iluminação geral	100 lux
ABNT NBR ISO CIE 8995	Exame simples	300 lux
ABNT NBR ISO CIE 8995	Exame e tratamento	1000 lux
ABNT NBR ISO CIE 8995	Observação noturna	20 lux
ABNT NBR ISO CIE 8995	Índice de reprodução de cor	90
SANITÁRIO DE PACIENTES DA UTI		
NHO 11	Iluminação geral	200 lux
SOMASUS	Nível de iluminamento recomendado	100 a 200 lux-geral / 200 a 500 lux-Iluminação suplementar (espelhos).
NHO 11	Índice de reprodução de cor	80
NHO 11	Iluminação geral	200 lux
ABNT NBR ISO CIE 8995	Iluminação geral (banheiros e toaletes para os pacientes)	200 lux
SALA ADMINISTRATIVA		
NHO 11	Iluminação geral (escrever, teclar, ler e Processar dados)	500 lux
NHO 11	Índice de reprodução de cor	80
ABNT NBR ISO CIE 8995	Iluminação geral (escritório dos funcionários)	500 lux

FONTE: SOMASUS, 2000; BRASIL, 2018; ABNT, 2013.

Após modelagem 3D das salas, inserção de mobiliários e aplicação de materiais de piso, teto, parede, contando com o ajuste índices de refletância e espelhamento adequados de cada superfície, foram locadas em cada ambiente,

Instituto de Gestão Estratégica de Saúde do Distrito Federal
SMHS - Área Especial Quadra 101 – CEP: 70.335-900 | Brasília-DF.
Fone: (61) 3550-8900 (ramal 9135)
CNPJ: 28.481.233/0001-72 – www.igesdf.org.br

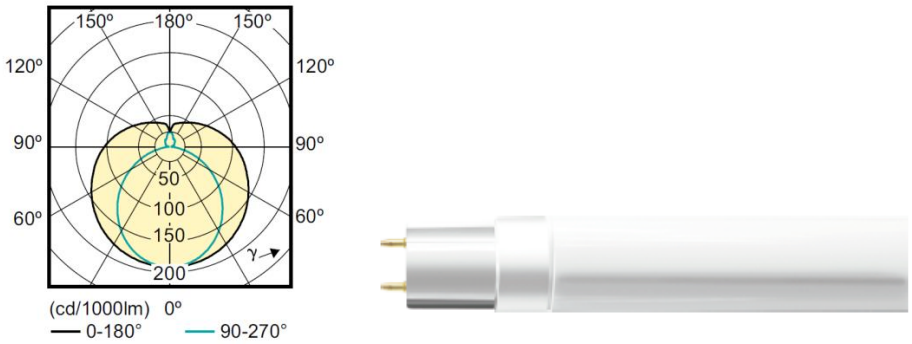
seguindo as luminárias existentes, as lâmpadas LED escolhidas como referência para esta análise, conforme descrição abaixo:

Quadro 2 - Lâmpada LED de referência escolhida para substituição das fluorescentes instaladas no local.

Lâmpada Phillips CoreProLEDtube 1200mm 18W 840 T8C W G	
Fluxo luminoso (nominal) (Nom.)	1850 lm
Código da cor	840 [TCC de 4000K (841)]
Temperatura de cor correlacionada (Nom.)	4000 K
Consistência da cor	<6
Índice de restituição cromática (Nom.)	82
LLMF no final da vida útil nominal (Nom.)	70 %

Fonte: PHILLIPS, 2019 (vide descrição do produto anexa)

Quadro 3 - Imagem da lâmpada e a sua curva fotométrica.



FONTE: PHILLIPS, 2019 (vide descrição do produto anexa)

O arquivo de extensão. IES da lâmpada utilizado, com todas as informações para efeito de cálculo, foi o fornecido pela própria fabricante, garantindo confiabilidade nos resultados obtidos.

Os planos de trabalhos para cálculo de incidência foram posicionados de acordo com as alturas dos mobiliários (camas dos leitos, bancadas, estações de trabalho e cubas) variando de 0,70m a 0,90m.

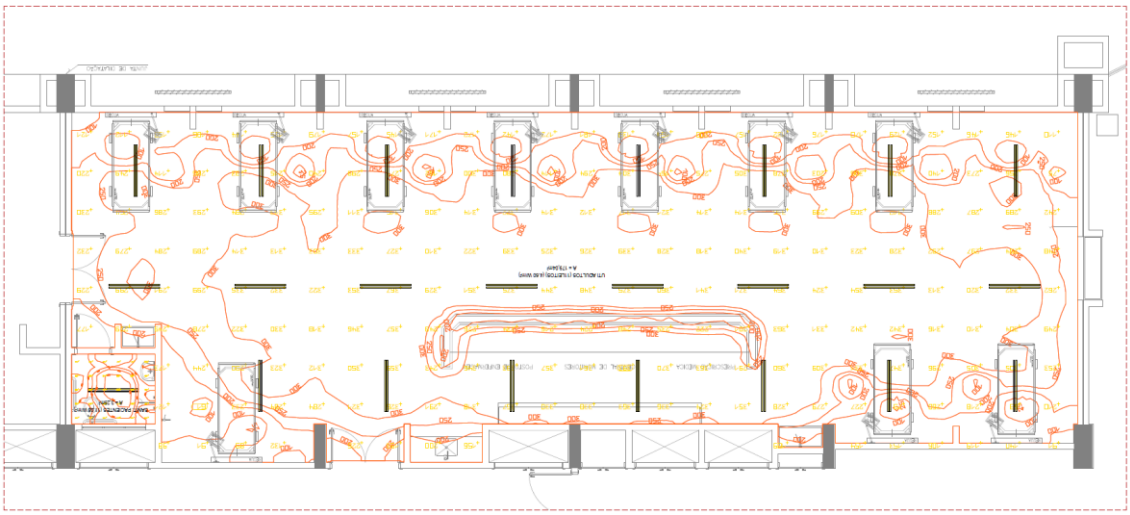
As horas de operação de cada ambiente hospitalar foram estabelecidas de acordo com a norma europeia EN 15193:2008, Anexo G (Valores padrão de horas de operação anual relacionadas ao tipo de Edificação).

7. RESULTADOS OBTIDOS

7.1. SALÃO DE UTI ADULTO

A planta a seguir, também disponível em prancha anexa em tamanho maior, representa o nível de iluminamento (em lux) após troca das lâmpadas previsto para o Salão de UTI.

Figura 4 - Estudo luminotécnico do ambiente Salão de UTI



FONTE: Acervo IGESDF. Planta luminotécnica produzida com auxílio do programa DIALux.

Figura 5 - Simulação da vista do ambiente Salão de UTI após retrofit das lâmpadas.



FONTE: Acervo IGESDF. Estudo luminotécnico produzido com auxílio do programa DIALux.

Instituto de Gestão Estratégica de Saúde do Distrito Federal
SMHS - Área Especial Quadra 101 – CEP: 70.335-900 | Brasília-DF.
Fone: (61) 3550-8900 (ramal 9135)
CNPJ: 28.481.233/0001-72 – www.igesdf.org.br

Figura 6 - Simulação da vista do ambiente Salão de UTI após retrofit das lâmpadas.



FONTE: Acervo IGESDF. Estudo luminotécnico produzido com auxílio do programa DIALux.

Figura 7 - Incidência do nível de iluminância (lux) no ambiente Salão de UTI.



FONTE: Acervo IGESDF. Estudo luminotécnico produzido com auxílio do programa DIALux.

Instituto de Gestão Estratégica de Saúde do Distrito Federal
SMHS - Área Especial Quadra 101 – CEP: 70.335-900 | Brasília-DF.
Fone: (61) 3550-8900 (ramal 9135)
CNPJ: 28.481.233/0001-72 – www.igesdf.org.br

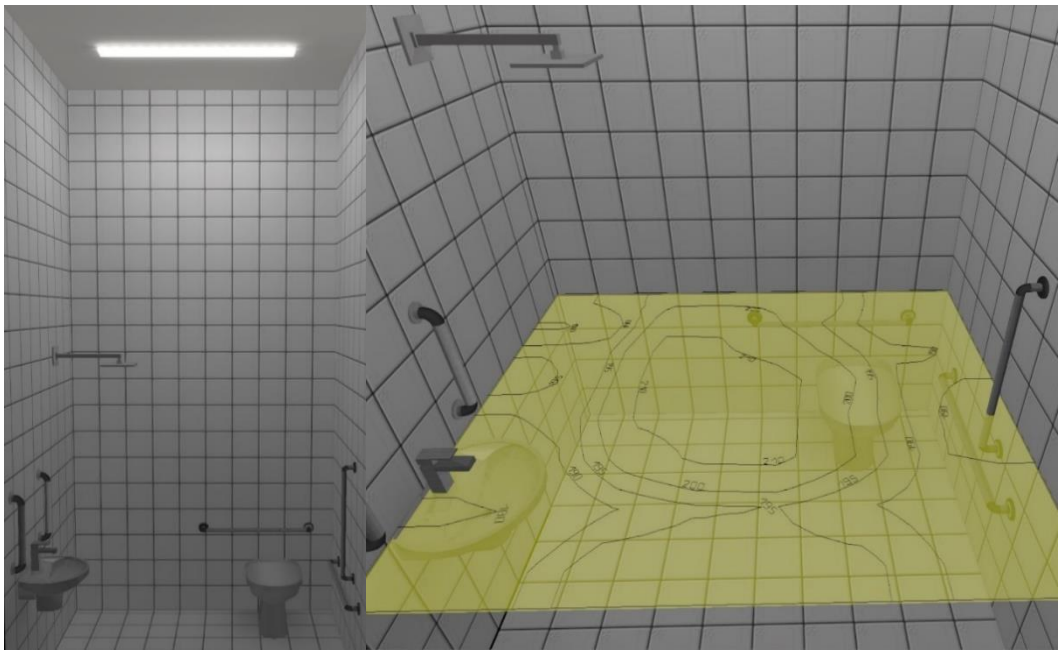
Figura 8 - Resultado da análise luminotécnica do retrofit do ambiente Salão de UTI

ÍNDICES PRESENTES NAS NORMATIVAS VIGENTES			
NORMA	**FATOR**	**ÍNDICE RECOMENDADO**	**RESULTADO**
SALÃO DE UTI ADULTOS			
SOMASUS	Nível de iluminamento	100 a 200 lux-geral / 150 a 300 lux-cama	**ATENDIDO**
NHO 11	Iluminação geral	100 lux	**ATENDIDO**
NHO 11	Exame simples	300 lux	**ATENDIDO**
NHO 11	Exame e tratamento	1000 lux	Iluminância garantida por equipamento específico para foco de procedimentos
NHO 11	Observação noturna	20 lux	**ATENDIDO**
NHO 11	Índice de reprodução de cor	90	**90% ATENDIDO**
NHO 11	Temperatura de cor - TCP (sala para atendimento médico)	TCP mínimo de 4.000K.	**ATENDIDO**
ABNT NBR ISO CIE 8995	Iluminação geral	100 lux	**ATENDIDO**
ABNT NBR ISO CIE 8995	Exame simples	300 lux	**ATENDIDO**
ABNT NBR ISO CIE 8995	Exame e tratamento	1000 lux	Iluminância garantida por equipamento específico para foco de procedimentos
ABNT NBR ISO CIE 8995	Observação noturna	20 lux	**ATENDIDO**
ABNT NBR ISO CIE 8995	Índice de reprodução de cor	90	**90% ATENDIDO**

7.2. SANITÁRIO DA UTI ADULTO

Instituto de Gestão Estratégica de Saúde do Distrito Federal
SMHS - Área Especial Quadra 101 – CEP: 70.335-900 | Brasília-DF.
Fone: (61) 3550-8900 (ramal 9135)
CNPJ: 28.481.233/0001-72 – www.igesdf.org.br

Figura 9 - Incidência do nível de iluminância (lux) no ambiente do Sanitário da UTI.



FONTE: Acervo IGESDF. Estudo luminotécnico produzido com auxílio do programa DIALux.

Quadro 4 - Resultado da análise luminotécnica do retrofit no ambiente Sanitário de Pacientes da UTI.

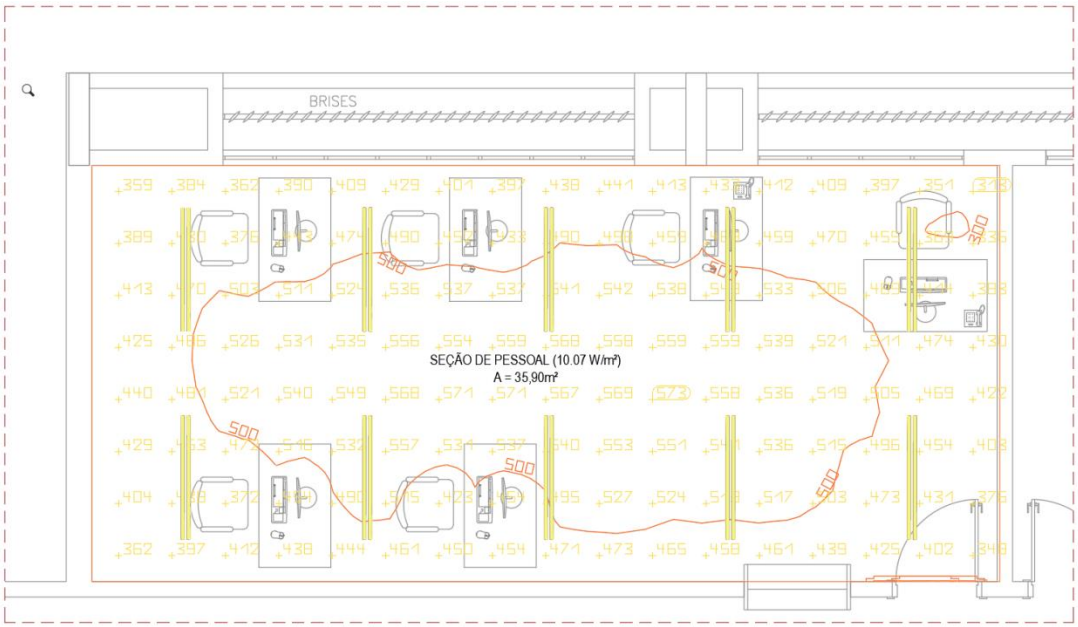
ÍNDICES PRESENTES NAS NORMATIVAS VIGENTES			
NORMA	**FATOR**	**ÍNDICE RECOMENDADO**	**RESULTADO**
SANITÁRIO DE PACIENTES DA UTI			
NHO 11	Iluminação geral	200 lux	**ATENDIDO**
SOMASUS	Nível de iluminamento recomendado	100 a 200 lux-geral / 200 a 500 lux-Iluminação suplementar (espelhos).	**ATENDIDO**
NHO 11	Índice de reprodução de cor	80	**ATENDIDO**
NHO 11	Iluminação geral	200 lux	**ATENDIDO**
ABNT NBR ISO CIE 8995	Iluminação geral (banheiros e toaletes para os pacientes)	200 lux	**ATENDIDO**

7.3. AMBIENTE ADMNISTRATIVO

A planta a seguir, também disponível em prancha anexa em tamanho maior, representa o nível de iluminamento (em lux) após troca das lâmpadas previsto para um Ambiente Administrativo do Hospital Regional de Santa Maria.

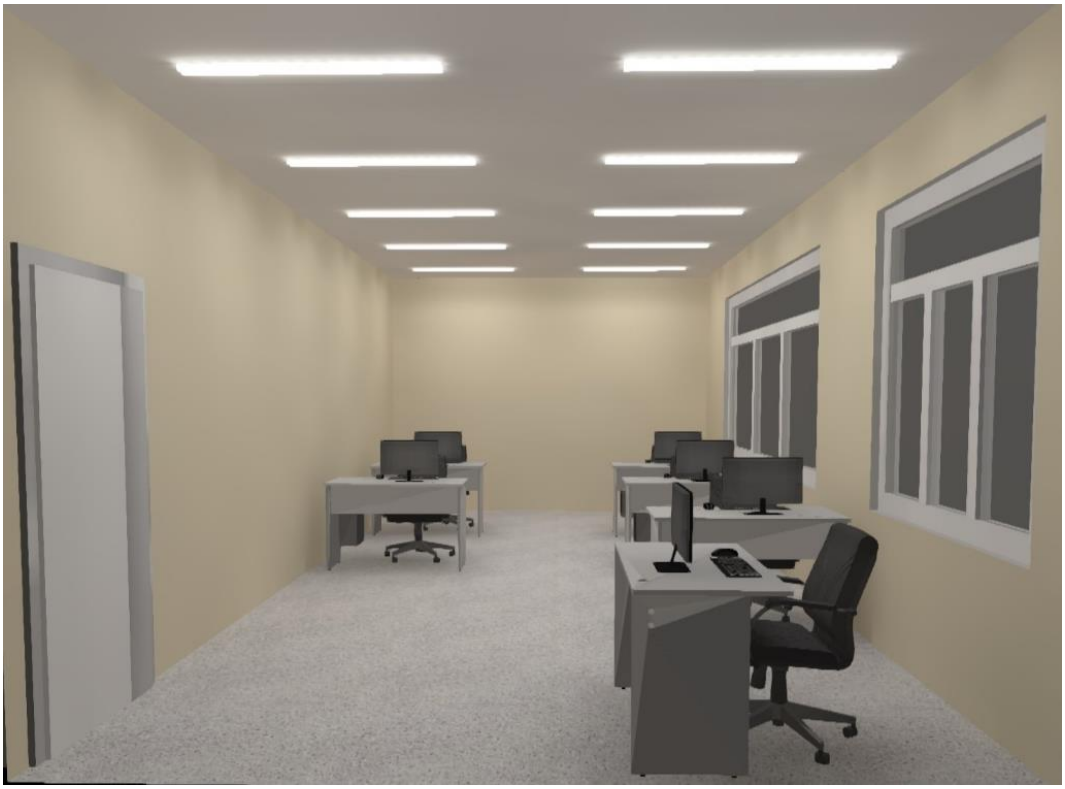
Instituto de Gestão Estratégica de Saúde do Distrito Federal
SMHS - Área Especial Quadra 101 – CEP: 70.335-900 | Brasília-DF.
Fone: (61) 3550-8900 (ramal 9135)
CNPJ: 28.481.233/0001-72 – www.igesdf.org.br

Figura 10 - Estudo luminotécnico do Ambiente Administrativo.



FONTE: Acervo IGESDF. Planta luminotécnica produzida com auxílio do programa DIALux.

Figura 11 - Simulação da vista do Ambiente Administrativo após retrofit das lâmpadas.



FONTE: Acervo IGESDF. Estudo luminotécnico produzido com auxílio do programa DIALux.

Instituto de Gestão Estratégica de Saúde do Distrito Federal
SMHS - Área Especial Quadra 101 – CEP: 70.335-900 | Brasília-DF.
Fone: (61) 3550-8900 (ramal 9135)
CNPJ: 28.481.233/0001-72 – www.igesdf.org.br

Figura 12 - Incidência do nível de iluminância (lux) no ambiente no Ambiente Administrativo



FONTE: Acervo IGESDF. Estudo luminotécnico produzido com auxílio do programa DIALux.

Quadro 5 - Resultado da análise luminotécnica do retrofit no Ambiente Administrativo

ÍNDICES PRESENTES NAS NORMATIVAS VIGENTES			
NORMA	**FATOR**	**ÍNDICE RECOMENDADO**	**RESULTADO**
SALA ADMINISTRATIVA			
NHO 11	Iluminação geral (escrever, teclar, ler e processar dados)	500 lux	**ATENDIDO**
NHO 11	Índice de reprodução de cor	80	**ATENDIDO**
ABNT NBR ISO CIE 8995	Iluminação geral (escritório dos funcionários)	500 lux	**ATENDIDO**

8. ORÇAMENTO

O orçamento foi realizado com data-base de maio/2020, utilizando os valores do SINAPI para mão de obra e equipamentos. Fez-se o uso de cotações com empresas.

Instituto de Gestão Estratégica de Saúde do Distrito Federal
SMHS - Área Especial Quadra 101 – CEP: 70.335-900 | Brasília-DF.
Fone: (61) 3550-8900 (ramal 9135)
CNPJ: 28.481.233/0001-72 – www.igesdf.org.br

O orçamento obedeceu ao Relatório do Acordão n° 2.622/2016 - TCU/Plenário, separou os valores dos equipamentos com BDI diferenciado dos valores da obra e administração com outro valor de BDI.

O número de lâmpadas considerado no orçamento foi de 8.114 que estão contidas em 4.057 luminárias. Portanto, cada luminária tem 02 (duas) lâmpadas. Também foi levado em consideração 02 (dois) profissionais para a execução do serviço, sendo um eletricista e um auxiliar de eletricista, sendo que para a realização do serviço faz-se necessário a retirada da lâmpada fluorescente, remoção da luminária, a retirada do reator e a relocação da luminária e a instalação da lâmpada LED. O único material que será utilizado é a lâmpada LED tubular 18/20W, pois todos os demais itens utilizados (fiação, luminárias, soquetes, etc) não serão trocados, pois estão todos conservados e adequados para as reinstalações.

O levantamento do número de lâmpadas foi realizado utilizando o projeto de instalações elétricas do hospital de Santa Maria. Foi realizado uma visita técnica ao local para verificar se havia divergências entre o projeto e a instalação das lumináriase não foi encontrado divergências.

O almoxarifado estará localizado na área externa do hospital, em um container alugado e próprio para o armazenamento das lâmpadas LED e também irá contar com um almoxarife em horário comercial. O local será indicado pela equipe responsável do hospital que facilitará o acesso aos equipamentos.

O BDI utilizado para equipamentos foi de 16,32% e o BDI para serviços e a administração foi o de 26,93%. A data base utilizada foi a de maio de 2020.

A execução dos serviços contará com um engenheiro eletricista responsável por toda a execução, tendo que estar acompanhando todos os serviços por 100 (cem) horas durante os 60 dias, em visitas diárias. Um encarregado geral para coordenar e fiscalizar os serviços da equipe, verificando o desempenho e controlando a utilização de equipamentos e materiais, tendo que estar acompanhando todos os serviços por 200 (duzentas) horas durante os 60 dias, em visitas diárias.

Os serviços contarão com a anotação de responsabilidade técnica (ART) respeitando a lei n° 6.496, de 7 de dezembro de 1977 e com a placa de obra segundo o estabelecido no art. 16 da Lei Federal nº 5.194 de 1966.

O armazenamento das lâmpadas fluorescentes retiradas do hospital será armazenado em caixas coletoras e destinadas as áreas licenciadas por transporte

Instituto de Gestão Estratégica de Saúde do Distrito Federal
SMHS - Área Especial Quadra 101 – CEP: 70.335-900 | Brasília-DF.
Fone: (61) 3550-8900 (ramal 9135)
CNPJ: 28.481.233/0001-72 – www.igesdf.org.br

automotor, respeitando a Lei Distrital nº 4.154, de 11 de junho de 2008 e a lei federal nº 12.305 de 02 de agosto de 2010.

Os recursos a serem utilizados para o descarte corretos desse passivo inservível será custeado com recursos dos Contratos de Repasse.

9. CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

O cronograma físico financeiro foi realizado levando em consideração duas frentes de trabalho, uma para a retirada das lâmpadas e outra para a remoção da luminária e retirada do reator e instalação das novas lâmpadas. O prazo estipulado foi de 60 dias ou 2 meses, levando em consideração o ambiente hospitalar que necessita de autorização prévia para a realização dos trabalhos.

10. REFÊNCIAS

BRASIL. **ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013 - Iluminação de ambientes de trabalho.** Disponível em: < http://paginapessoal.utfpr.edu.br/vilmair/instalacoes-prediais-1/normas-e-tabelas-de-dimensionamento/NBRISO_CIE8995-1.pdf/at_download/file>. Acesso em: 04 de nov. de 2019.

BRASIL. Ministério do Trabalho. **Norma de Higiene Ocupacional – NHO – Nº 11 - Avaliação dos níveis de iluminamento em ambientes internos de trabalho.** Disponível em: < http://www.fundacentro.gov.br/biblioteca/normas-de-higiene-ocupacional/publicacao/detalhe/2018/8/nho-11-avaliacao-dos-niveis-de-iluminamento-em-ambientes-internos-de-trabalho>. Acesso em: 06 de nov. de 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Processo de Reciclagem de Lâmpadas Fluorescente.** Portal do Ministério do Meio Ambiente. Brasília. Disponível em: < https://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/recicl_lamps.pdf>. Acesso em: 05 de nov. de 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Sistema de Apoio à Elaboração de Projetos de Investimentos em Saúde – SOMASUS.** Disponível em: < http://somasus.saude.gov.br/somasus/redirect!tamanhoTela.action>. Acesso em: 05 de nov. de 2019.

LUIZ, Cássia Cruz. **Estudo de eficiência energética em luminárias destinadas à iluminação pública na cidade de Jaguaruna-SC.** 2016, 98 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Elétrica do Centro de Ciências Tecnológicas) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, SC, 2016.