



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
ESCOLA DE ENGENHARIA ELÉTRICA, MECÂNICA E DE  
COMPUTAÇÃO**



**STEPHANNY LIMA MACIEL**

**GESTÃO DE ENERGIA EM UNIDADES  
HOSPITALARES: ESTUDO DE CASO DO  
HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE GOIÁS – PARTE 2**

Goiânia  
2018

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR  
VERSÕES ELETRÔNICAS DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE  
GRADUAÇÃO NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio do Repositório Institucional (RI/UFG), regulamentado pela Resolução CEPEC nº 1204/2014, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

**1. Identificação do Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação (TCCG):**

Nome completo do autor: *Stephanny Lima Maciel*

Título do trabalho: *Gestão de Energia em Unidades Hospitalares: Estudo de caso do Hospital dos Clínicos da Universidade Federal de Goiás - Parte 2*

**2. Informações de acesso ao documento:**

Concorda com a liberação total do documento  SIM  NÃO<sup>1</sup>

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF do TCCG.

*Stephanny Lima Maciel*  
(Nome completo do autor)<sup>2</sup>

Ciente e de acordo;

*ANA CLAUDIA MARQUES DO VALLE*  
(Nome completo do orientador)<sup>2</sup>

Data: *07 / 12 / 2018*

<sup>1</sup> Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

<sup>2</sup> As assinaturas devem ser originais sendo assinadas no próprio documento, imagens coladas não serão aceitas.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
ESCOLA DE ENGENHARIA ELÉTRICA, MECÂNICA E DE  
COMPUTAÇÃO



STEPHANNY LIMA MACIEL

**GESTÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM UNIDADES  
HOSPITALARES: ESTUDO DE CASO DO HOSPITAL  
DAS CLÍNICAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
GOIÁS - PARTE 2**

Trabalho de Conclusão de  
Curso para o curso de Engenharia  
Elétrica da Escola de Engenharia  
Elétrica, Mecânica e de  
Computação, da Universidade  
Federal de Goiás.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Ana Cláudia Marques do Valle

Goiânia  
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Maciel, Stephanny Lima

Gestão de energia elétrica em unidades hospitalares: Estudo de caso do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Goiás - Parte 2 [manuscrito] / Stephanny Lima Maciel. - 2018.

XLVI, 46 f.

Orientador: Profa. Dra. Ana Claudia Marques Valle.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Elétrica, Mecânica e de Computação (EMC), Engenharia Elétrica, Goiânia, 2018.

Anexos.

Inclui siglas, fotografias, abreviaturas, gráfico, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Gestão de Energia. 2. Gestão Hospitalar. 3. Sustentabilidade. I. Valle, Ana Claudia Marques, orient. II. Título.

CDU 621.3



ATA DE AVALIAÇÃO DE PROJETO FINAL

Aos 07 dias do mês de Dezembro do ano de 2018

foi apresentado e defendido o Projeto Final intitulado Questões de energia em unidades hospitalares - Estudo de caso do Hospital das clínicas da UFG - Parte II perante a banca examinadora composta pelos membros:

1. Ana Blandia Marques do Valle orientador e presidente;
2. Prof. Hugo Rafael G. Cavalcante
3. Prof. Paula Andréia do Valle Hämberger

Após a exposição do trabalho por parte do(s) autor(es), aluno(s) do curso de Engenharia Elétrica, foram lhe(s) atribuídas as seguintes notas pelos membros da banca:

| Aluno(s)                     | Membro 1   | Membro 2   | Membro 3   |
|------------------------------|------------|------------|------------|
| <u>Stephanny Lima Nairil</u> | <u>9,8</u> | <u>9,8</u> | <u>9,8</u> |
|                              | <u>—</u>   | <u>—</u>   | <u>—</u>   |

Nada mais havendo a registrar, eu, Ana Blandia Marques do Valle, designado secretário "ad hoc" da banca examinadora, lavrei a presente Ata do ocorrido, a qual, lida e considerada conforme, vai assinada por mim e pelos membros da banca.

Goiânia, 07 de Dezembro de 2018

[Assinatura]  
[Assinatura]  
[Assinatura]

STEPHANNY LIMA MACIEL

**GESTÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM UNIDADES  
HOSPITALARES: ESTUDO DE CASO DO HOSPITAL  
DAS CLÍNICAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
GOIÁS - PARTE 2**

Trabalho de Conclusão de  
Curso para o curso de Engenharia  
Elétrica da Escola de Engenharia  
Elétrica, Mecânica e de  
Computação da Universidade  
Federal de Goiás.

Goiânia, 01 de outubro de 2018

BANCA EXAMINADORA

---

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Ana Cláudia Marques do Valle

---

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Paula Andréa do Valle Hamberger

---

Eng. Msc. Hugo Rafael Gonçalves Cavalcante

## **Agradecimentos**

Aos meus amados pais, e irmão, que sempre estiveram comigo me apoiando e incentivando em toda minha jornada estudantil, sem eles a concretização deste trabalho não seria possível.

A nossa querida orientadora, Prof<sup>a</sup>. Dra. Ana Cláudia Marques do Valle, que nos conduziu com maestria durante toda a idealização e processo de elaboração deste trabalho.

Ao senhor Eng. Msc. Hugo Rafael Gonçalves Cavalcante, por sua disponibilidade e interesse demonstrado em ajudar-nos neste trabalho.

Em especial, a minha querida amiga e parceira neste projeto, Gabriela Batista, por todo o seu companheirismo, compreensão e incentivo durante a elaboração deste trabalho. A todos que, de alguma forma, contribuíram para que conseguíssemos atingir nossos objetivos neste trabalho.

**Stephanny Lima Maciel**

*“Existem apenas duas maneiras de viver a vida. Uma é como se nada fosse um milagre. A outra é como se tudo fosse um milagre.”*

Albert Einstein

## **Resumo**

Este trabalho compõe a segunda parte de uma pesquisa que tem como objetivo criar uma base para a realização de estudos que venham implementar ações relacionadas a redução do consumo bem como o uso eficiente de energia elétrica no Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Goiás e, conseqüentemente, gastos e impactos ambientais, possibilitando a criação de um Sistema de Gestão de Energia para o hospital e podendo servir de apoio para iniciativas similares em outras unidades hospitalares.

Essa segunda etapa é voltada ao estudo da gestão de energia como fator de sustentabilidade para unidades hospitalares e, a partir da base de dados estabelecida na primeira etapa, levantará ações que possam levar à um uso eficiente da energia elétrica nesse ambiente, compondo, de forma simples e acessível, um guia com sugestões práticas preliminares para a melhoria da eficiência energética da organização, usando como base a norma de referência ISO 50001.

**Palavras-chave:** Gestão de Energia; Gestão Hospitalar; Sustentabilidade.

This paper composes the second part of a research that aims to create a base for the accomplishment of studies that will implement actions related to the reduction of consumption as well as the efficient use of electric energy in the Clinic's Hospital of the Federal University of Goiás and, consequently, environmental impacts and impacts, enabling the creation of an Energy Management System for the hospital and being able to support similar initiatives in other hospital units.

This second stage is focused on the study of energy management as a sustainability factor for hospital units and, based on the data base established in the first stage, raises actions that may lead to an efficient use of electric energy in this environment, thus composing simple and accessible guide with preliminary practical suggestions for improving the energy efficiency of the organization based on the ISO 50001 standard.

**Keywords:** Power management; Hospital management; Sustainability.

## Lista de Figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1.1 – Figura 1.1 - Matriz elétrica brasileira no ano de 2016 segundo o EPE.....            | 13 |
| Figura 2.1 – Figura 2.1 – Modelo de Sistema de Gestão de Energia Proposto pela ISO 50001<br>..... | 18 |
| Figura 2.2 – Participação por setor no consumo de energia do país em 2016 .....                   | 22 |
| Figura 2.3 – Distribuição do consumo de energia elétrica em hospitais e clínicas.....             | 23 |
| Figura 3.1 – Vista do prédio do Centro de Referência em Oftalmologia (CEROF).....                 | 25 |
| Figura 3.1– Vista do prédio Centro Avançado em Diagnósticos da Mama.....                          | 26 |
| Figuras 3.1.1 – Detalhe da iluminação de corredores do HC-UFG.....                                | 28 |
| Figura 3.3.1 – Detalhe dos equipamentos de climatização da sala de espera do CEROF.....           | 30 |
| Figura 3.4.1- Árvore solar instalada no campus do IFG.....  | 31 |
| Figura 3.4.2 – Detalhamento do consumo faturado por mês no ano de 2017.....                       | 32 |

## **Lista de Tabelas**

|   |    |
|---|----|
| Tabela 3.4.1 – Despesas do HC-UFG com energia no ano de 2017.....                     | 33 |
| Tabela 3.4.2 – Características dos equipamentos do sistema sugerido pela empresa..... | 33 |
| Tabela 3.4.3 – Características do sistema fotovoltaico sugerido.....                  | 34 |
| Tabela 3.4.4 - Estimativa média de geração proposta.....                              | 34 |

## **Lista de Abreviaturas e Siglas**

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

CEGEF: Centro de Gestão do Espaço Físico

CNES: Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde

DATASUS: Departamento de Informática do SUS

EBSERH: Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares

EPE: Empresa de Pesquisa Energética

GWh: gigawatt-hora

HC - UFG: Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Goiás

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDE: Indicadores de Desempenho Energético

IFG: Instituto Federal de Goiás

ISO: *International Organization for Standardization*

kWh: quilowatt-hora

LED: diodo emissor de luz

MWh: megawatt-hora

PDCA: Ciclo de gestão *Plan, Do, Check, Act*

PRODIST: Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional

SGE: Sistema de Gestão de Energia

SUS: Sistema Único de Saúde

UFG: Universidade Federal de Goiás

W: Watt

## Sumário

|  |    |
|--|----|
| Capítulo 1 - Introdução .....  | 13 |
| Capítulo 2 - Gestão de energia como fator de sustentabilidade em unidades hospitalares.....    | 17 |
| 2.1 - Eficiência Energética e Gestão de Energia.....   | 17 |
| 2.2 - A importância da gestão de energia em unidades hospitalares.....                         | 21 |
| Capítulo 3 Sugestões preliminares para a melhoria da eficiência energética da organização..... | 25 |
| 3.1 Cargas de iluminação.....  | 27 |
| 3.2 Cargas de equipamentos.....  | 28 |
| 3.3 Cargas de equipamentos de climatização.....  | 30 |
| 3.4 Energia solar.....   | 31 |
| Capítulo 4 – Conclusão.....  | 35 |
| Referências Bibliográficas.....  | 37 |
| Anexo.....   | 40 |
| Anexo 1 –Proposta comercial para instalação de energia solar fotovoltaica.....                 | 40 |

# Capítulo 1

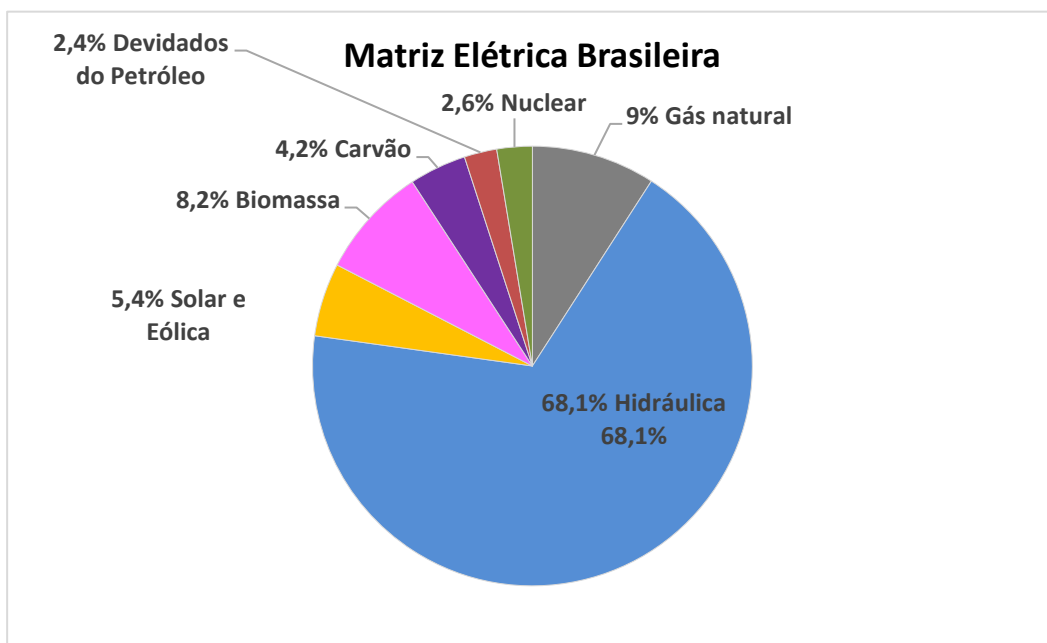
## Introdução

O crescente aumento do consumo de energia elétrica no mundo é considerado um dos maiores desafios deste século. Diante da enorme demanda e após sucessivas crises de recursos energéticos finitos como o petróleo e o gás natural, buscar fontes renováveis de energia deixou de ser uma questão apenas ambiental, mas uma necessidade de demanda.

Investir em fontes renováveis de energia é, com certeza, uma excelente alternativa para tal questão, entretanto, exige um dispêndio econômico considerável antes de serem verificados os resultados. Por essa razão, recentemente tem-se discutido bastante sobre a busca por gestão e eficiência energética como modelos com um menor custo de implantação, e que geram impactos consideráveis na diminuição do consumo de muitas organizações.

O Brasil apresenta mais da metade da sua matriz energética alocada em recursos renováveis, com cerca de 68,1% da energia consumida advinda de hidroelétricas, segundo pesquisa da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) realizada no ano de 2016 [8], como pode-se ser avaliado na Figura 1.1. Ainda assim, atacar o problema do aumento do consumo por meio da eficiência energética é uma das melhores alternativas.

Figura 1.1 - Matriz elétrica brasileira no ano de 2016 segundo o EPE.



Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados da EPE.

Apesar de possuir mais da metade de sua matriz elétrica advinda de recursos renováveis, a necessidade de se atentar ao consumo ineficiente destes recursos se faz presente a cada ano que passa, principalmente quando se considerarmos todos os impactos provenientes da implantação de usinas hidroelétricas, por exemplo, que são hoje a maior fonte de energia elétrica do Brasil.

Tal questão é facilmente visualizada quando são consideradas as inúmeras ações necessárias para expansão da oferta, por meio da construção e implantação de novas fontes geradoras de energia elétrica. Considerando, por exemplo, investimentos em hidroelétricas, há uma enorme mobilização, um custo monetário elevado além de alguns anos para o pronto atendimento dos consumidores. Ademais, há impactos de ordem social, com o deslocamento da população local em caso de obras em locais habitados, e impactos ambientais a curto e longo prazo a serem considerados.

Avaliando pela perspectiva da eficiência energética, ações que priorizem a redução de custos podem ser implantadas com maior rapidez e os resultados são vistos imediatamente. Não há custos ambientais ou sociais, além de demandar um menor dispêndio financeiro.

Por essa razão a gestão com foco em redução de custos é hoje um tema presente em todas as organizações. A energia é um insumo indispensável para organizações, e representa um significativo custo - tanto para as empresas como para o ambiente e a gestão de energia feita de maneira eficiente pode trazer uma diminuição importante de custos nas empresas, bem como reduzir os impactos ambientais.

Um Sistema de Gestão de Energia tem como finalidade auxiliar às organizações a estabelecer os procedimentos necessários para melhorar a sua eficiência energética, conduzindo a reduções nos custos e nas emissões de gases com efeito estufa, através de uma gestão sistemática da energia.

Visando auxiliar as organizações a implantar um sistema de gerenciamento de energia eficaz e assim utilizar a energia elétrica de forma mais eficiente, a International Organization for Standardization (ISO) publicou em 2011 a ISO 50001 – Energy Management Systems – Requirements with guidance for use, traduzida e adotada no Brasil pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) sob a denominação ABNT NBR ISO 50001:2011 Sistemas de gestão da energia — Requisitos com orientações para uso. A ISO 50001 define um SGE como o “conjunto de elementos inter-relacionados ou interativos para estabelecer uma política energética e objetivos energéticos, e processos e procedimentos para atingir tais objetivos”. Essa norma serviu como base para este trabalho que compõe a segunda parte de uma pesquisa que tem como objetivo iniciar uma base para a realização de estudos que venham implementar

ações relacionadas a redução do consumo bem como o uso eficiente de energia elétrica no Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Goiás e conseqüentemente gastos e impactos ambientais, possibilitando também a criação de um Sistema de Gestão de Energia para o hospital.

A abordagem sistemática da ISO 50001:2011 permite dividir a implementação/aplicação do Sistema de Gestão de Energia em quatro fases [15].

- i. Diagnóstico do consumo de energia atual e identificação preliminar das oportunidades de conservação e redução de custos;
- ii. Definição das metas de redução de consumo e uso eficiente da energia e elaboração do plano de implementação das medidas levantadas;
- iii. Estabelecimento de procedimentos operacionais, formação e sensibilização dos envolvidos;
- iv. Definição dos indicadores a serem utilizados, monitoramento de desempenho e identificação de novas oportunidades.

Assim como nas empresas em geral, no setor hospitalar a gestão com foco em redução de custos deve ser uma realidade. O controle de custos é premissa básica para manutenção das atividades e fornecimento de serviços com a qualidade necessária ao setor de saúde e, sendo a energia elétrica uma das grandes fontes geradoras de custo para unidades hospitalares, faz-se necessária a gestão eficiente de energia inclusive nesse setor. A energia elétrica é responsável por manter em pleno funcionamento todos os sistemas e equipamentos que suportam o processamento da informação, as comunicações, os sistemas de segurança, as centrais de produção de ar comprimido e vácuo, bem como os procedimentos administrativos, procedimentos clínicos e atividades de manutenção da vida.

No entanto, a grande diversidade de atribuições e uma complexa tipologia de edificação fazem com que atender aos critérios de eficiência energética e sustentabilidade efetuando uma gestão de energia eficaz seja um desafio ainda mais complexo. A heterogeneidade desse setor torna difícil obter padrões característicos desse perfil de ambiente de saúde. Além disso, ao contrário de outros setores, como a indústria, ainda não existe um forte pensamento voltado para a eficiência energética nos hospitais, já que o quadro de profissionais é composto basicamente por profissionais de saúde. Essa falta de conhecimento contribui para o aumento do custo do insumo, com o pagamento de multas, tarifas de ultrapassagem e utilização de sistemas e tecnologias defasadas e pouco eficientes. O fortalecimento da presença das várias engenharias e arquitetura na concepção e como parte do quadro de gestão de unidades hospitalares, bem como a proximidade com Universidades, a fim de se utilizar o conhecimento

adquirido pelos alunos para desenvolver trabalhos que auxiliem no desenvolvimento sustentável da organização, bem como na melhoria do bem-estar da população atendida pela instituição, podem tornar esta tarefa menos árdua.

Considerando os objetivos e prazo para conclusão desse trabalho, dentre as fases para a construção de um SGE citadas, realizou-se o diagnóstico energético na Parte 1 e proposições de melhorias em eficiência energética nesta Parte 2. O foco nestas etapas justifica-se pelo prazo de conclusão desta pesquisa e de sua aderência ao campo da Engenharia Elétrica, visando a detectar aspectos com potencial de conservação em usos finais de energia elétrica e a propor medidas para minimizar o desperdício energético.

## Capítulo 2

### Gestão de energia como fator de sustentabilidade em unidades hospitalares

#### 2.1. Eficiência Energética e Gestão de Energia

A energia é um insumo indispensável para assegurar o desenvolvimento econômico e social de uma sociedade, e é empregada intensamente em tudo o que se faz, garantindo funcionalidade e bem-estar. Qualquer atividade executada em uma sociedade moderna só é possível com o uso de uma ou mais formas de energia. Surge então a necessidade de utilizá-la de modo inteligente e eficaz.

Utilizar a energia elétrica com eficiência significa combater o desperdício, consumindo apenas o necessário [6]. Em 2013, em entrevista ao Diário Econômico, Robert Tromop, então Coordenador da Unidade da Eficiência Energética da Agência Internacional de Energia, afirmou que “a eficiência energética pode reorientar a economia mundial”. Estima-se que a melhoria da eficiência energética pode levar à redução de mais de 17,5 bilhões de dólares, isso apenas na fatura de combustível. [16]

O uso eficiente da energia tem reflexos positivos não apenas do ponto de vista financeiro, mas também ambiental, contribuindo na diminuição de emissões de gases de efeito estufa e na preservação de recursos naturais.

A conscientização acerca da necessidade de reduzir o consumo de energia elétrica no Brasil cresceu rapidamente a partir do início do século XXI, época em que a falta de investimentos públicos nos setores de energia aliados a escassez de recursos hídricos colocara em risco a demanda de energia elétrica disponível no país. As empresas, em especial, passaram a olhar então o gerenciamento de energia elétrica como um grande aliado na redução de custos e aumento da confiabilidade e qualidade desse produto. Buscando implementar medidas energéticas eficazes, otimizar investimentos de capital, se beneficiar de tarifas menores e impedir que custos adicionais em suas contas de energia aconteçam, diferentes organizações têm mostrado um grande interesse na implantação de um Sistema de Gestão de Energia (SGE). [2]

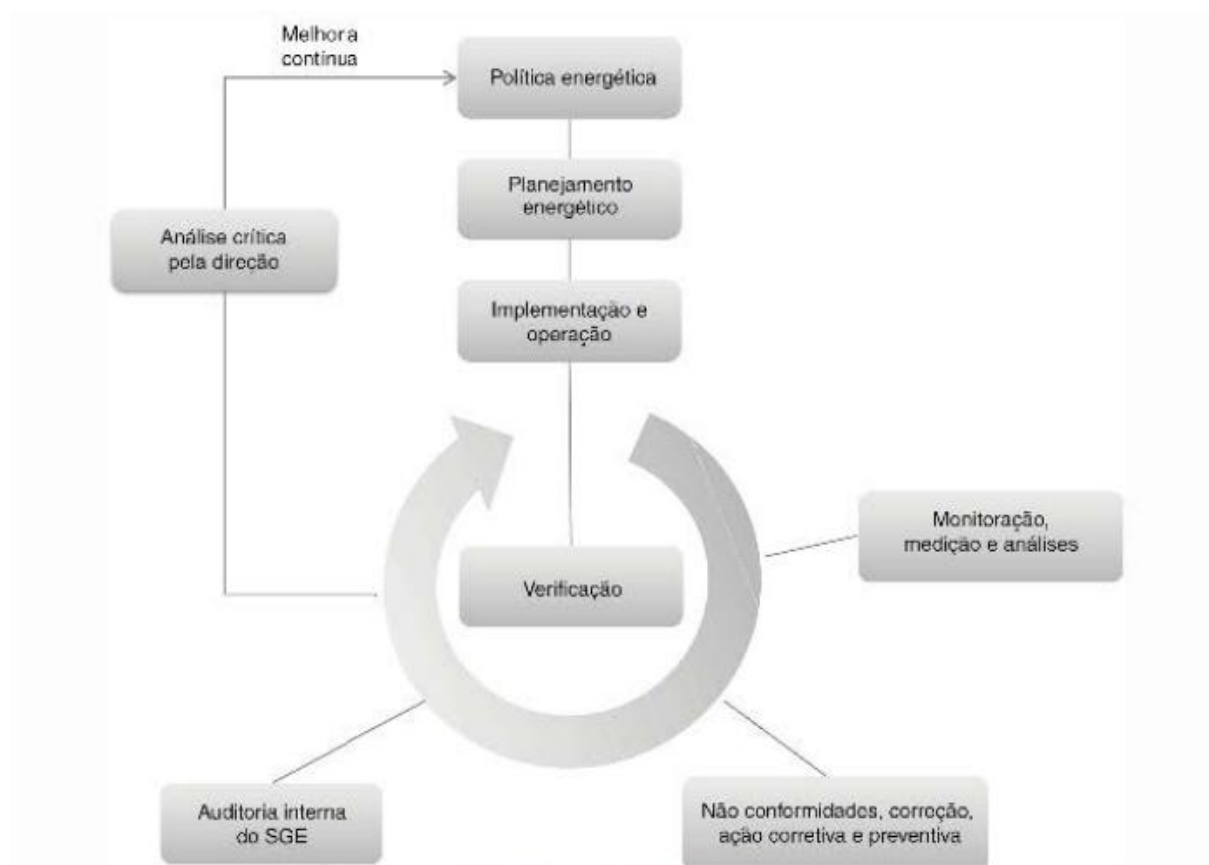
Visando auxiliar as organizações a implantar um sistema de gerenciamento de energia eficaz e assim utilizar a energia elétrica de forma mais eficiente, a *International Organization for Standardization (ISO)* publicou em 2011 a *ISO 50001 – Energy Management Systems – Requirements with guidance for use*, traduzida e adotada no Brasil pela Associação Brasileira

de Normas Técnicas (ABNT) sob a denominação ABNT NBR ISO 50001:2011 Sistemas de gestão da energia — Requisitos com orientações para uso.

Um Sistema de Gestão de Energia tem como finalidade auxiliar às organizações a estabelecer os procedimentos necessários para melhorar a sua eficiência energética, conduzindo a reduções nos custos e nas emissões de gases com efeito estufa, através de uma gestão sistemática da energia. A ISO 50001 define um SGE como o “conjunto de elementos inter-relacionados ou interativos para estabelecer uma política energética e objetivos energéticos, e processos e procedimentos para atingir tais objetivos.”

O sistema proposto pela norma baseia-se na estrutura de melhoria contínua *Plan-Do-Check-Act* (PDCA). Essa abordagem, ilustrada na figura 2.1, permite que as organizações levantem e tratem dados, o que leva à identificação de situações que podem ser corrigidas ou melhoradas ao nível do seu desempenho energético.

Figura 2.1 – Modelo de Sistema de Gestão de Energia Proposto pela ISO 50001



Fonte: ABNT NBR ISO 50001:2011 Sistemas de gestão da energia — Requisitos com orientações para uso

De acordo com essa norma:

No contexto da gestão da energia, a abordagem PDCA pode ser descrita como segue:

- *Plan* (Planejar): executar a revisão energética e estabelecer a linha de base, indicadores de desempenho energético (IDEs), objetivos, metas e planos de ação necessários para obter resultados que levarão à melhoria de desempenho energético em conformidade com a política energética da organização.

- *Do* (Fazer): implementar os planos de ação da gestão da energia.

- *Check* (Verificar): monitorar e medir processos e características principais de operações que determinam o desempenho energético em relação à política e objetivos energéticos, e divulgar os resultados.

- *Act* (Agir): tomar ações para melhorar continuamente o desempenho energético e o SGE. (ABNT NBR ISO 50001:2011)

A abordagem sistemática da ISO 50001:2011 permite dividir a implantação do sistema em quatro fases. A primeira fase compreende a definição do cenário atual através da identificação dos usos da energia elétrica, bem como a determinação do perfil de consumo e desempenho energético atuais. Deve ser feita a identificação preliminar das oportunidades de conservação e redução de custos. Após o levantamento de informações, identificação de oportunidades e análise das mesmas, um plano de implantação das ações deverá ser elaborado na segunda fase. Devem ser definidos os objetivos e metas bem como a determinação do desempenho energético que se deseja atingir. Na terceira fase deve ocorrer a transformação proposta, por meio do estabelecimento de procedimentos operacionais, formação e sensibilização dos envolvidos. Por fim, na quarta fase é feito o monitoramento de desempenho e são definidos os indicadores a serem utilizados e é feita a coleta e análise de dados, e, ainda, novas oportunidades deverão ser identificadas por meio da análise crítica de todo o conjunto de informações. [12]

Um Sistema de Gestão de Energia bem implantado proporciona diversos benefícios à organização, tais como:

- i. Redução de custos com energia e vida útil de equipamentos;
- ii. Melhoria da eficiência operacional;
- iii. Redução da emissão de gases de efeito estufa;
- iv. Existência de dados relativos a energia para auxílio na tomada de decisões estratégicas;
- v. Política para o uso mais eficiente de energia envolvendo até a alta administração;
- vi. Integração com sistemas de gestão existentes;
- vii. Redução de impactos ambientais;

- viii. Metas para redução de consumo de energia;
- ix. Rateio de custos setorizados e transparência dos consumos de energia por departamentos;
- x. Determinação dos aspectos que apresentaram maior potencial de redução de consumo;
- xi. Demonstração clara de responsabilidade social corporativa;
- xii. Vantagens competitivas sobre as empresas que negligenciam a gestão de recursos;
- xiii. Minimização das situações de risco devido a desvios no consumo de energia além da identificação e correção dos desvios;
- xiv. Previsão do consumo de energia;
- xv. Melhoria contínua do perfil de uso da energia, etc.

Em suma, a gestão com foco em redução de custos é hoje um tema presente em todas as organizações. A energia é fundamental para organizações, e representa um significativo custo - tanto para as empresas como para o ambiente - e a gestão de energia feita de maneira eficiente pode trazer uma diminuição importante de custos nas empresas, bem como reduzir os impactos ambientais.

O SGE proposto na norma é aplicável a organizações de qualquer setor, público ou privado, independentemente do tamanho ou atividade que exerça.

Desde o início deste século, quando diversas entidades começaram a reconhecer a necessidade de se criar uma resposta eficiente para os problemas relacionados à crescente populacional, à escassez de recursos energéticos e às desordens ambientais, a questão sobre uma gestão energética eficiente vem sendo discutida como a melhor alternativa para minimizar todos estes agravantes de forma sistemática e eficiente. A ISO 50001 foi desenvolvida como um padrão de gestão de energia capaz de orientar empresas e organizações no desenvolvimento de metas e planos de ação capazes de gerar grande impacto na redução dos custos com energia, desperdícios e impactos ambientais.

A NBR ISO 50001 garante a estrutura necessária para que organizações em geral implementem o Sistema de Gestão de Energia. Entretanto, vale ressaltar a importância de profissionais qualificados e peritos de fora da organização para uma aplicação adequada da norma. É necessário que empresas que desejam investir no SGE busquem por profissionais conhecedores da dinâmica da norma e sua integração harmoniosa com a cultura organizacional da empresa, além de possuírem habilidades para identificar e propor projetos de eficiência energética.

Normalmente o mercado oferece profissionais com tais habilidades isoladas, o que dificulta a implementação de um SGE eficaz. Usualmente, encontramos aqueles que são altamente

capacitados em gestão, mas não são treinados na tarefa de identificar dentro da organização os principais vilões da eficiência energética e agir sobre eles através de ações concretas. A recíproca também ocorre, com profissionais habilidosos em eficiência energética, mas com pouco ou nenhum conhecimento em gestão de energia. Um profissional que consegue unir ambas habilidades, gestão e eficiência energética, seria o mais indicado para prestar a assistência técnica que uma empresa necessita, quando busca melhoria no desempenho energético.

Implantar um programa de eficiência energética traz benefícios não somente para o local onde é aplicado, mas também para o meio ambiente, com a redução da emissão de gases causadores do efeito estufa, além de diminuir a necessidade de expansão do setor energético através da construção de novas usinas, por exemplo.

## **2.2. A importância da gestão de energia em unidades hospitalares**

Assim como nas empresas em geral, no setor hospitalar a gestão com foco em redução de custos deve ser uma realidade. O controle de custos é premissa básica para a manutenção das atividades e fornecimento de serviços com a qualidade necessária ao setor de saúde. [1]

Os gestores de uma instituição de saúde precisam ter em suas mãos a gestão de custos hospitalares de forma efetiva. Interligar informações relativas à gestão dos insumos, seu estoque, práticas internas e rotinas financeiras e burocráticas é um dos pontos mais importantes para garantir a visão sistêmica que traz a otimização e, como consequência, a redução de custos. Esses dados são uma ferramenta de suporte à tomada de decisão gerencial e estratégica. A gestão de custos vai apontar os principais gargalos da instituição.

Após as décadas de 80 e 90, os hospitais ficaram sujeitos ao “boom” tecnológico que surgiu na área da saúde, bem como um grande desenvolvimento de equipamentos de eletromedicina, sistemas e tecnologias da informação que atualmente são necessários para manter em funcionamento os hospitais, o que, combinado com seu regime de funcionamento 24 horas, tornou o consumo de energia elétrica uma das grandes fontes geradoras de custo para unidades hospitalares [10]. Com grande diversidade de atribuições e uma complexa tipologia de edificação, as unidades hospitalares podem ser consideradas grandes consumidoras de eletricidade, produto que se caracteriza como insumo vital para a realização das atividades da unidade [4]. A energia elétrica é responsável por manter em pleno funcionamento todos os sistemas e equipamentos que suportam o processamento da informação, as comunicações, os sistemas de segurança, as centrais de produção de ar comprimido e vácuo, bem como os

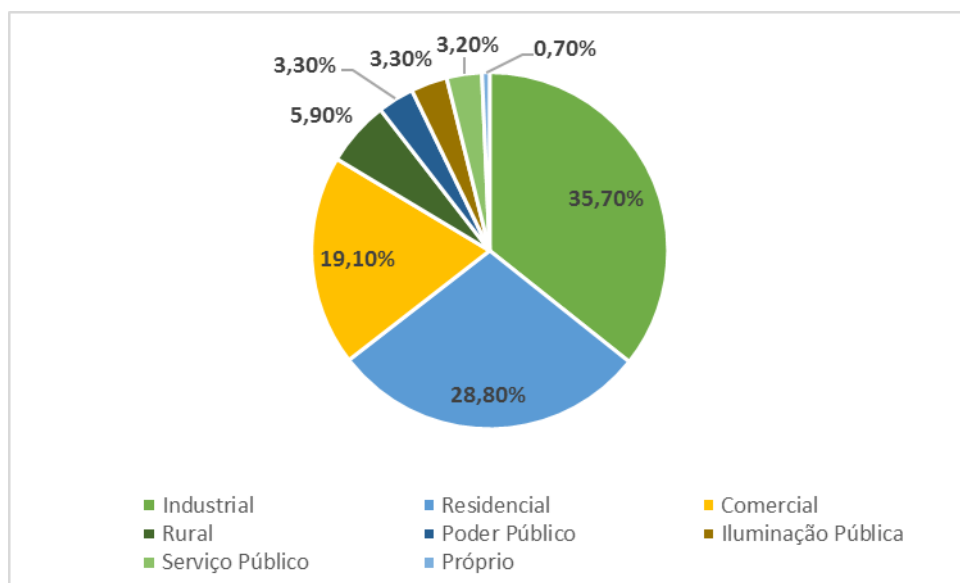
procedimentos administrativos, procedimentos clínicos e atividades de manutenção da vida.

Segundo FARIA, 2014

As edificações hospitalares são de natureza complexa em função das necessidades intrínsecas do setor de saúde que prima pelo conforto ambiental, mas também pelo o máximo grau de assepsia e com a utilização de equipamentos da mais alta tecnologia possível, em todos os segmentos internos, a fim de garantir o melhor atendimento possível à saúde da população atendida. Dessa forma, a demanda por energia, principalmente a energia elétrica é alta e deve ser contínua nesses ambientes. (FARIA, 2014, p.1)

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE) caracteriza as instalações hospitalares como consumidores do setor comercial. Segundo dados do Anuário Estatístico de Energia Elétrica elaborado pela EPE, com ano base 2016, esse segmento representa a terceira maior parcela de consumo de energia elétrica no país, conforme ilustra a figura 2.2. [9]

Figura 2.2 – Participação por setor no consumo de energia do país em 2016

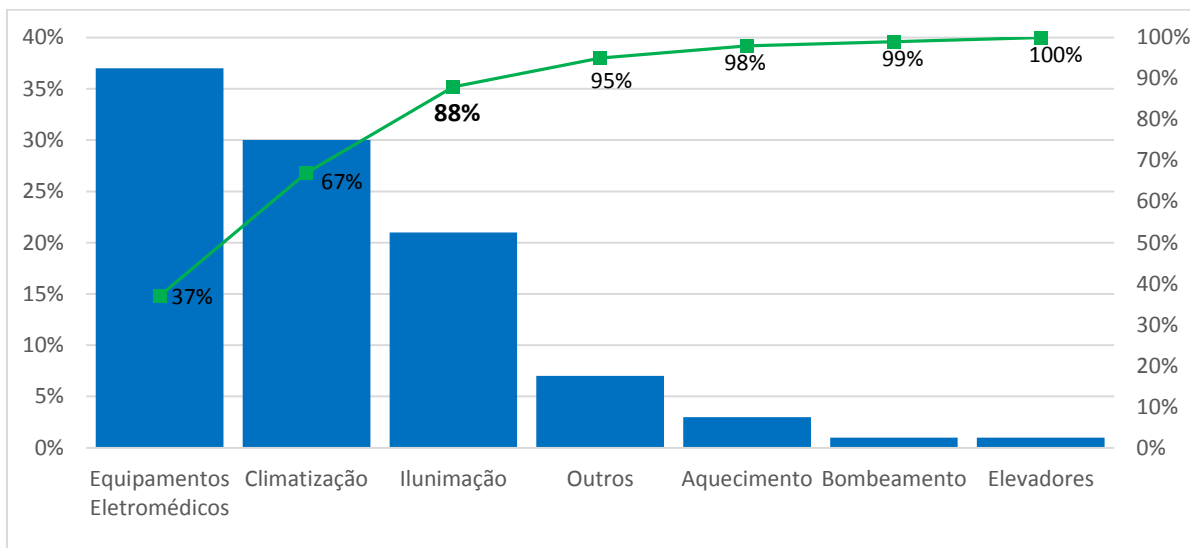


Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados de EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2017 – Ano base 2016. Rio de Janeiro, 2017.

Um estudo elaborado pela Eletrobrás, publicado em 2008, aponta que, em média, o consumo de energia elétrica representa 12,5% dos custos operacionais totais de um hospital. O estudo envolveu 141 hospitais/clínicas distribuídos em todas as cinco regiões do país. Apenas 13,2% dos hospitais pesquisados indicaram a existência de uma Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE) ou de algum outro grupo que tenha como atribuição analisar o desempenho energético da instalação. O mesmo estudo aponta os equipamentos eletromédicos, climatização e a iluminação como os maiores consumidores finais de energia elétrica em

hospitais e clínicas, sendo responsáveis por 88% do consumo total, conforme mostra a figura 2.3. [7]

Figura 2.3 – Distribuição do consumo de energia elétrica em hospitais e clínicas



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados de ELETROBRÁS. Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso – Ano Base 2005 – Classe Comercial Alta Tensão – Relatório Brasil. Rio de Janeiro, 2008.

Outra pesquisa, feita em 16 hospitais de diferentes portes no estado do Rio Grande do Sul, elaborada pelo Grupo de Eficiência Energética da PUCRS e publicada em 2008, aponta o consumo de energia elétrica como responsável por 23,7% dos gastos com operação e manutenção de um hospital. [5]

De acordo com Francisco Balestrin, presidente da Associação Nacional de Hospitais Privados “o aumento da preocupação dos brasileiros com a saúde, somado ao processo de envelhecimento populacional do País são fatores importantes, capazes de impulsionar o crescimento do setor” [3]. O envelhecimento da população e o aumento da incidência de doenças crônicas elevam a demanda por serviços de saúde e a complexidade dos casos atendidos, fortalecendo o crescimento do setor hospitalar e levando a um aumento do número de pacientes potenciais que os hospitais deverão atender e, por conseguinte, aumentando o consumo de energia do setor.

O gerenciamento energético é uma ação indispensável na identificação de oportunidades de melhoria do desempenho energético das instalações hospitalares. A ausência da mesma enseja um potencial expressivo para a aplicação de medidas de melhoria da eficiência energética das mesmas [11]. No entanto, diante da complexidade das edificações hospitalares, atender aos critérios de eficiência energética e sustentabilidade torna-se um desafio ainda mais complexo.

A heterogeneidade desse setor torna difícil obter padrões característicos desse perfil de ambiente de saúde. Além disso, ao contrário de outros setores, como a indústria, ainda não existe um forte pensamento voltado para a eficiência energética nos hospitais, já que o quadro de profissionais é composto basicamente por profissionais de saúde. Essa falta de conhecimento contribui para o aumento do custo do insumo, com o pagamento de multas, tarifas de ultrapassagem e utilização de sistemas e tecnologias defasadas e pouco eficientes.

Segundo o engenheiro clínico e consultor, Luiz Flávio Brito, em reportagem do Procel Info [14]

“O que vai facilitar a gestão energética com certeza é o fortalecimento da presença das várias engenharias e da arquitetura na concepção dos hospitais e incorporar isso no dia a dia dessas unidades. E aí vem o papel das escolas, das indústrias, e o Brasil vem crescendo nessa área. Temos técnicos em equipamentos biomédicos, temos os tecnólogos em sistemas biomédicos, os engenheiros biomédicos, os especialistas em engenharia clínica, e mestres e doutores nessa área do conhecimento que vem se apropriando desse segmento. Agora isso pode ser profissionalizado, sistematizado em nível governamental ainda você coloca ainda milhares de estabelecimentos assistenciais de pequeno e grande porte o ganho é gigantesco. Uma saúde mais consciente do ponto de vista energético. É mais saúde com menos quilowatt-hora”. (apud REIS, 2015)

## Capítulo 3

### Sugestões preliminares para a melhoria da eficiência energética da organização

Na Parte 1 desta pesquisa foi realizado um levantamento por inspeção, em que o consumo de energia do HC-UFG foi analisado com base em três grupos de equipamentos elétricos separadamente: iluminação, climatização e equipamentos essenciais para as atividades médicas.

No que se refere aos dados obtidos com os levantamentos de potência instalada de iluminação e equipamentos essenciais para as atividades médicas, o Centro de Referência em Oftalmologia (CEROF) foi o setor responsável por apresentar maior consumo de energia elétrica em ambos. Já na análise sobre climatização, o CEROF aparece na segunda posição como maior consumidor, atrás apenas do Centro Avançado de Diagnostico da Mama (CORA).

Por meio da inspeção in loco foi possível encontrar justificativas para tais fatos, uma vez que os prédios onde estão instalados o CEROF e o CORA, são ambos prédios com três pavimentos, apresentando vários consultórios médicos, salas de exame e, no caso do CEROF, um centro cirúrgico próprio. Todos esses vários ambientes exigem boa iluminação, além de serem quase todos climatizados, justificando o elevado consumo dos setores. Além disso, o CEROF é um centro de referência em oftalmologia no Brasil, e trabalha com exames e equipamentos médicos diversos e de alta tecnologia, exigindo um maior consumo de energia elétrica.

Figura 3.1 – Vista do prédio do Centro de Referência em Oftalmologia (CEROF)



*Fonte: Imagem capturada pelos autores.*

Figura 3.2 – Vista do prédio Centro Avançado em Diagnósticos da Mama.



*Fonte: Imagem capturada pelos autores.*

Nesta seção, procura-se, de forma simples e acessível, a partir da definição do perfil de consumo de energia elétrica do hospital e dos dados analisados na Parte 1 deste trabalho, constituir um guia com sugestões práticas preliminares para a melhoria da eficiência energética do Hospital das Clínicas, bem como sugestões de pesquisas a serem realizadas pela Escola de Engenharia Elétrica da UFG em parceria com o hospital, o que, além de auxiliar no desenvolvimento sustentável da organização e na melhoria do bem-estar da população atendida pela instituição, proporciona um maior desenvolvimento do conhecimento adquirido pelos alunos na Universidade.

É importante ressaltar que, tão importante quanto o tratamento de equipamentos e a tomada de medidas estruturais que possam proporcionar a redução do consumo de energia, é a orientação e conscientização de funcionários, colaboradores e pacientes sobre o uso racional da energia. Tentar mudar os hábitos das pessoas pode ser difícil, mas há várias estratégias que podem ser adotadas para alcançar esses objetivos. Podem ser realizadas campanhas educativas e palestras sobre o tema, tanto de forma presencial quanto através da mídia digital e redes sociais ou com mídia impressa, com informativos como cartilhas de utilização consciente da energia elétrica e lembretes adesivos próximos a interruptores, computadores e aparelhos de ar condicionado a respeito do tema. Nenhuma ação tomada a fim de otimizar o uso da energia será tão eficaz se o consumidor por trás do uso final agir de forma inconsequente.

### 3.1 – Cargas de iluminação

A iluminação figura como uma das maiores fontes consumidoras de energia elétrica, e o uso de tecnologias eficientes pode suavizar o impacto desse consumo, como, por exemplo, a substituição das luminárias convencionais por artefatos com fundo em alumínio anodizado ou a substituição das lâmpadas fluorescentes por lâmpadas LED.

Conforme exposto anteriormente na Parte 1 deste estudo, o levantamento das cargas de iluminação do Hospital das Clínicas da UFG havia sido realizado recentemente pelo setor de Infraestrutura do mesmo. De posse dos dados fornecidos pelo setor, foi possível verificar que o HC-UFG ainda conta com uma potência instalada de lâmpadas fluorescentes de 125,26 kW, sendo 228 lâmpadas fluorescentes de 14 W, 40 de 15 W, 360 de 16 W, 74 de 20 W, 922 de 28 W, 2043 de 32 W e 576 de 40 W instaladas no hospital, totalizando 4 243 lâmpadas fluorescentes instaladas responsáveis pelo consumo de 42 666,72 kWh.

A fim de se fazer uma estimativa do quanto se poderia economizar com a substituição do restante das lâmpadas fluorescentes instaladas por lâmpadas LED, utilizou-se uma tabela de substituição de lâmpadas que mostra lâmpadas LED equivalentes aos demais tipos de lâmpadas disponíveis no mercado [31]. Para efeitos de análise, como a maioria das lâmpadas das instalações são lâmpadas tubulares, considerou-se que todas as lâmpadas levantadas são desse mesmo tipo.

Assim, as lâmpadas fluorescentes de 14 W, 15 W, 16 W e 20 W poderiam ser substituídas por lâmpadas LED de 10 W, lâmpadas fluorescentes de 28 W poderiam ser substituídas por lâmpadas LED de 15 W e lâmpadas fluorescentes de 32 W e 40 W poderiam ser substituídas por lâmpadas LED de 20W. As 4 243 lâmpadas substituídas passariam a contabilizar uma potência instalada de 73,23 kW, responsável pelo consumo mensal de 24 872,40 kWh, isto é, substituindo as lâmpadas fluorescentes por lâmpadas LED, obter-se-ia uma redução de 41,5% na potência instalada com consequente economia de 41,7% no consumo de energia, em relação ao cenário atual.

Outro método que também poderia auxiliar na redução desse consumo é o aproveitamento da luz natural, além da análise da disposição das luminárias, o que, além proporcionar economia de energia, pode trazer benefícios em termos de qualidade do serviço prestado. Além disso, utilizar cores claras em paredes e mobiliários e manter sempre limpas paredes, tetos e pisos são alguns fatores de baixo custo que ajudam a refletir melhor a luz. Em ambientes com divisórias que não puderem ser totalmente removidas, pode-se instalar divisórias mais baixas para permitir o uso da luz nas áreas adjacentes.

Ao se pensar em alterar a disposição e o tipo das luminárias, bem como escolher as novas

potências de lâmpadas, é necessário executar o cálculo luminotécnico a fim de atender os níveis mínimos de iluminação exigidos pelas normas vigentes e garantir a qualidade do ambiente. Ao se realizar esses estudos, devem ser calculados o novo consumo e a nova demanda de energia elétrica. Diante dos dados analisados, recomenda-se a realização desses estudos nos setores citados na Parte 1 desde estudo como responsáveis por 50% do consumo de energia elétrica por iluminação: CEROF, Pronto Socorro Adulto, Imaginologia, Centro Cirúrgico, Clínica Cirúrgica, Clínica Pediátrica, Pronto Socorro Infantil e CME Unidade Cirúrgica.

Figuras 3.1.1 – Detalhe da iluminação de corredores do HC-UFG



*Fonte: Imagem capturada pelos autores.*

### **3.2 – Cargas de equipamentos**

Na Parte 1 deste estudo foi realizado o levantamento das cargas instaladas no que tange a equipamentos essenciais para as atividades médicas. Foram avaliados os 35 setores apontados pela Infraestrutura do HC-UFG como responsáveis pelos maiores consumos, considerando a potência dos equipamentos instalados no setor e sua frequência de utilização. Observou-se na análise do consumo de energia por equipamentos utilizados na realização das atividades do hospital que a maior parte do consumo está concentrada em equipamentos auxiliares, como estabilizadores de tensão, monitores e CPUs.

Na realização do levantamento por inspeção, foram realizadas também entrevistas com os responsáveis pelos setores visitados, nas quais constatou-se que muitas vezes os equipamentos citados acima não são utilizados de maneira eficiente quanto ao consumo de energia. O fato se deve basicamente a falta de informação dos funcionários e colaboradores de como operar corretamente de maneira eficiente seus equipamentos. O gasto excedente de energia é verificado principalmente na utilização de computadores os quais permanecem ligados sem necessidade durante os horários das refeições e reuniões, bem como nos longos períodos em que o operador se ausenta do local de trabalho, quando, por exemplo, as enfermeiras deixam os postos de enfermagem para o atendimento aos pacientes.

Assim, se faz necessária a conscientização dos usuários a respeito do uso consciente dos equipamentos de informática. Sugere-se a implantação de um sistema de informação constante, por meio de comunicação interna dos funcionários, e até mesmo fazendo uso da intranet do HC-UFG fornecendo informações de forma periódica, para garantir que os funcionários estejam sempre cientes da política de eficiência energética do hospital e trabalhem de forma a colaborar com tais medidas.

Em se tratando dos equipamentos médicos, a gestão energética torna-se mais complexa. Estes equipamentos são específicos para realização de exames, cirurgias, aplicação de medicamentos, entre outros procedimentos médicos dos quais não se pode estabelecer um controle específico de utilização.

Levando tais fatores em consideração, a gestão energética destes equipamentos tem como base a manutenção periódica dos aparelhos médicos, garantindo o funcionamento eficiente, além da substituição de alguns equipamentos antigos e de tecnologia ultrapassada, por versões mais recentes e econômicas. A aquisição de equipamentos modernos e de alta tecnologia reduzem o tempo de realização dos exames e demais procedimentos, garantindo uma expressiva redução do consumo de energia.

Em casos de equipamentos que são utilizados para exames médicos que são agendados com antecedência, propõe-se um estudo sobre a possibilidade de remanejamento destes exames para horários fora de ponta e fora do horário reservado. Nestes períodos o valor do kwh aumenta, e uma modificação do consumo nestes horários específicos pode causar um impacto considerável na redução do valor da fatura de energia elétrica.

### 3.3 – Cargas de equipamentos de climatização

O sistema de climatização do HC-UFG representou cerca de 49% do consumo energético do hospital, como avaliado na Parte 1. Sendo uma parcela tão expressiva, a gestão energética desses equipamentos se faz extremamente necessária e urgente.

Inicialmente, medidas simples como a isolamento adequada dos ambientes climatizados, com portas e janelas devidamente fechados evitando trocas de calor, a conscientização dos usuários para o desligamento do sistema quando o ambiente não estiver sendo utilizado e a manutenção adequada, são medidas que já causam impacto no consumo.

Medidas que exigem um pouco mais de investimento, como a automatização dos sistemas para que, em temperatura adequada, ocorra o desligamento dos aparelhos também podem ser implantadas. Além da substituição de aparelhos antigos por aparelhos novos com selo de eficiência PROCEL.

Um sistema de climatização tem por objetivo manter a temperatura de um ambiente agradável para o conforto térmico de seus ocupantes e, por essa razão, outra proposta sugerida são estudos sobre conforto térmico e carga térmica. para que seja possível determinar as quantidades de calor que devem ser retiradas dos ambientes analisados, a fim de se obter o conforto dos ocupantes. Estes estudos possibilitam um melhor dimensionamento de potência a ser instalada, evitando o consumo exagerado de energia pela instalação de equipamentos com potência superior a realmente necessária.

Figura 3.3.1 – Detalhe dos equipamentos de climatização da sala de espera do CEROF.



*Fonte: Imagem capturada pelos autores*

### 3.4 - Energia solar

A energia solar fotovoltaica é obtida por meio conversão direta da radiação solar em energia elétrica através do efeito fotovoltaico. Sistemas fotovoltaicos além de apresentarem impactos ambientais mínimos, possuem a vantagem de possuir flexibilidade em sua instalação, uma vez que podem ocupar áreas como estacionamentos e telhados. Além disso, o estado de Goiás localiza-se em uma região privilegiada em relação a incidência de radiação solar, o que garante uma maior e mais eficiente geração de energia por meio desse sistema.

No mês de junho de 2018, como parte de um plano de sustentabilidade, a Universidade Federal de Goiás em parceria com a ENEL Distribuição, inaugurou uma árvore solar, no campus samambaia da instituição, de 11 metros [16]. Árvores semelhantes já haviam sido instaladas também no campus do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG) [13]. A estrutura presente na UFG é composta por dez folhas onde estão instalados dez painéis fotovoltaicos que, juntos, geram uma média de 300kW/h mês. A árvore solar é mais um demonstrativo das vantagens em adotar fontes renováveis como forma de diminuir os impactos ambientais e financeiros causados pelas fontes energéticas populares, principalmente para grandes consumidores como hospitais públicos.

Figura 3.4.1- Árvore solar instalada no campus do IFG

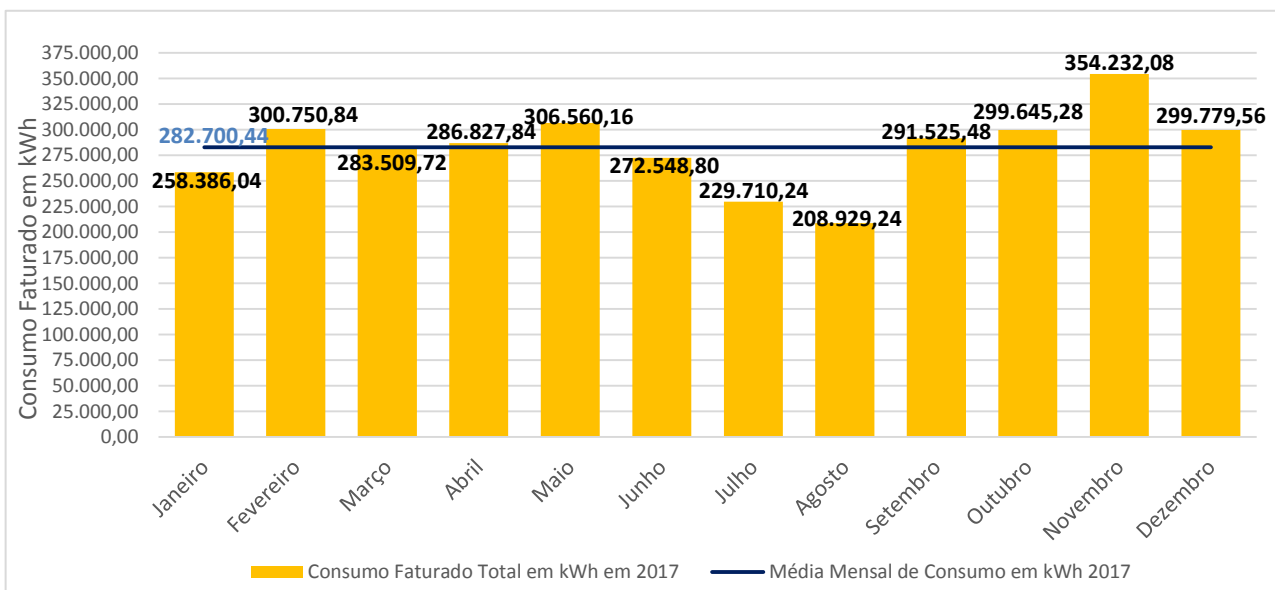


Fonte: Instituto Federal de Goiás [13]

Considerando o sucesso destes empreendimentos, e avaliando o consumo e a estrutura física do Hospital das Clínicas, uma das sugestões do presente trabalho é a implantação de um sistema de geração fotovoltaica, onde seria possível reduzir o consumo com energia elétrica do hospital em cerca de 10%.

Foi realizado um orçamento, juntamente com uma empresa especializada, buscando sugerir a instalação de um sistema de geração fotovoltaica que permitisse a geração de cerca de 10% do consumo médio mensal do hospital, considerando o ano de 2017 como base. A figura 3.5.2 e a Tabela 3.5.1 detalham o consumo lido por mês no ano de 2017 e os valores das faturas em cada mês do mesmo ano [15].

Figura 3.4.2 – Detalhamento do consumo faturado por mês no ano de 2017.



Fonte: *Gestão de energia em unidades hospitalares: Estudo de caso do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Goiás – Parte 1.*

Na Parte 1 desta pesquisa foi realizado o levantamento do consumo faturado por mês no ano de 2017. Observou-se o maior consumo no mês de novembro com 354 232,08kWh, e o menor consumo no mês de agosto com 208 929,24kWh. Calculando a média mensal considerando os doze meses obteve-se o valor de 282 700,44 kWh, que foi utilizado como base para o cálculo do orçamento objetivando reduzir em 10% este valor.

Tabela 3.4.1 – Despesas do HC-UFG com energia no ano de 2017

| <b>Mês/Ano de Referência</b> | <b>Valor da Fatura</b>  |
|------------------------------|-------------------------|
| jan/17                       | R\$ 105.263,19          |
| fev/17                       | R\$ 117.270,50          |
| mar/17                       | R\$ 116.937,14          |
| abr/17                       | R\$ 126.809,53          |
| mai/17                       | R\$ 128.275,07          |
| jun/17                       | R\$ 120.696,14          |
| jul/17                       | R\$ 119.439,27          |
| ago/17                       | R\$ 95.061,89           |
| set/17                       | R\$ 115.237,68          |
| out/17                       | R\$ 87.798,99           |
| nov/17                       | R\$ 184.518,42          |
| dez/17                       | R\$ 152.504,57          |
| <b>TOTAL</b>                 | <b>R\$ 1.469.812,39</b> |
| <b>MÉDIA MENSAL</b>          | <b>R\$ 122.484,37</b>   |

*Fonte: Gestão de energia em unidades hospitalares: Estudo de caso do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Goiás – Parte 1.*

As tabelas XX e XX abaixo apresentam as características aproximadas de um sistema de geração fotovoltaica, elaborado levando em consideração as características do HC-UFG e o objetivo de reduzir 10% do consumo médio mensal de energia elétrica do hospital. Abaixo também é apresentada uma tabela contendo as descrições dos equipamentos necessários para a instalação do sistema. Todos os dados foram fornecidos pela empresa solicitada e o orçamento detalhado encontra-se no anexo do presente trabalho.

Tabela 3.4.2 – Características dos equipamentos do sistema sugerido pela empresa.

| <b>EQUIPAMENTO</b>          | <b>DESCRIÇÃO</b>   | <b>QUANTIDADE</b> |
|-----------------------------|--|-------------------|
| <b>MÓDULOS</b>              | Canadian Solar 144 Cells 345 W Poly-Si - 1500V-Ku                        | 660               |
| <b>INVERSORES</b>           | SUNGROW SOLAR INVERTER 60KW - 1MPPT - DC SWITCH .DPSII E FUSIVES INCLUSO | 3                 |
| <b>ESTRUTURA DE FIXAÇÃO</b> | Alumínio   | 1                 |

*Fonte: DUSOL engenharia sustentável [Anexo1].*

Tabela 3.4.3 – Características do sistema fotovoltaico sugerido.

| <b>Características do sistema fotovoltaico sugerido</b> |                     |
|---|---------------------|
| Potência do sistema                                     | 227,70KWp           |
| Área ocupada  | 1320 m <sup>2</sup> |

*Fonte: DUSOL engenharia sustentável [Anexo1].*

O cálculo de geração de energia é baseado na irradiação solar média dos últimos anos, segundo uma base de dados do INPE, por esse motivo pode sofrer variações de acordo com o mês do ano e devido a fatores meteorológicos específicos de cada ano. Desta forma, a energia média gerada pelo sistema pode variar para mais ou para menos dependendo da incidência de radiação solar.

Para uma economia de cerca de 10% no consumo, avaliado como 282 700,44kWh no ano de 2017, o hospital necessitaria gerar um mínimo de 28.270KWh em média por mês. A proposta apresentada pela empresa consultada, sugere uma geração média de 28.654,02KWh, o que traria uma economia média mensal de aproximadamente R\$ 12.034,64. Por ano essa economia pode chegar a R\$ 144.415,68.

Tabela 3.4.4 - Estimativa média de geração proposta.

|   |                      |
|---|----------------------|
| <b>Energia média gerada pelo sistema FV</b> | <b>28.654,02 kWh</b> |
| <b>Economia média mensal (R\$ 0,42/kWh)</b> | <b>R\$ 12.034,69</b> |

*Fonte: DUSOL engenharia sustentável [Anexo1].*

O hospital apresenta algumas áreas com possibilidade de implantação do sistema, como telhados e o próprio estacionamento, e também apresenta áreas com a possibilidade de instalação de uma árvore solar como a instalada no Campus Samambaia da Universidade Federal de Goiás.

## Capítulo 4

### Conclusão

Este trabalho compõe a segunda parte de uma pesquisa elaborada com o intuito de apresentar a importância da eficiência energética para se obter um consumo consciente e sustentável de energia elétrica dentro de instituições hospitalares. Buscou-se também fornecer uma base de dados e análises para a realização de pesquisas e estudos que, futuramente possam viabilizar a implantação das ações relacionadas a redução do consumo apresentadas especificamente para o Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Goiás.

A Parte 2 desta pesquisa manteve seu foco na segunda fase da abordagem sistemática da ISO 50001. Com base na análise dos dados obtidos anteriormente na Parte 1 e também através de visitas a todos os setores estudados nesta pesquisa, associados a entrevistas com os funcionários responsáveis por cada setor, foi possível elaborar estratégias de redução de consumo e uso eficiente da energia elétrica no Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Goiás, além de propor metas de redução por meio de fontes energia alternativas.

As estratégias para redução do consumo e uso eficiente da energia elétrica foram apresentadas com base nos três grupos de equipamentos elétricos estudados na Parte 1. Primeiramente, apresentou-se as estratégias para as cargas de iluminação. Foi realizada uma estimativa de quanto se reduziria no consumo se todas as lâmpadas fluorescentes remanescentes do hospital fossem substituídas por lâmpadas LED e, como resultado, obteve-se uma economia de 41,7% do consumo de energia em relação ao cenário atual, com redução de aproximadamente 41,5% da potência de iluminação instalada.

O segundo grupo ao qual foram apresentadas medidas de redução de consumo e uso eficiente da energia elétrica foi o de cargas de equipamentos essenciais para atividades médicas. Neste grupo existe o impasse de que alguns equipamentos são utilizados para exames, cirurgias e outros procedimentos médicos e por isso possuem a frequência e horário de utilização difíceis de serem previstos, uma vez que dependem da demanda de pacientes. Sugeriu-se então, que setores mais flexíveis e com possibilidade de agendamento de exames, o fizessem em horários fora do horário de ponta e horário reservado, onde o valor do kWh é menor. Ademais, a manutenção periódica e substituição de equipamentos de tecnologia ultrapassada também foram sugeridos.

No que se refere as cargas dos equipamentos de climatização, responsáveis por 49% do consumo do HC-UFG foram expostas como alternativas a automatização do sistema de

climatização, a manutenção periódica dos equipamentos e substituição dos mais antigos, além de soluções relacionadas a estudos de conforto térmico.

Sob uma ótica geral e, avaliando as cargas do HC-UFG como um todo, uma das estratégias mais importantes para redução do consumo e que possui aplicação simples podendo ser realizada de imediato com impactos sendo notados instantaneamente, é a conscientização dos funcionários, pacientes e demais passantes do hospital, sobre a importância de se utilizar a energia elétrica de forma inteligente e sustentável. A informação periódica de práticas que devem ser adotadas pelas pessoas para redução do consumo, é extremamente eficiente e aplicável, visto que grande parte do gasto com energia poderia ser reduzido se equipamentos fossem desligados quando não estão em utilização, luzes fossem apagadas quando não há pessoas no ambiente, portas e janelas fossem devidamente vedadas em ambientes climatizados, entre outros.

A demanda de energia elétrica do HC-UFG é atualmente suprida inteiramente pela concessionária. A energia solar fotovoltaica foi apresentada com uma forma alternativa de energia com a possibilidade de gerar 10% da média mensal de consumo do hospital registrado no ano de 2017. A implantação de painéis solares nas dependências do hospital poderia gerar uma economia de cerca de R\$ 12.034,64 mensais podendo chegar a R\$ 144.415,68 anuais e teria um custo total de cerca de R\$ 772.676,40 com retorno do investimento e cerca de 64 meses.

Por fim, sugere-se que ao final da implantação de cada uma das propostas aqui sugeridas sejam realizadas medições para atestar a eficácia das mesmas.

## Referências Bibliográficas

[1] ALMEIDA, Alda Maria Grüdtner de. **Gestão de Custos Hospitalares**. Disponível em: <[http://www.ufjf.br/oliveira\\_junior/files/2011/08/Gest%C3%A3o-de-Custos-Hospitalares.pdf](http://www.ufjf.br/oliveira_junior/files/2011/08/Gest%C3%A3o-de-Custos-Hospitalares.pdf)>. Acesso em: 27 jun. 2018.

[2] ALSOL ENERGIAS RENOVÁVEIS. **Gestão de Energia e Eficiência Energética na sua Empresa**. Disponível em: <<http://blog.alsolenergia.com.br/2017/12/gestao-de-energia-e-eficiencia-energetica/>>. Acesso em: 30 jun. 2018.

[3] ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS HOSPITAIS PRIVADOS – ANHP. **Perspectivas do Setor Hospitalar**. Disponível em: <<http://anahp.com.br/sala-de-imprensa/perspectivas-do-setor-hospitalar>>. Acesso em: 27 jun. 2018.

[4] CAMPOS, Clarissa Cordeiro de. **Eficiência energética em edifícios hospitalares obtida por meio de estratégias passivas: estudo da redução do consumo com climatização para arrefecimento do ar em salas de cirurgia**. São Paulo, 2013, 365 p.

[5] DUARTE, Odilon Francisco Pavón; PETRY, Bibiana Maitê; KLAUCK, Maicon Henrique; MOREIRA, Diego Ramos. **Proposição e Aplicação de Metodologia para o Uso Eficiente da Energia em Sistemas Hospitalares**. Disponível em: <<https://ie.fing.edu.uy/eventos/epim/epim2008/programa/p43.pdf>>. Acesso em: 07 jul. 2018.

[6] ELETROBRAS; PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA – PROCEL. **Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos**

**de Uso – Ano Base 2005 – Classe Comercial Alta Tensão – Relatório Brasil.** Rio de Janeiro, 2008, 95p.

[7] EMPRESA BRASILEIRA DE SERVIÇOS HOSPITALARES – EBSEH. **História.** Disponível em: < <http://www.ebserh.gov.br/web/hc-ufg/historia>>. Acesso em: 08 jun. 2018.

[8] EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Matriz Energética e Elétrica.** Disponível em: < <http://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica> >. Acesso em 02 set. 2018.

[9] ENEL DISTRIBUIÇÃO GOIÁS. **Tarifas, Taxas e Impostos.** Disponível em: < <https://www.eneldistribuicao.com.br/go/TaxasETarifasCorporativo.aspx>>. Acesso em: 27 jun. 2018.

[10] FILHO, Rubens Leme; CARLOS, Marcio Visini; GEDRA, Ricardo. **Uso Eficiente de Energia no Setor Hospitalar – Hospitais Públicos.** Disponível em: <<http://www.cgti.org.br/publicacoes/wp-content/uploads/2016/03/Uso-Eficiente-de-Energia-no-Setor-Hospitalar-%E2%80%93-Hospitais-P%C3%ABlicos.pdf>>. Acesso em: 27 jun. 2018.

[11] **Histórico de Faturas.** Disponível em: <<https://www.eneldistribuicao.com.br/EnelGO/AgenciaGO/Servi%C3%A7os/comum/HistoricoFaturas.aspx>>. Acesso em: 27 jun. 2018.

[12] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Goiânia: **Panorama.** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/goiania/panorama>>. Acesso em: 27 jun. 2018.

[13]INSTITUTO FEDERAL DE GOIÁS – IFG. **Campus Goiânia inaugura árvore solar e lança projeto de eficiência energética.** Disponível em: < <https://www.ifg.edu.br/ultimas-noticias-campus-goiania/8255-campus-goiania-inaugura-arvore-solar-e-lanca-projeto-de-eficiencia-energetica>>. Acesso em: 03 ago. 2018.

[14]SECRETARIA DE ESTADO DE GESTÃO E PLANEAMENTO - SEGPLAN. **Orçamento Geral do Estado 2017.** Disponível em: <<http://www.egov.go.gov.br/orcamento/orcamento2017v2.pdf>>. Acesso em: 13 jul. 2017.

[15]SILVA, Batista Gabriela. **Gestão de Energia Em Unidades Hospitalares: Estudo de caso do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Goiás – Parte 1.** Goiânia, 2018, 76p.

[16]UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS – UFG. **Inaugurado o Centro Avançado de Diagnostico de Mama.** Disponível em:< <https://www.ufg.br/n/91820-inaugurado-o-centro-avancado-de-diagnostico-da-mama/>>. Acesso em: 14 jul. 2018.

## Anexo

Anexo 1 – Proposta comercial para instalação de energia solar fotovoltaica.

PROPOSTA COMERCIAL



18.10.680  
STEPHANNY  
28/08/2018

## PROPOSTA COMERCIAL

Goiânia, 28 de agosto de 2018

**PROPOSTA: 18.10.680**

**CLIENTE: STEPHANNY**

### INTRODUÇÃO

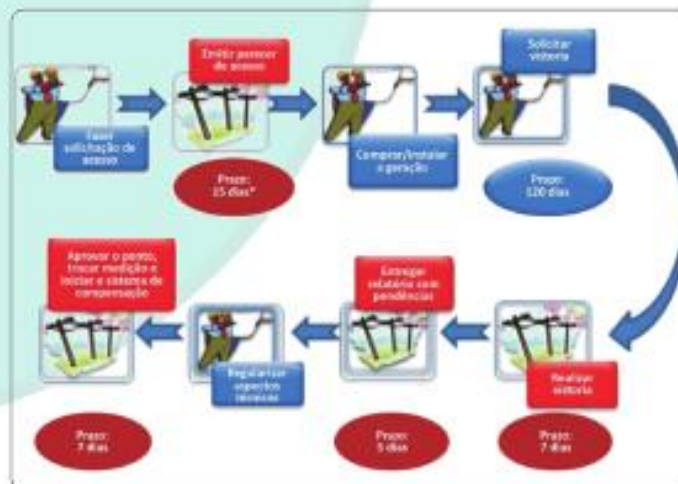
Esta proposta foi elaborada considerando os dados fornecidos pelo cliente e que o local se encontra em perfeitas condições para a implantação do Sistema Fotovoltaico.

### I. ESCOPO DE FORNECIMENTO

- A. Projeto elétrico da usina de geração fotovoltaica, conforme regulamentação da ANEEL;
- B. Aprovação do projeto junto à concessionária;
- C. Fornecimento de todos materiais que compõe o sistema fotovoltaico;
- D. Instalação completa do sistema;
- E. Comissionamento e treinamento para a operação o sistema.

### II. PRAZOS

- A. São necessários 15 dias após a assinatura do contrato para a elaboração do projeto da usina e realizar a solicitação de acesso.
- B. Após a aprovação da concessionária, são necessários até 30 dias para compra/ instalação da usina.



### III. CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

| DIMENSÕES DO SISTEMA |        |                |
|----------------------|--------|----------------|
| Potência do sistema  | 227,70 | kWp            |
| Área ocupada         | 1.320  | m <sup>2</sup> |

O sistema será composto pelos seguintes equipamentos:

| EQUIPAMENTO          | DESCRIÇÃO  | QUANTIDADE | GARANTIA | IMAGEM  |
|----------------------|--|------------|----------|---|
| MÓDULOS              | Canadian Solar 144 Cells 345 W Poly-Si - 1500V-Ku                        | 660        | 10 anos* |    |
|                      | SUNGROW SOLAR INVERTER 60KW - 1MPPT - DC SWITCH .DPSII E FUSIVES INCLUSO | 3          | 5 anos   |  |
| ESTRUTURA DE FIXAÇÃO | Alumínio   | 1          | 10 anos  |  |

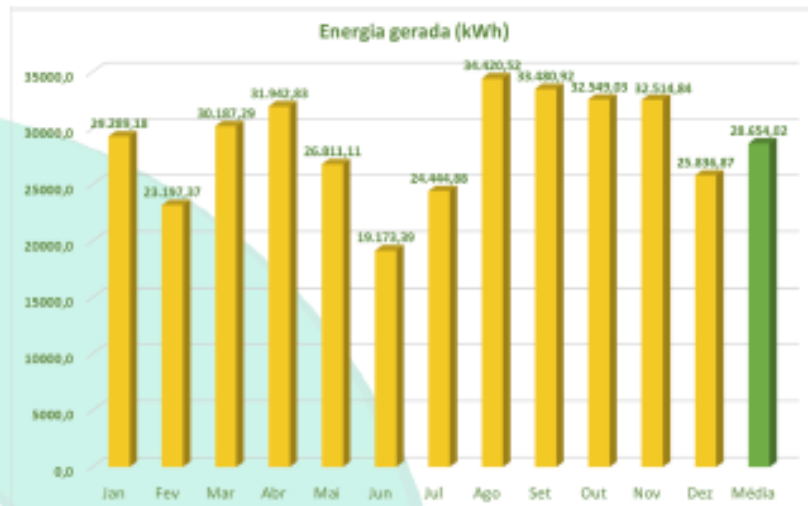
\* A garantia de 10 anos das placas é referente a defeitos de fabricação, as mesmas têm eficiência de 80% garantida por 25 anos.

### IV. GERAÇÃO DE ENERGIA

A estimativa média de geração para a usina solar fotovoltaica proposta:

|                                      |               |
|--------------------------------------|---------------|
| Energia média gerada pelo sistema FV | 28.654,02 kWh |
| ECONOMIA MÉDIA MENSAL (R\$ 0,42/kWh) | R\$ 12.034,69 |

O cálculo de geração de energia é baseado na irradiação solar média dos últimos anos, segundo base de dados do INPE, e variam de acordo com o mês do ano em que se mede a produção e de fatores meteorológicos específicos de cada ano.



Haverá variações mensais conforme o gráfico, ou seja, em alguns meses a geração será maior que 28.654,02 kWh e em outros meses menor.

#### V. VALOR DO INVESTIMENTO

O valor do sistema fotovoltaico foi estimado em **R\$ 772.676,40** (Setecentos e setenta e dois mil, seiscentos e setenta e seis reais e quarenta centavos).

Custo por kWp: **R\$ 3.393,40**

#### VI. PAGAMENTO

- A. Financiamento (FCO, Goiás Fomento, BV Financeira)
- B. Por medição:

|   |     |
|---|-----|
| Assinatura do contrato                  | 20% |
| Aprovação do projeto                    | 40% |
| Instalação dos equipamentos             | 30% |
| Ligação e treinamento para uso da usina | 10% |

#### VII. PAYBACK DO PROJETO

O fluxo de caixa, para a determinação do payback do projeto, foi feito considerando as seguintes condições:

- A. Tarifa de energia: **R\$ 0,42** (valor atual);
- B. Aumento na tarifa: 10% nos anos 2, 3 e 4, 5% nos anos 4, 5, 6, 7 e 8.

Esses valores de aumento de energia foram baseados em estimativas do setor elétrico e correspondem ao aumento acima da inflação em um cenário conservador.

**Possibilidade 1: Investimento feito com capital próprio**

Segue abaixo fluxo de caixa:

| PERÍODO DE CAIXA | APORTAMENTO EM DÓLARES (%) | Valor Proposto | Receitas         | Despesa          | Saldo Acumulado  |
|------------------|----------------------------|----------------|------------------|------------------|------------------|
| ANO 1            | 0%                         | R\$ 773.676,40 | R\$ 146.416,28   | R\$ 628.260,12   | R\$ 628.260,12   |
| ANO 2            | 10%                        |                | R\$ 150.897,28   | R\$ 150.897,28   | R\$ 669.403,26   |
| ANO 3            | 10%                        |                | R\$ 179.299,81   | R\$ 179.299,81   | R\$ 790.233,79   |
| ANO 4            | 10%                        |                | R\$ 187.741,18   | R\$ 187.741,18   | R\$ 908.014,82   |
| ANO 5            | 0%                         |                | R\$ 196.961,99   | R\$ 196.961,99   | R\$ 1.005.038    |
| ANO 6            | 0%                         |                | R\$ 202.392,79   | R\$ 202.392,79   | R\$ 1.097.793,09 |
| ANO 7            | 0%                         |                | R\$ 209.409,87   | R\$ 209.409,87   | R\$ 1.187.206,66 |
| ANO 8            | 0%                         |                | R\$ 216.824,89   | R\$ 216.824,89   | R\$ 1.274.031,29 |
| ANO 9            | 0%                         |                | R\$ 216.824,89   | R\$ 216.824,89   | R\$ 1.451.038,68 |
| ANO 10           | 0%                         |                | R\$ 216.824,89   | R\$ 216.824,89   | R\$ 1.548.299,82 |
| TOT - 20%        | 0%                         |                | R\$ 8.209.869,78 | R\$ 8.209.869,78 | R\$ 4.897.429,60 |

**VIII. FORA DO ESCOPO**

- A. Obras civis para acomodação dos equipamentos;
- B. Reforço estrutural para o recebimento das placas;
- C. Alteração nas instalações elétricas existentes.

**IX. VALIDADE DA PROPOSTA**

Proposta válida por 15 dias.