

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTECNICA
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

JOÃO PAULO FUMAGALLI

ESTUDO DE CASO PARA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM
EDIFÍCIOS ANTIGOS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA

2015

JOÃO PAULO FUMAGALLI

**ESTUDO DE CASO PARA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM
EDIFÍCIOS ANTIGOS**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2, do curso superior de Engenharia Elétrica do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica (DAELT) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Eletricista.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Cesar Betini

CURITIBA

2015

JOÃO PAULO FUMAGALLI

ESTUDO DE CASO PARA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFÍCIOS ANTIGOS

Este Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação foi julgado e aprovado como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Eletricista, do curso de Engenharia Elétrica do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica (DAELT) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Curitiba, 16 de julho de 2015.

Prof. Paulo Sérgio Walenia
Coordenador de Curso de Curso
Engenharia Elétrica

Profa. Annemarlen Gehrke Castagna
Responsável pelos Trabalhos de Conclusão de Curso
de Engenharia Elétrica do DAELT

ORIENTAÇÃO

Roberto C. Betini, Prof. Dr.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

BANCA EXAMINADORA

Roberto Cesar Betini, Prof. Dr.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

[Gilberto Manoel Alves](#), Prof. Dr.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Saul Hirsch, Professor.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Romildo Alves dos Prazeres, Professor.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dedico este trabalho à toda minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a nosso pai Oxalá e todos os meus guias espirituais, por me proporcionarem o dom da vida e me darem forças para que pudesse superar todos os obstáculos durante essa jornada.

À minha família, por sempre estar presente e me apoiar em todas as minhas decisões e momentos difíceis.

Ao meu orientador Prof. Dr. Roberto Cesar Betini, pela orientação brilhante durante a elaboração deste trabalho.

Aos professores desta instituição, pela sua importância durante o processo de graduação.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná, por toda a infraestrutura disponibilizada para que se pudesse realizar esse trabalho.

Aos amigos que fiz durante este curto período de tempo nesta instituição, por me apoiarem e me darem forças para continuar sempre em frente.

A todos que de alguma forma contribuíram para a conclusão deste trabalho, o meu muito obrigado.

“Nós sempre nos definimos pela capacidade de superar o impossível. E nós contamos estes momentos. Estes momentos nos quais nós ousamos mirar mais alto, para quebrar barreiras, para alcançar as estrelas, para fazer o desconhecido conhecido. Contamos estes momentos como nossas maiores realizações. ”

Autor: Cooper

Filme: Interestellar (2014)

RESUMO

FUMAGALLI, João Paulo. **Estudo de Caso para Eficiência Energética em Edifícios Antigos**. 2015. 99 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

Com o grande aumento do consumo de energia elétrica no Brasil frente à grande crise hídrica que assola o país, o uso eficiente da energia elétrica tem se tornado um assunto recorrente. Hoje existem várias leis, decretos e normas federais que incentivam o consumo eficiente de energia. Além de incentivarem, estas normativas federais regulamentam a produção e comercialização de produtos que sejam eficientes energeticamente. Existem vários métodos operacionais e de manutenção para aumentar a eficiência do uso da energia. Estes métodos podem diminuir as perdas durante o consumo de energia. Junto destes métodos ainda se pode contar com a utilização de equipamentos de alto índice de eficiência energética para que se diminua ainda mais o consumo de energia elétrica. Depois de analisar as instalações de edifícios antigos, pôde-se ver que existem equipamentos com alto tempo de operação e que demandam um consumo elevado de energia elétrica. Efetuando-se as trocas necessárias o consumo de energia elétrica pode ser diminuído de maneira significativa, reduzindo a tarifa a ser paga e a quantidade de impostos incidentes sobre ela.

Palavras-chave: Edifícios Antigos. Eficiência Energética. Equipamentos Eficientes.

ABSTRACT

FUMAGALLI, João Paulo. **Case Study for Energy Efficiency in Old Buildings**. 2015. 99 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Federal Technology University - Parana. Curitiba, 2015.

With the large increase in electricity consumption in Brazil facing the high water crisis plaguing the country, the efficient use of electricity has become a recurring theme. Today several laws, decrees and federal regulations encourage efficient energy consumption. Besides encouraging, these federal regulations governing the production and marketing of products that are energetically efficient. There are several operating and maintenance methods to increase the efficiency of energy use. These methods can reduce losses during the energy consumption. Along these methods, we still can rely on the use of equipment with high-energy efficiency ratio, which decrease even more the consumption of electric power. After reviewing the facilities of old buildings, you could see that there are equipments with high operation time and demanding a high consumption electricity. Making up the necessary changes, the power consumption can be decreased significantly. These changes may reduce the tariff to be paid and the amount of taxes.

Keywords: Old Buildings. Energy Efficiency. Efficient equipment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Indicadores de Oferta Interna de Energia Elétrica.....	22
Figura 2 – Modelo de Sistema de Gestão de Energia.	26
Figura 3 – Exemplo 1 adaptado da fatura de energia elétrica da COPEL.....	29
Figura 4 - Exemplo 2 adaptado da fatura de energia elétrica da COPEL.....	30
Figura 5 - Exemplo 3 adaptado da fatura de energia elétrica da COPEL.....	31
Figura 6 - Estados que fazem parte do Sistema Interligado Nacional.....	33
Figura 7 – Diferença de Gasto Financeiro Proporcionado pela Troca de Lâmpadas.....	78
Figura 8 – Diferença de Rendimento na Operação de Motores.	84
Figura 9 - Demonstrativo mensal do custo de energia elétrica no Condomínio Edifício Napoli.	85
Figura 10 – Situação do Quadro Geral de Distribuição.	93
Figura 11 - Situação do Quadro Geral de Distribuição.	94
Figura 12 - Iluminação Corredor Principal do Edifício.....	95
Figura 13 - Iluminação Portaria do Edifício.	95
Figura 14 - Iluminação Corredores dos Andares do Edifício.	96
Figura 15 - Iluminação Primeiro Andar do Estacionamento do Edifício.....	96
Figura 16 - Iluminação Primeiro Andar do Estacionamento do Edifício.....	97
Figura 17 - Iluminação do Subsolo do Estacionamento do Edifício.....	97
Figura 18 - Motor Número 1 da Casa de Máquinas.....	98
Figura 19 - Motor Número 2 da Casa de Máquinas.....	98
Figura 20 - Sistema de Contatores para Operação dos Motores.	99
Figura 21 - Modelo de Motor de Alto rendimento WEG W22 PREMIUM.	100

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Lista de problemas estruturais identificados pelo Programa Casa Segura.	36
Tabela 2 – Lista de problemas estruturais em condomínios com mais de 12 anos de construção.	37
Tabela 3 – Comparativo entre lâmpadas à disposição no mercado.	41
Tabela 4 - Vida Útil Média de um Motor de Indução.....	64

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BEN	Balanco Energético Nacional
CGIEE	Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética
CONPET	Programa Nacional da Racionalização do Uso de derivados de Petróleo
COPEL	Companhia Paranaense de Energia
DDR	Disjuntor Diferencial Residual
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i> (Comissão Eletrotécnica Internacional)
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
ISO	<i>International Organization for Standardization</i> (Organização Internacional de Padronização)
LED	<i>Light Emitting Diode</i> (Diodo Emissor de Luz)
kWh	Kilowatt-hora
MWh	Megawatt-hora
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
ONS	Operador Nacional do Sistema
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia
SIN	Sistema Interligado Nacional
TWh	Terawatt-hora

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	TEMA	16
1.1.1	Delimitação do Tema.....	16
1.2	PROBLEMAS E PREMISSAS	16
1.3	OBJETIVOS	17
1.3.1	Objetivo Geral.....	17
1.3.2	Objetivos Específicos	17
1.4	JUSTIFICATIVA	18
1.5	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	18
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO	19
2	FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	21
2.1	ENERGIA ELÉTRICA	21
2.1.1	Eficiência Energética e Conservação de Energia	23
2.1.2	Programas de Conservação de Energia existentes no Brasil.....	24
2.1.3	Leis, Decretos e Normas	25
2.2	FATURA DE ENERGIA ELÉTRICA	27
2.3	SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	34
2.3.1	Panorama das Instalações Elétricas em Edificações Antigas	35
2.3.2	Maneiras para se diminuir o consumo de energia elétrica e aumentar o nível de eficiência de equipamentos	40
3	METODOLOGIA.....	44
3.1	AVALIAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO EDIFÍCIO.....	44
3.1.1	Inspeção do Quadro de Distribuição Geral	45
3.1.2	Disjuntores	46
3.1.3	Condutores.....	46
3.1.4	Sistema de Iluminação	47
3.2	AVALIAÇÃO DO ESTADO DOS EQUIPAMENTOS MECÂNICOS	47

3.2.1	Motores para Sistema de Elevadores e Bombeamento de Água	48
3.3	GUIA DE MANUTENÇÃO PROGRAMADA	51
3.3.1	Qualificação do Pessoal	52
3.3.2	Verificações de rotina – Manutenção preventiva.....	53
3.3.3	Manutenção Corretiva	53
4	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	54
4.1	METODOLOGIA PARA APLICAÇÃO DO FORMULARIO DE INSPEÇÃO ...	54
4.1.1	Quadros.....	55
4.1.2	Condições Gerais	57
4.1.3	Iluminação	59
4.1.4	Casa de Máquinas e Motores	60
5	TEMPO DE RETORNO DE CAPITAL INVESTIDO.....	62
5.1	MOTORES ELÉTRICOS	62
5.1.1	Vida Útil do Motor	63
5.1.2	Economia Mensal de Energia	64
5.1.3	Tempo de Retorno Simples	66
5.1.4	Tempo de Retorno Capitalizado	67
5.1.5	Valor Retornado ao Longo da Vida Útil.....	68
5.2	LÂMPADAS	68
6	ESTUDO DE CASO.....	72
6.1	SITUAÇÃO DO QUADRO GERAL DE DISTRIBUIÇÃO.....	73
6.2	CONDIÇÕES GERAIS	73
6.3	ILUMINAÇÃO	74
6.4	CASA DE MÁQUINAS E MOTORES.....	74
6.5	TEMPO DE RETORNO DE INVESTIMENTO.....	74
6.5.1	Lâmpadas.....	75
6.5.2	Motores.....	78
6.5.3	Custo Total de Verificação e Substituição.....	82
6.5.4	Valores Economizados em Energia Elétrica e Encargos	83

7 CONCLUSÃO.....	87
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	89
APÊNDICE	93

1 INTRODUÇÃO

Em nossas casas, em indústrias e em comércios muitas vezes não há uso controlado e eficiente da quantidade de energia elétrica disponibilizada. E levando-se em consideração a atual situação crítica dos reservatórios das usinas hidrelétricas no nosso país, através de relatório publicado pelo Operador Nacional do Sistema, não se pode pensar em outra maneira de poupar energia que não seja a do uso racional de energia.

Para que não haja um racionamento ou algo do gênero, nesses casos as políticas de eficiência energética são indicadas para que se atente ao consumo desregrado e para que haja uma melhor utilização dos recursos.

Por definição do Ministério de Minas e Energia, a eficiência energética consiste da relação entre a quantidade de energia empregada em uma atividade e aquela disponibilizada para sua realização. A promoção da eficiência energética abrange a otimização das transformações, do transporte e do uso dos recursos energéticos, desde suas fontes primárias até seu aproveitamento. Adotam-se, como pressupostos básicos, a manutenção das condições de conforto, de segurança e de produtividade dos usuários, contribuindo, adicionalmente, para a melhoria da qualidade dos serviços de energia e para a mitigação dos impactos ambientais (Ministério de Minas e Energia 1, 2014).

No Brasil, especificamente falando, foram criadas duas vertentes para tratar da eficiência energética: o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), em 1985, para tratar do consumo da energia elétrica gerada pela Eletrobrás e o Programa Nacional da Racionalização do Uso de Derivados de Petróleo e Gás Natural (CONPET), em 1991, para tratar de todo o petróleo produzido pela Petrobrás.

Após a criação destes dois órgãos e o começo da difusão do pensamento de redução de consumo de energia, o Brasil ainda passou por um grave período de racionamento que compreendeu o período entre de julho de 2001 a fevereiro de 2002 (GLOBO, 2012).

Para que o sistema elétrico brasileiro possa trabalhar sem sobrecargas ameaçadoras, o uso eficiente de energia é incentivado por projetos do governo federal.

Adotando-se políticas de eficiência do uso de energia pode-se reduzir o consumo de energia em edificações já construídas em até de 30% (PROCEL INFO, 2014). Para que haja essa redução no consumo de energia elétrica, alguns protocolos devem ser seguidos. Isto para que se possa realizar uma análise de forma completa da edificação e sugerir mudanças que possam ser colocadas em prática.

Uma forma de avaliar se um edifício está sendo eficiente no seu consumo de energia é realizar uma auditoria energética, que nada mais é do que um processo que mostra onde está sendo usada a energia de um edifício e identificar pontos em que há oportunidade de ser reduzido o consumo.

1.1 TEMA

Elaboração de um roteiro de pesquisa para redução do consumo de energia elétrica em edifícios com idade maior de 15 anos de construção.

1.1.1 Delimitação do Tema

Criar um roteiro de pesquisa que visará analisar as instalações elétricas e mecânicas de qualquer edifício com as características citadas no item anterior para que se use a energia elétrica da forma racional e sem desperdícios.

1.2 PROBLEMAS E PREMISSAS

ZAMPIÉRI, GAVLOVSKI E SCHIMITT (2003) em seu trabalho nos mostram que há um grande número de edifícios na região metropolitana de Curitiba que estão há 12 anos ou mais em manutenções. Em vista disso a escolha para o tempo de 15 anos de construção visa enquadrar este período de falta de manutenção.

Os edifícios com mais de 15 anos de construção, por possuírem instalações elétricas defasadas tecnologicamente em relação ao material empregado na construção, no dia a dia consomem muito mais energia do que o necessário. Por esta razão, um roteiro de pesquisa visando a eficiência energética para a área estrutural e de equipamentos será montado para que se possa utilizar a energia elétrica da maneira mais eficiente possível.

Para este trabalho, consideramos um edifício antigo aqueles com mais de 15 anos de construção.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é montar um roteiro de pesquisa que contenha orientações para que se analisem as condições dos sistemas elétricos e mecânicos de edifícios com mais de 15 anos de construção e se apliquem esses conhecimentos para realizar as mudanças identificáveis e, possivelmente, diminua-se o consumo de energia elétrica.

1.3.2 Objetivos Específicos

- i. Analisar as condições operacionais dos materiais elétricos e mecânicos que podem propiciar o aumento do consumo de energia elétrica em edifícios;
- ii. Identificar os sistemas e seus componentes já instalados no edifício onde será aplicada a metodologia
- iii. Redigir um roteiro de pesquisa que apresentará orientações e medidas a serem tomadas para realizar a vistoria e manutenção dos equipamentos instalados no edifício, com objetivo de propiciar eficiência energética;

- iv. Sugerir por meio deste roteiro de pesquisa as possíveis mudanças e práticas comportamentais para que sejam efetuadas visando a redução da tarifa de energia elétrica paga pelo condomínio;
- v. Avaliar o possível impacto destas trocas na tarifa de energia elétrica do edifício.
- vi. Aplicar esta metodologia proposta em um estudo de caso, onde o edifício em questão possui mais de 30 anos de construção e pode estar consumindo mais energia elétrica que o necessário.

1.4 JUSTIFICATIVA

Após um longo período de tempo de construção, em média mais de 15 anos de uso, existe a defasagem tecnológica dos componentes de instalações elétricas.

A perda de durabilidade, o aumento das perdas na transmissão de energia e uma provável redução na eficiência nos componentes mecânicos (motores em geral) se tornam presentes em um edifício com mais de 15 anos de existência.

Para que possivelmente haja redução no consumo de energia elétrica e, principalmente, a segurança seja mantida, há a necessidade de se realizar verificações e manutenções rotineiras.

Em vista disso um roteiro de pesquisa é sugerido para que possam ser efetuadas mudanças nos sistemas elétricos e mecânicos visando reduzir o consumo de energia do edifício e, conseqüentemente, reduzindo o valor da taxa de condomínio o que irá favorecer todos os condôminos.

1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O trabalho será realizado primeiramente através do levantamento de fatores estruturais (mecânicos e elétricos) que contribuem para o aumento do consumo de energia elétrica em edifícios com mais de 15 anos de construção.

Após o levantamento destes dados irá se elaborar um roteiro de pesquisa. Ele irá sugerir medidas e mudanças que poderão ser efetuadas em um condomínio residencial visando a diminuição da sua tarifa de energia elétrica. Na sequência será feita uma análise de um estudo de caso em um edifício que possui mais de 30 anos de edificação aonde é sugerida a aplicação da metodologia para redução de tarifa de energia elétrica.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho será estruturado da seguinte forma:

No Capítulo 1 constarão a introdução e apresentação do tema, problemas e premissas, objetivo geral, objetivos específicos, justificativa e procedimentos metodológicos.

No capítulo posterior estarão os fundamentos teóricos sobre os programas e regulamentações utilizadas pelo governo federal para diminuir o consumo de energia elétrica, um detalhamento sobre como são cobrados os impostos da conta de energia elétrica no estado do Paraná e os problemas mais comuns causados pela falta de manutenção e da defasagem de elementos elétricos e mecânicos que possam contribuir para o aumento do consumo de energia elétrica.

Já no capítulo 3 será elaborada uma metodologia de verificação para que as instalações prediais (tanto elétricas quanto mecânicas) com idade superior a 15 anos de construção possam ser avaliadas.

No próximo capítulo será construído um *checklist* visando gerar uma maneira de avaliação geral de qualquer edificação antiga. Essa avaliação será em relação as condições operacionais elétricas e mecânicas que estão fora das conformidades exigidas pelas normas vigentes no Brasil e que possam estar causando gastos desnecessários de energia elétrica.

No capítulo 5 será elaborado um roteiro de pesquisa para que se possa calcular o tempo de retorno sobre investimento de capital caso haja uma possível troca de equipamentos no edifício.

No penúltimo capítulo será realizado um estudo de caso onde a metodologia desenvolvida no capítulo 4 e os cálculos do capítulo 5 serão aplicados. E ainda neste mesmo capítulo os resultados serão comentados.

Finalmente no último capítulo será estruturada a conclusão do trabalho. Serão feitas também as considerações finais e quaisquer recomendações importantes.

2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Neste capítulo são destacados os principais programas que incentivam a conservação de energia assim como as principais leis, normas e decretos que vigoram atualmente. Apresenta também uma contextualização da atual situação do consumo de energia elétrica no Brasil, mostrando a importância da redução do consumo de energia elétrica no país, e ainda apresenta também como são cobrados os impostos em uma fatura de energia elétrica.

Também é discorrida uma revisão bibliográfica que lista os principais problemas em instalações elétricas e mecânicas que podem apresentar as edificações de grande porte com mais de 12 anos de edificação.

2.1 ENERGIA ELÉTRICA

Segundo o Dicionário *Online* de Português, energia é a faculdade que possui um sistema de corpos para fornecer trabalho mecânico ou seu equivalente; força, potência: energia elétrica. A energia no mundo atual desempenha um papel de extrema importância proporcionando conforto aos seus usuários e substituindo o trabalho braçal em diversas atividades importantes.

Segundo o Balanço Energético Nacional, que é realizado pela EPE – Empresa de Pesquisa Energética, o consumo de energia elétrica no Brasil saltou de 498,4 TWh em 2012 para 516,3 TWh em 2013, enquanto que a energia produzida foi de 592,8 TWh para 609,9 TWh. Analisando estes dados, podemos inferir que houve um aumento de 2,9% na quantidade de energia disponibilizada e de 3,6% no consumo de energia. Como há um crescimento maior no consumo final da energia elétrica disponibilizada em relação a quantidade de energia disponibilizada pode-se concluir que houve uma diminuição na quantidade de perdas (Empresa de Pesquisa Energética, 2014).

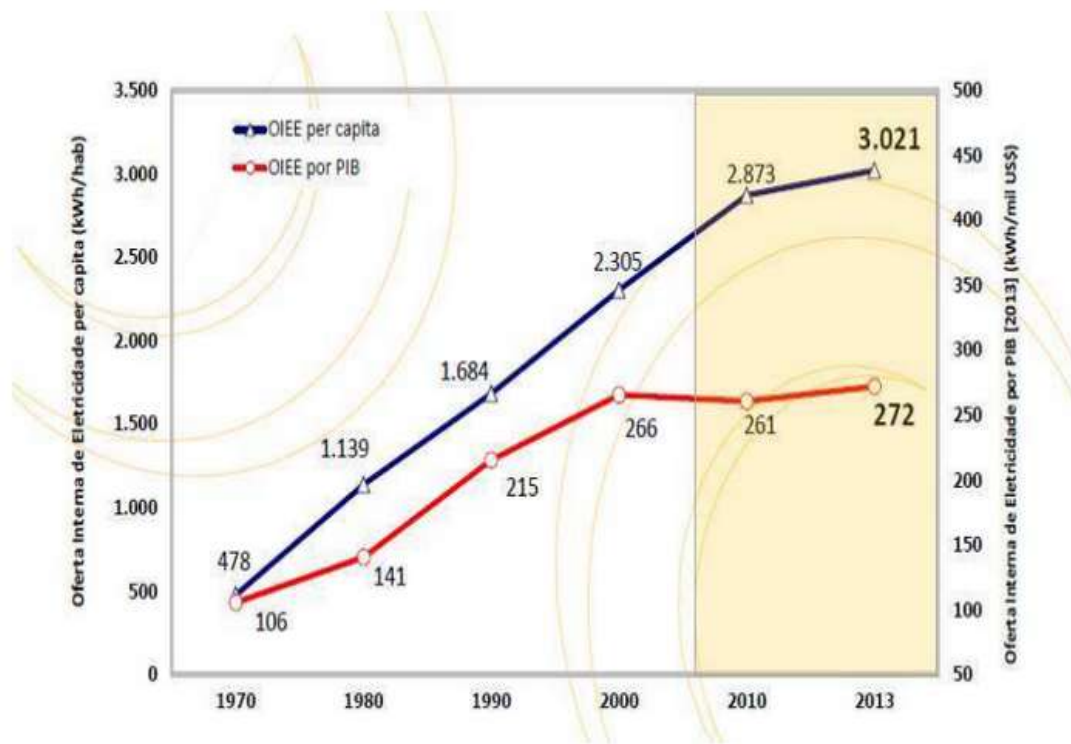


Figura 1 – Indicadores de Oferta Interna de Energia Elétrica.

Fonte: BEN, 2014.

A Figura 1 nos permite inferir que existe aumento da oferta de energia elétrica no Brasil. Segundo BORN IOTI (2014), este aumento se deve principalmente a melhoria da qualidade de vida da população e ao crescimento econômico do país, os quais fazem com que os setores de produção necessitem de uma quantidade maior de energia e a população adquira uma maior quantidade de aparelhos que necessitem de energia elétrica.

Quando há este aumento na necessidade de energia elétrica, medidas devem ser tomadas para que se possa suprir esta nova demanda de energia elétrica. Dentre elas podemos citar a construção de novas usinas, a importação de energia elétrica de outros países, entre outras medidas (NATURESA, 2011).

Para que se diminua a demanda sem prejudicar o desenvolvimento econômico em geral, a ANEEL estimula o consumo eficiente e a conservação de energia elétrica de forma adequada.

2.1.1 Eficiência Energética e Conservação de Energia

Podemos definir eficiência energética como sendo a relação entre a quantidade de energia consumida por determinado equipamento ou aparelho e a quantidade de energia efetivamente utilizada por ele para realizar a tarefa a que se propõe (Info Escola 2, 2014).

Quanto maior a eficiência energética em um estabelecimento, residência ou indústria, menor será o consumo final de energia, o nível de produção será maior e gerará uma maior economia energética.

As perdas de energia elétrica estão tanto presentes na geração, transmissão e distribuição de energia elétrica quanto em nossas residências, o consumidor final.

GELLER (2003) nos mostra que existem tecnologias que podem ser adotadas e que geram maior economia de energia:

- Prédios que utilizem melhor a ventilação e iluminação natural;
- Dispositivos eletrônicos com consumo de energia reduzido;
- Utilização de lâmpadas mais eficientes;
- Dispositivos mais eficientes para o aquecimento de água;
- Projeto e controle de sistemas motrizes em geral;
- Educação e conscientização dos moradores.

Para que as medidas acima sejam implantadas, existem sérios fatores que contribuem para a não implantação. Um dos principais fatores é o alto custo de implantação, já que um equipamento de maior eficiência possui relativamente um preço mais elevado. Outro fator a ser levado em conta é a incapacidade de mensurar os resultados econômicos obtidos através da troca de equipamentos. Para que se tornem mais comuns estas atitudes, o governo vem implantando cada vez mais programas para o incentivo à eficiência energética.

2.1.2 Programas de Conservação de Energia existentes no Brasil

A eficiência energética começou a ser tratada com seriedade no Brasil após os desdobramentos da segunda crise mundial do petróleo. A crise teve seu início em 1979 e em 1981 o Brasil sofreu impactos econômicos com o abrupto aumento da taxa de juros americana, fazendo o país entrar em recessão pela primeira vez após o “milagre econômico”.

Para que essa preocupação fosse tratada de maneira mais séria, várias políticas, normas e regulamentações foram criadas para que se pudesse monitorar o consumo de energia elétrica no Brasil.

Pensando na criação de regulamentações, normas e decretos a serem seguidos, em 1981 foi estabelecido o programa CONSERVE que, naquele momento, era mais voltado ao panorama industrial brasileiro.

Em 1982 o Programa de Mobilização Energética – PME, que foi aprovado, tinha por objetivo o uso racional dos insumos energéticos e a substituição dos derivados do petróleo por fontes de energia alternativas.

Já em 1984 o INMETRO resolveu discutir com a sociedade sobre a conservação de energia, com a finalidade de instruir a população sobre seu uso racional, mostrando o consumo individual de cada produto dentro das residências brasileiras. Desta discussão nasceu o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE). O PBE avalia os equipamentos que consomem combustíveis (fogões, fornos, aquecedores de água a gás e automóveis) e eletrodomésticos em geral acerca do seu nível de consumo. O PBE funcionou de maneira voluntária até o ano de 2001, quando o INMETRO passou a considerar este programa de maneira compulsória.

Em 1985 o Ministério de Minas e Energia e Indústria e Comércio criam o PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - para promover o uso eficiente da energia e combater seu desperdício (PROCEL INFO, 2014).

E em 1996 é criada a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. A ANEEL hoje regulamenta todo o setor de energia elétrica no Brasil.

Todas as informações históricas contidas nesta seção foram adquiridas através da consulta ao Plano Nacional de Eficiência Energética (Ministério de Minas e Energia 2).

2.1.3 Leis, Decretos e Normas

Além dos programas já instalados e das agências regulamentadoras, ainda existe uma série de decretos, leis e normas que regem toda a área de eficiência energética no país.

Em 1997 é promulgada a Lei nº 9.478, a chamada Lei do Petróleo. Esta lei determina que um dos principais objetivos do PBE deva ser o aproveitamento racional das fontes de energia com o objetivo principal de proteger o meio ambiente e promover a conservação de energia.

Já no ano de 2000 é criada a Lei nº 9.991, que dispõe sobre a criação de investimentos em pesquisa e desenvolvimento na área de eficiência energética por parte das concessionárias do setor de energia elétrica.

No ano seguinte é estabelecida a Lei nº 10.295, mais conhecida como Lei da Eficiência Energética. Esta lei dispõe sobre a conservação e o uso racional da energia elétrica e também a preservação do meio ambiente.

Ainda no ano de 2001 o Decreto nº 4.059 é estabelecido. Este decreto regulamenta a lei nº 10.295, regulamentando os níveis permitidos de consumo de energia elétrica e os níveis de eficiência energética. Este decreto ainda instituiu o Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética – CGIEE. Ao CGIEE compete várias funções, entre elas o comitê está incumbido de elaborar uma regulamentação para todos e quaisquer aparelhos e máquinas que consumam energia e, principalmente, estabelecer um programa de metas de eficiência que cada um destes aparelhos deve alcançar.

Continuando no ano de 2001, é publicada oficialmente a ISO 50.001 e a NBR 50.001. Esta NBR foi estabelecida para que se pudesse permitir o estabelecimento de sistemas e processos para melhoria contínua do desempenho energético nas organizações. Através dessas ações espera-se obter um menor impacto ambiental no clima e uma maior disponibilidade de energia e economia da mesma.

A Figura 2 mostra um diagrama do sistema de análise proposto pelo Sistema de Gestão de Energia na NBR 50.001.

Como podemos ver na Figura 2, uma das características da NBR 50.001, está a incorporação da ferramenta de qualidade PDCA (*Plan-Do-Check-Act*). Esta ferramenta consiste numa ideologia de melhoria contínua, fazendo com que se tracem metas desde o planeamento da geração de energia até o consumidor final, analisando cada etapa em cada detalhe para que se possa ter o melhor rendimento possível em todos os setores.

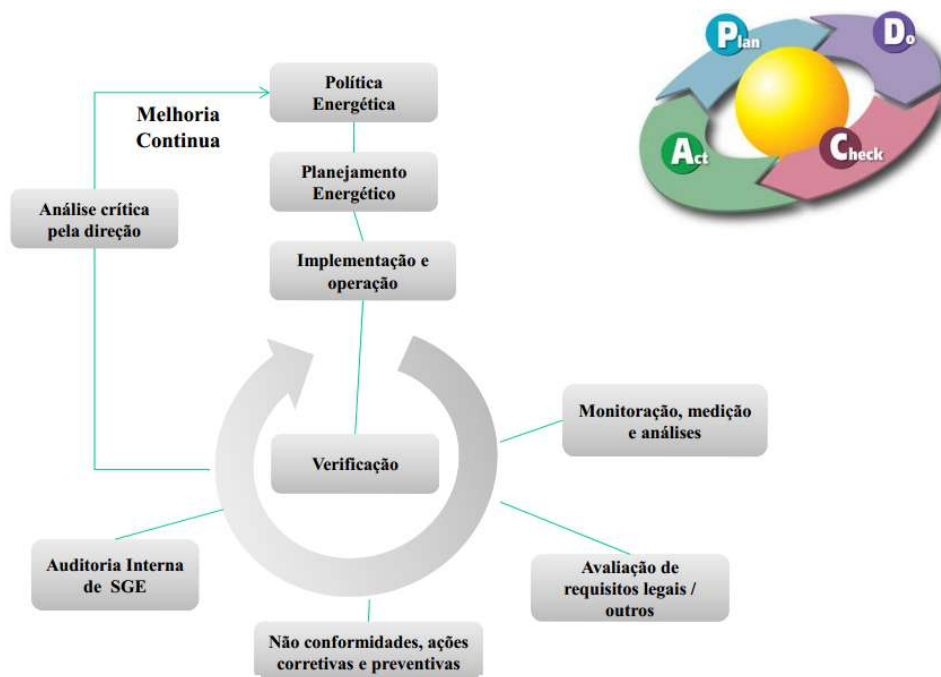


Figura 2 – Modelo de Sistema de Gestão de Energia.

Fonte: Adaptado da ABNT NBR ISO 50001:2011

Ainda segundo BORNIOI (2014), aplicando-se a norma NBR 50.001 pode-se realizar um controle no estabelecimento, implementação, manutenção e melhoria em um sistema de gestão de energia.

2.2 FATURA DE ENERGIA ELÉTRICA

Em virtude da atual crise hídrica vivenciada pelo Brasil, algumas medidas foram tomadas pela ANEEL em relação aos reajustes das tarifas cobradas pelo uso da energia elétrica no Brasil. Esses ajustes ocorreram em função do uso extensivo da energia elétrica provida pelas usinas termelétricas. Hoje o Brasil conta com quase 40.000MW de potência instalada em usinas termelétricas (ANEEL 2, 2015). E quanto mais se depender desta matriz energética, mais encarecida será a tarifa de energia elétrica paga pelo consumidor.

A maioria dos consumidores comuns não possui conhecimento dos impostos que são cobrados em sua fatura de energia elétrica. Esta seção visa explicar de forma concisa quais tributos são cobrados pelo governo federal para que, além de obter conhecimento, o consumidor possa policiar o seu consumo de energia e assim evitar gastos maiores.

Para chegar ao valor cobrado pelas concessionárias de energia, o kWh possui em seu valor final vários tributos diluídos, além dos custos necessários para que se possa gerar, transmitir e distribuir a energia elétrica utilizada pelo consumidor final.

A lista com a descrição destes impostos segue abaixo:

- **ICMS** (Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços) – Tributo de competência estadual, com alíquotas que variam de estado para estado e que não integram o valor informado da tarifa;
- **PIS/PASEP** (Programa de Integração Social / Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público) e **COFINS** (Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social) – tributos cobrados pelo Governo Federal sobre a receita bruta das empresas, incluídos nos valores das tarifas homologadas até 30 de junho de 2005. A partir de 1º de julho de 2005, as tarifas homologadas pela ANEEL não incluem os valores desses tributos, que passam a ser considerados em destaque na conta de luz, de forma semelhante ao ICMS;

- **Contribuição Social de Iluminação Pública - COSIP / CIP** - É uma contribuição amparada no art. 149-A da Constituição Federal, que criou a possibilidade de instituição de uma contribuição para custeio do serviço de iluminação pública de responsabilidade dos Municípios e do Distrito Federal;
- **Encargo de Capacidade Emergencial (ECE)** – Encargo instituído pela Lei nº 10.438 com o objetivo de evitar eventual risco de desabastecimento de energia, destinado a cobrir o custo de contratação de usinas termelétricas emergenciais instaladas no País, pago por todos os consumidores do Sistema Interligado Nacional, com exceção dos classificados como baixa renda. Sua cobrança foi iniciada em fevereiro de 2002 e encerrada em 22 de dezembro de 2005, conforme estabelecido pela Resolução Normativa ANEEL nº 204. Seu valor era informado em destaque na conta de luz.

Obs.: Todas estas definições foram retiradas diretamente do portal da ANEEL.

Para explicar de maneira mais clara e objetiva quais os impostos que incidem sobre o uso de energia elétrica no estado do Paraná, na Figura 3 seguem alguns exemplos adaptados de fatura de energia elétrica da Companhia Paranaense de Energia (COPEL).

COPEL Copel Distribuição S.A.
Rua José Izidoro Blazetto, 156
81200-240 Curitiba - PR
CNPJ 04.368.898/0001-06
IE 90.233.073-99 IM 423.992-4

www.copel.com
0800 51 00 116

Unidade Consumidora
91036577 (2)

JOAO PAULO FUMAGALLI
AV VISCONDE DE GUARAPUAVA, 3185 - AP 1603 QM 17 AND **(1)**
CEP: 80010100 CURITIBA - PR
CPF: 02473297118

Vencimento
07/06/2015 (3)

Valor a Pagar
R\$ 67,20 (4)

Responsabilidade de Manutenção de Iluminação Pública: Município 166

Reaviso de Vencimento

Informações Técnicas

No. Medidor: 0272330322 - BIFASICO **(5)** Mes Referência: 06/2015 **(e)**

Leitura Anterior	Leitura Atual	Medido	Constante de Multiplicação	Total Faturado	Consumo Médio/Dia	Data Apresentação
16/04/2015 10879 (a)	16/05/2015 10969 (b)	30 dias 90 kWh (c)	1,00 (d)	90 kWh (e)	3,00 kWh (f)	16/05/2015 (g)

Figura 3 – Exemplo 1 adaptado da fatura de energia elétrica da COPEL.

Fonte: Autoria própria.

A Figura 3 nos mostra o cabeçalho da fatura de energia elétrica da COPEL. Nela constam os seguintes dados:

- (1) - dados da unidade consumidora;
- (2) - número de identificação da unidade consumidora;
- (3) - a data de vencimento da fatura;
- (4) - o valor integral da tarifa no mês correspondente.
- (5) – estão listados em ordem a leitura do medidor de consumo de energia do mês anterior (a), a leitura do mês atual (b), o valor medido do consumo do mês atual (c), a constante de multiplicação (valor pelo qual será multiplicado o consumo do mês vigente) (d), o total de kWh consumido pela unidade consumidora (e), a estimativa de consumo diário médio de energia (f) e a data na qual a fatura foi entregue a unidade consumidora (g).

Indicadores de Qualidade (1)						FS [17.62.2]
Conjunto: BATEL	(2)	(3)	Mes 03/2015		Tensao Contratada:	
	DIC	FIC	DMIC	EUSD (R\$)	127 / 220 volts	(6)
Realizado Mensal:	0,00 h	0,00	0,00 h		Limite faixa adequada de Tensao:	
Limite Mensal:	4,47 h	2,98	2,43 h	18,41	117 - 133 / 202 - 231 volts	(7)
Limite Trimestral:	8,96 h	5,97	(4)	(5)		
Limite Anual:	17,91 h	11,96				
Historico de Consumo e Pagamento						
Mes	Cons. (kWh)	Data Pgto.	Mes	Cons. (kWh)	Data Pgto.	
ABR/15	86	30/04/2015	FEV/15	106	12/03/2015	
MAR/15	111	01/04/2015				
	(8)			(9)		
Media 3 ultimos consumos: 101 kWh						

Figura 4 - Exemplo 2 adaptado da fatura de energia elétrica da COPEL.

Fonte: Autoria própria.

Já a Figura 4, na seção Indicadores de Qualidade (1), nos mostra os parâmetros de qualidade que a concessionária deve manter para que a energia elétrica chegue de maneira adequada para consumo nas residências:

- DIC (Duração de Interrupção individual por unidade Consumidora) – (2): Intervalo de tempo que em cada unidade consumidora ou ponto de conexão ocorreu descontinuidade da distribuição de energia elétrica.
- FIC (Frequência de Interrupção individual por unidade Consumidora) – (3): Número de interrupções ocorridas em cada unidade consumidora ou ponto de conexão.
- DMIC (Duração máxima de interrupção contínua por unidade consumidora ou ponto de conexão) – (4): Tempo máximo de interrupção contínua de energia elétrica, em uma unidade consumidora ou ponto de conexão.
- EUSD (Encargo por Uso do Sistema de Distribuição) - (5): É o valor mensal do encargo cobrado pelo uso do sistema de distribuição de energia elétrica.

Ainda há na mesma seção a intensidade de tensão contratada (6) e os limites adequados de tensão que devem ser fornecidos pela concessionária (7). Na seção Histórico de Consumo e Pagamento são listados os consumos dos meses anteriores da atual tarifa (8) e a data de pagamento das últimas tarifas recebidas (9).

Valores Faturados (A)						
NOTA FISCAL CONTA DE ENERGIA ELETRICA no 2302261 Serie B						
Emitida em 16/05/2015						
Produto Descricao	Un.	Consumo	Valor Unitario	Valor Total	Base de Calculo	Aliq. ICMS
01 ENERGIA ELETRICA CONSUMO	kWh	90	0,662000	69,58	69,58	29,00% (1)
02 ENERGIA CONS. B. VERMELHA	kWh			7,62	7,62	29,00% (2)
Base de Calculo do ICMS:		67,20	Valor ICMS: (4)	19,48	Valor Total da Nota Fiscal: (6) 67,20	
Composicao dos Valores		Reservado ao Fisco				
Energia		26,29	A2CD.FC3C.97DE.B6F0.3363.143C.A8CD.2A03			
Distribuicao		8,32				
Transmissao		0,89				
Tributos (3)		23,62				
Encargos		8,18				
TOTAL		67,20				
INCLUSO NA FATURA PIS/COFINS NO VALOR DE R\$ 4,04, CONFORME RES. ANEEL 93/2005. (5)						
A qualquer tempo pode ser solicitado o cancelamento de valores nao relacionados a prestacao do servico de energia eletrica, como convenios e doacoes.						
Periodos Band Tarif. Vermelha: 16/04-16/05						

Figura 5 - Exemplo 3 adaptado da fatura de energia elétrica da COPEL.

Fonte: Autoria Própria.

Na questão de impostos, a Figura 5 mostra a seção da tarifa (Valores Faturados) (A) que detém maior importância. O item 01 é o custo por unidade consumida (kWh) (1). O item 02 mostra o custo de adicional da bandeira tarifária vigente no momento (2).

A composição dos valores da fatura de energia se dá da seguinte maneira (há um quadro onde estão listados os itens, Energia, Distribuição, Transmissão, Tributos e Encargos (3):

- Energia: Parcela destinada ao pagamento dos geradores que vendem energia elétrica para a COPEL Distribuidora S.A.;
- Distribuição: Parcela destinada a investimentos e custos operacionais nas redes de distribuição;
- Transmissão: Parcela destinada ao pagamento do transporte de energia das usinas até as subestações;

- Tributos: Parcela destinada ao pagamento dos impostos Estadual (ICMS) e Federal;
- Encargos: parcela destinada ao pagamento das obrigações compulsórias do setor elétrico estabelecido por lei. Estes valores são arrecadados pela COPEL e transferidos para a Eletrobrás;
- Total: É a soma de todos os valores dos itens citados acima. Em nosso exemplo soma-se R\$26,29 + R\$8,32 + R\$0,89 + R\$23,52 + R\$8,18 que totalizam R\$67,20.

Para se obter o valor do item Tributos, na Figura 5, somam-se os valores do item Valor do ICMS (4) (R\$19,48) e o valor de PIS e COFINS (5) (R\$4,04) e obtém-se um determinado valor, que totaliza $R\$19,48 + R\$4,04 = R\$ 23,52$.

E além destes encargos, outra tarifa que se faz presente hoje nas faturas de energia elétrica é a bandeira tarifária. Instituídas no ano de 2015, as bandeiras tarifárias refletem os custos variáveis da geração de energia elétrica. Dependendo das usinas utilizadas para gerar a energia, esses custos podem ser maiores ou menores. Antes das bandeiras, essas variações de custos só eram repassadas no reajuste seguinte, um ano depois. Com as bandeiras, a conta de energia passa a ser mais transparente e o consumidor tem a informação no momento em que esses custos acontecem. Em resumo: as bandeiras refletem a variação do custo da geração de energia, quando ele acontece (ANEEL 2, 2015).

Existem 3 tipos de bandeiras tarifárias que podem estar em vigência, sabendo que apenas uma delas é aplicada por vez. São elas:

- Bandeira verde: condições favoráveis de geração de energia. A tarifa não sofre nenhum acréscimo;
- Bandeira amarela: condições de gerações menos favoráveis. A tarifa sofre acréscimo de R\$0,025 para cada kWh consumido;
- Bandeira vermelha: condições mais custosas de geração. A tarifa sofre acréscimo de R\$0,055 para cada kWh consumido.

Quando a bandeira está verde, as condições hidrológicas para geração de energia são favoráveis e não há qualquer acréscimo nas contas. Se as condições são um pouco menos favoráveis, a bandeira passa a ser amarela e há uma

cobrança adicional, proporcional ao consumo, na razão de R\$ 2,50 por 100 kWh. Já em condições ainda mais desfavoráveis, a bandeira fica vermelha e o adicional cobrado passa a ser proporcional ao consumo na razão de R\$ 5,50 por 100 kWh. A esses valores são acrescentados os impostos vigentes (ANEEL 2, 2015).

Desta forma, em nosso exemplo, o valor final será $R\$26,29 + R\$8,32 + R\$0,89 + R\$23,52 + R\$8,18 = R\$ 67,20$, que pode ser visto em (6) na Figura 5.

Uma possível mudança de bandeira tarifária se dá a cada mês. O Operador Nacional do Sistema reavalia as condições de geração de energia hidrelétrica atuais e decide se as usinas termelétricas devem ser acionadas ou não. O Operador Nacional do Sistema define o uso das bandeiras da seguinte forma: se o custo variável de geração da termelétrica for menor que R\$200/MWh, a bandeira será verde. Se estiver entre R\$200 e R\$388,48/MW, a bandeira será amarela. E se o custo for superior aos R\$388,48 a bandeira utilizada será a vermelha.



Figura 6 - Estados que fazem parte do Sistema Interligado Nacional.

Fonte: ANEEL 2, 2015.

A Figura 6 nos mostra a rede de abrangência do Sistema Interligado Nacional. Os estados em verde fazem parte do Sistema Interligado Nacional e os estados em branco (que são respectivamente Amapá, Amazonas e Roraima) não participam do sistema de regulamentação do SIN. Esta não participação se dá devido a não totalidade de conexão aos sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica coordenados pelo SIN.

Isto por que os estados em branco não participam do sistema criado pela ANEEL. Já os estados em verde participam do sistema de bandeiras tarifárias.

É importante saber deste uso das bandeiras tarifárias e dos impostos para que o usuário de energia adapte o seu consumo em sua residência/comércio/indústria visando diminuir os gastos desnecessários, pois como vimos, os impostos possuem um alto valor e são cobrados sobre o valor consumido. E também para que possam ser executados, em casos específicos, políticas de eficiência energética planejadas.

2.3 SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Sempre existiu a busca pela segurança em instalações elétricas no Brasil. Mas em decorrência da falta de conscientização da sociedade em relação ao assunto, isso fez com que de certa maneira este tópico fosse tratado com uma menor importância. Devido a essa desatenção, as falhas nas instalações e os erros de projeto acarretaram em sistemas elétricos mal dimensionados e instalações elétricas com baixo nível de segurança e eficiência.

Para que estes problemas fossem tratados com maior atenção, foram criados os programas compulsórios do governo federal, com destaque entre eles o Programa Casa Segura. O Programa Casa Segura é um projeto de conscientização e orientação sobre os riscos de acidentes causados por instalações elétricas inadequadas e o impacto destas instalações no consumo excessivo de energia, na desvalorização das edificações e na segurança dos imóveis (PROGRAMA CASA SEGURA, 2005).

Mesmo com a crescente conscientização, as normas e programas desenvolvidos nem sempre são aplicados de maneira eficiente. Uma das maneiras possíveis para o aumento dessa eficiência seria tornar a aplicação da ABNT NBR 5410, 2004 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão – compulsória para estes casos de edificações antigas, fazendo com que todas estas instalações elétricas fossem monitoradas e mantidas com o maior padrão de segurança possível. A ABNT NBR 5410 atende aos requisitos propostos pela IEC – *International Electrotechnical Commission* – que é a principal entidade que cria normas técnicas no setor de eletricidade. Dessa maneira pode se observar que o Brasil conta com uma norma regulamentada internacionalmente que atende todos os requisitos de segurança estabelecidos.

Mas devido à grande quantidade de edifícios, residências e instalações elétricas antigas presentes no Brasil e ainda aliado à uma falta de fiscalização e monitoramento eficientes, não há um controle efetivo sobre a implantação dos padrões de segurança necessários em instalações elétricas.

2.3.1 Panorama das Instalações Elétricas em Edificações Antigas

Segundo DANIEL (2010), a falta de monitoramento da segurança em instalações elétricas em edificações antigas é um assunto de extrema importância e merece atenção. Através do levantamento do Programa Casa Segura feito na cidade São Paulo nos anos de 2005 e 2006, foi constatado que cerca de 16 mil instalações residenciais possuem mais de 20 anos de construção.

Para que o programa fosse iniciado, uma amostra de 150 edifícios foi tomada como base, todos eles situados em diversos bairros da cidade de São Paulo.

O relatório do Programa Casa Segura mostra que, após avaliações feitas com base nas normas técnicas vigentes no Brasil, alguns dados de extrema importância foram levantados:

Tabela 1 - Lista de problemas estruturais identificados pelo Programa Casa Segura.

Tipo de desvio	Porcentagem sobre o Total
Falta de Condutor de Proteção	98%
Falta de Dispositivo contra Sobretensão	100%
Evidências de aquecimento excessivo dos condutores	53%
Dispositivo de proteção incompatível com os condutores	93%
Quadro de distribuição com partes energizadas acessíveis	79%
Quadro com materiais combustíveis	82%
Falta de dispositivo de proteção residual - DR	98%
Falha no SPDA (aterramento, descidas, continuidade)	85%

Fonte: Programa Casa Segura, 2005, São Paulo.

Os dados obtidos pelo Programa Casa Segura em 2005 e que são apresentados na Tabela 1 mostram os desvios encontrados em instalações com mais de 20 anos de idade na cidade de São Paulo. Estes desvios são a falta de componentes básicos de segurança que devem estar presentes em qualquer instalação elétrica. Esta falta de componentes além de poder causar acidentes e proporcionar um gasto desnecessário de energia elétrica, pode permitir a fuga de corrente e o efeito Joule.

Ainda através de ZAMPIÉRI, GAVLOVSKI E SCHIMITT (2003), pôde-se obter um panorama aproximado da situação das instalações elétricas em edificações na região metropolitana da cidade de Curitiba.

Em um universo amostrado de 42 edifícios (estes com no mínimo 6 anos de edificação), 71% destes possuem mais de 12 anos de construção e 61% estavam há mais de 7 anos sem realizar manutenção, fato este que será levado em conta neste trabalho. Outros dados importantes foram levantados e mostrados na Tabela 2.

Tabela 2 – Lista de problemas estruturais em condomínios com mais de 12 anos de construção.

Tipo de Desvio	Porcentagem sobre o total
Falta de fio terra em tomadas das instalações elétricas	100%
Falta de adequados dispositivos de proteção instalados	37%
Falta de barramento nos quadros de energia elétrica	77%
Utilização do condutor neutro como proteção nas instalações	97%
Falta de condutores com seção abaixo da normalizada	47%
Falta de acesso a partes vivas da instalação elétrica	40%
Falta de iluminação de emergência	90%
Falta de projeto elétrico do condomínio	90%
Falta de dispositivo/condutor inadequado ou inoperante na instalação elétrica	43%
Falta de identificação nos dispositivos de proteção de quadros de energia elétrica	69%

Fonte: Adaptado de ZAMPIÉRI, GAVLOVSKI E SCHIMITT (2003).

Obs.: Todos os dados acima foram adaptados. Os gráficos presentes em ZAMPIÉRI, GAVLOVSKI E SCHIMITT (2003) possuem mais de um parâmetro de idade de construção para análise. Como este trabalho trata sobre edifícios antigos (mais de 10 anos de edificação), apenas os dados relevantes foram utilizados.

Obs1: Entende-se por seção normalizada de condutor as seções de condutor que são de 1,5mm² para circuitos de iluminação e de 2,5mm² para tomadas de uso geral (padrão estabelecido pela ABNT NBR 5410, 2004).

Estes dados mostram a falta de aplicação das normas vigentes, a ausência de um sistema de manutenção adequado e a falta de orientação de um profissional habilitado. Tudo isto torna um sistema elétrico residencial passivo ao acontecimento de acidentes graves e ao desperdício de energia.

2.2.1.1 Fatores elétricos que aumentam as perdas de energia nas instalações elétricas

Existem alguns fatores que contribuem de maneira significativa para o aumento do consumo de energia elétrica em qualquer instalação elétrica, seja ela residencial, comercial ou industrial. Estes fatores não dependem das maneiras de uso de energia e sim de fatores estruturais não planejados corretamente.

2.2.1.1.1 Fuga de corrente elétrica

Todos os dados apresentados na Tabelas 1 e 2 nos mostram que além de acidentes, a falta de manutenção juntamente com o mau dimensionamento podem gerar focos de desperdício de energia. Um dos problemas mais comuns que aumenta o consumo de energia elétrica é a fuga de corrente.

A fuga de corrente é o chamado “vazamento” de corrente elétrica. Para facilitar a detecção desse problema, os circuitos devem ter um dispositivo chamado DDR (Disjuntor Diferencial Residual). Esse elemento desarma no caso de fuga de corrente e, com isso, evita choques em pessoas e danos em equipamentos. O DDR é um fator de proteção e, por isso, sua instalação é obrigatória particularmente em circuitos de tomadas de áreas úmidas, como banheiros e cozinhas. Em redes sem DDR, o que não é permitido, o principal sinal de que existe fuga de corrente é o choque elétrico ao tocar aparelhos com carcaças metálicas.

Para que se evite a fuga de corrente elétrica, algumas medidas simples podem ser tomadas. Dentre elas estão:

- Dimensionamento adequado da instalação elétrica em relação à carga estabelecida;
- Uso de materiais adequados durante a montagem do sistema elétrico;
- Evitar emendas, soldas e adaptações improvisadas;

- Manutenção periódica nas instalações elétricas.

2.2.1.1.2 Perdas por efeito Joule

As perdas por efeito Joule são mais conhecidas por sobreaquecimento dos condutores elétricos de uma instalação. Quando uma corrente elétrica passa por um resistor, este converte energia elétrica em energia térmica. O resistor dissipa a energia em forma de calor. Assim a potência total do sistema diminuiu. O aquecimento de um resistor por passagem de uma corrente é chamado de efeito Joule (Info Escola 1, 2014).

Quando a quantidade de corrente que flui através de um determinado condutor excede o valor nominal suportado pela seção deste mesmo condutor, ele tende a produzir uma maior quantidade de calor, fazendo assim com que a quantidade de energia desperdiçada seja ainda maior. Para que o efeito Joule seja diminuído em uma instalação elétrica, a principal medida a ser tomada é que seja realizado o correto dimensionamento dos condutores de todos os circuitos dentro de um sistema elétrico qualquer.

Um dos exemplos mais comuns de perdas por efeito joule em instalações elétricas é o uso de lâmpadas incandescentes. Uma lâmpada incandescente usa apenas cerca de 8% da energia provida para sua potência nominal. Os outros 92% da energia disponível não são usados para a iluminação do ambiente e são transformados em calor através do efeito Joule.

2.2.1.2 Fatores mecânicos que propiciam a perda de energia em instalações elétricas

Dentro dos possíveis fatores mecânicos que contribuem diretamente para o desperdício de energia em uma instalação está a baixa eficiência de motores elétricos. Segundo BORNE (2010), as perdas em motores podem ser divididas em perdas ôhmicas, perdas magnéticas, perdas mecânicas e perdas suplementares.

- Perdas ôhmicas: as perdas ôhmicas nada mais são do que as perdas por efeito Joule. Elas se dão nas barras dos rotores e nos enrolamentos do estator das máquinas elétricas em questão. Como no efeito Joule comum, as perdas aumentam quando há um incremento de corrente e temperatura nos condutores;
- Perdas magnéticas: estas perdas acontecem quando há correntes parasitas que aparecem em função da alteração da densidade do fluxo no ferro da máquina (apenas quando o enrolamento principal de excitação está energizado) (BORNE, 2010);
- Perdas mecânicas: possuem origem no atrito entre escovas e mancais do motor. Quando há um sistema próprio de ventilação no motor, há perda de potência quando há a necessidade de remover o ar de dentro da máquina através do sistema de ventilação;
- Perdas suplementares: estas perdas são as perdas adicionais do núcleo produzidas no entreferro pela distorção do fluxo magnético pela corrente de carga e também se originam na distribuição não uniforme de corrente no cobre;

2.3.2 Maneiras para se diminuir o consumo de energia elétrica e aumentar o nível de eficiência de equipamentos

Uma das maneiras mais comuns de se diminuir o consumo de energia elétrica em uma residência ou edifício é a troca de lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes ou LED. Hoje as lâmpadas mais utilizadas são as lâmpadas fluorescentes, isso em decorrência de que a lâmpada LED tem um preço maior em relação a fluorescente (dependendo da potência da lâmpada a ser escolhida). Em alguns casos este valor chega a ser entre 2 e 3 vezes o valor de uma lâmpada fluorescente (para as lâmpadas mais acessíveis do mercado).

Tabela 3 – Comparativo entre lâmpadas à disposição no mercado.

Tipo	Potência	Eficiência Média	Fluxo Luminoso Total	Vida útil (horas)	Preço (R\$)	Preço (US\$)
Incandescente	60W	15 lm/Watts	900 lumens	1000	1,00	0,32
Fluorescente	15W	60 lm/Watts	900 lumens	8 mil	6,99	2,24
LED	7W	130 lm/Watts	910 lumens	50 mil	14,5	4,64

*Pesquisa de valores realizada em maio de 2015. (AIHA, 2015) e (TUDOSEG, 2015).

Os valores das lâmpadas em dólares foram aproximados, utilizando a cotação do dólar americano a R\$3,13 para o dia 03/07/2015. (UOL, 2015)

Obs.: Para o cálculo do valor do Fluxo Luminoso Total, faz-se a multiplicação da Potência da lâmpada pela sua Eficiência Média.

Na Tabela 3 podemos comparar os valores de eficiência luminosa média, a vida útil em horas e os valores de compra dos 3 tipos de lâmpada encontrados no mercado brasileiro.

Pode-se, através dos dados apresentados nesta tabela, inferir que uma lâmpada LED possui um ciclo de vida aproximadamente igual ao de 6,25 lâmpadas fluorescentes. Isto nos mostra que durante o uso de apenas uma lâmpada LED, serão usadas 6,25 lâmpadas fluorescentes. A partir desta afirmação pode-se dizer também que o custo de uma lâmpada LED é muito menor em relação a 6,25 vezes o valor de uma lâmpada fluorescente

Os modelos de lâmpadas apresentados na Tabela 3 foram escolhidos por representarem lâmpadas de potência equivalentes (uma lâmpada incandescente de 60W equivale a uma lâmpada fluorescente de 15W e equivale a uma lâmpada LED de 7W). Tudo isso para que se pudesse realizar um comparativo com lâmpadas semelhantes eletricamente.

Em contrapartida ao alto custo de instalação, está a grande eficiência das lâmpadas LED em relação aos outros dois modelos. Não apresentam uma quantidade significativa de perdas, por isso possuem uma eficiência energética bem mais elevada.

Além das lâmpadas, ainda há uma das fontes de maior consumo de energia nos edifícios. Essa fonte são os motores elétricos usados em elevadores e bombeamento de água (usos mais comuns em edifícios habitacionais). Um motor pode economizar ou consumir mais energia elétrica, considerando variações em sua corrente ou carga e se foi dimensionado corretamente ou não.

Quando um motor é dimensionado de forma correta, uma menor quantidade de corrente é necessária para que seja executada certa tarefa e o seu fator de potência tende a aumentar (o fator de potência mede a parcela de potência aparente que é transformada em potência útil. Quanto mais próximo do valor unitário melhor é a situação de qualquer equipamento em questão). A faixa ideal de operação de um motor é de 75 a 100% de sua capacidade de carga.

Quando se diminui a quantidade de corrente necessária para se acionar um motor elétrico, conseqüentemente se reduz a quantidade de perdas por efeito Joule que correntes de alta intensidade produzem nos cabos de alimentação. Outro fator a ser levado em conta com a diminuição da corrente é o barateamento do investimento em sistemas de proteção e acionamento destes motores.

O Artigo nº 95 da Resolução ANEEL nº414 de 09 de setembro de 2010 nos diz que o fator de potência nas unidades consumidoras deve ser superior a 0,92 capacitivo durante 6 horas da madrugada e 0,92 indutivo durante as outras 18 horas do dia. Levando isto em conta, quanto mais próximo de (ou estável em) 0,92 menor será o investimento em sistemas de correção de fator de potência e multas por consumo de energia reativa excedente.

Segundo GARCIA (2003), além do sobredimensionamento, outros fatores podem ser levados em consideração no momento de avaliar a eficiência de um motor elétrico. Dentre eles podemos citar: rebobinamento, ambiente de instalação do motor, alimentação elétrica e sua manutenção.

- Ambiente de instalação: alinhamento, fixação, temperatura, ambiente em geral. Estas condições não adequadas afetam significativamente seu desempenho. Mesmo sabendo que isto afeta o desempenho de um motor, é difícil quantificar o impacto no rendimento;
- Alimentação elétrica: casos comuns são o desbalanceamento entre as fases de alimentação e a entrada de harmônicos na alimentação do motor. Podem ser desequilíbrios vindos da alimentação da concessionária de energia ou até mesmo da diferença de indutância dos cabos alimentadores. Esta diferença de indutância pode gerar torques de sequência negativa que acabam por tentar fazer o motor girar em sentido contrário ao da sua operação, fazendo com que aumente seu consumo de energia;
- Rebobinamento: quando há a chamada “queima” do motor, ou seja, perda de isolamento entre as espiras de uma mesma bobina, bobinas de diferentes fases ou até mesmo entre certa bobina e o núcleo do motor, GARCIA (2003) afirma que houve, tecnicamente, um curto circuito entre espiras, entre fases ou fase-terra;
Para que se faça o conserto do motor, as espiras e as isolações danificadas são substituídas. A este processo de substituição de espiras se dá o nome de rebobinamento. Se este processo de substituição não for realizado de maneira eficiente, correta e utilizando os materiais adequados, pode-se danificar internamente o motor e com isso aumentar as perdas na operação;
- Manutenção: as manutenções programadas contribuem para que o equipamento possa realizar de maneira satisfatória sua tarefa. Lubrificação correta, limpeza, conexões de cabos de alimentação bem efetuadas. Estes fatores contribuem para que se aumente o desempenho do equipamento, mas infelizmente nem sempre são realizadas.

3 METODOLOGIA

A norma NBR 5410, em seu item 4.1.14, no que diz respeito à Verificação da Instalação: “As instalações elétricas devem ser inspecionadas e ensaiadas antes de sua entrada em funcionamento, bem como após cada reforma, com vista a assegurar que elas foram executadas de acordo com esta Norma” (ABNT NBR 5410, 2004).

Ainda como complemento de diretriz, o artigo nº 130 da Lei Municipal 11095 da Cidade de Curitiba - Código de Posturas da Cidade de Curitiba para Instalações (CURITIBA, 2005), as instalações elétricas deverão ser inspecionadas anualmente, por pessoa qualificada e autorizada pela prefeitura, de forma que se verifiquem as condições das instalações e suas adequações às normas vigentes.

Tendo estas diretrizes em vista, o intuito deste trabalho é construir um roteiro de pesquisa metodológico para que se efetue a verificação, inspeção e manutenção de equipamentos elétricos e mecânicos em condomínios nas áreas de uso comum de edifícios com mais de 10 anos de edificação. Pode-se subdividir este roteiro em três seções: avaliação das instalações do edifício, avaliação do estado dos equipamentos mecânicos e guia de manutenção programada para a área de uso comum do condomínio.

3.1 AVALIAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO EDIFÍCIO

Nesta seção ter-se-á como objetivo a verificação da situação das instalações principais do edifício (quadro de distribuição geral, disjuntores e cabeamento utilizados na montagem do QDG, sistema de iluminação) que estão diretamente ligados ao consumo de energia de forma mais significativa. Estas rotinas de verificação estão presentes no manual do programa Casa Segura (2005) e serão utilizadas apenas para o item 3.1.

3.1.1 Inspeção do Quadro de Distribuição Geral

Nesta etapa algumas verificações serão feitas no quadro de distribuição geral do edifício. Estas verificações serão feitas para que não haja perda de energia elétrica desde a entrada de energia no edifício e para que haja segurança ao se operar o quadro de distribuição geral. Abaixo seguem as verificações recomendadas:

- Verificar o estado de conservação geral: os quadros sujos e/ou enferrujados devem passar por manutenção corretiva e todos os circuitos de uso comum da edificação devem possuir sistema contra sobrecarga e curto-circuito;
- Pesquisar a existência também de uma proteção geral contra sobrecorrentes e sobretensões (no caso devem ser disjuntores característicos para esta função e/ou fusíveis);
- Averiguar a existência de um dispositivo de proteção diferencial residual (DDR) para que, em caso de fuga de corrente de um maior valor que o especificado em projeto, ele seccione a alimentação dos circuitos e faça a proteção de maneira adequada;
- Apurar se existe proteção contra contato direto com as partes vivas do sistema de alimentação, assim evitando acidentes com a parte energizada do quadro;
- Constatar a existência de barramento de aterramento possuindo os devidos condutores de proteção;
- Analisar o local de instalação do quadro de distribuição, tendo em vista que deve estar posicionado em local de fácil acesso e operação para que, durante manutenções, não coloque em risco a integridade dos transeuntes.

3.1.2 Disjuntores

Do mesmo modo para que não haja fuga de corrente (o que aumenta consideravelmente o consumo de energia) ou até mesmo uma sobrecarga nos circuitos de alimentação do edifício, os disjuntores devem ser analisados visual e tecnicamente. E para que um disjuntor possua um alto grau de confiabilidade e eficiência em sua operação, ele deve estar com sua manutenção em dia. Para que isso aconteça alguns aspectos devem ser levados em conta e analisados na inspeção técnico-visual:

- Verificar o desarmamento do disjuntor em uma situação de evento (sobrecarga ou curto circuito);
- Verificar um possível desarmamento intermitente do disjuntor;
- Analisar um possível não fechamento ou não abertura do disjuntor:
- Averiguar se o mecanismo de operação do disjuntor não se encontra estável em uma posição (nível intermediário, nem aberto nem fechado totalmente);
- Apurar se existe oxidação dos terminais do disjuntor (isto faz com que a resistência dos contatos aumente);
- Presença de item inoperante no disjuntor.

3.1.3 Condutores

Através da NBR 5410:2004, no seu item 8.3.1 – Condutores, deve-se realizar inspeção para que certas características dos condutores estejam de acordo com a norma acima citada e para que se possa operar qualquer quadro de distribuição ou dispositivo de maneira segura. Os itens a serem verificados são:

- Estado de isolamento dos condutores e seus dispositivos de fixação e suporte;
- Existência de sinais de aquecimento excessivo, rachaduras, ressecamento, fiação, identificação e limpeza.

Ainda além destes itens verificar-se-á se o edifício possui projeto arquitetônico juntamente com suas plantas elétrica e hidráulica.

A partir da verificação da existência dos projetos será verificado se os condutores atendem o dimensionamento mínimo exigido pela norma NBR 5410 e se a coloração dos condutores de neutro e aterramento (se existir aterramento) estão na coloração exigida pela norma (neutro em azul e terra em verde).

3.1.4 Sistema de Iluminação

Para que não se despenda uma quantidade de energia maior do que o necessário na iluminação de um edifício, uma solução a ser implantada é um sistema de sensores de presença. Este entra em funcionamento após reconhecimento de um indivíduo no espaço iluminado e funciona por uma quantidade de tempo definida na sua configuração, fazendo com que a luz fique acesa somente o tempo necessário.

Ainda para que se diminua o consumo de energia com iluminação, pode-se realizar a troca de lâmpadas incandescentes por fluorescentes e, dependendo da situação, até por lâmpadas a LED. As lâmpadas fluorescentes proporcionam um gasto menor de energia em relação às lâmpadas incandescentes e as lâmpadas a LED consomem energia a uma taxa menor em relação as lâmpadas fluorescentes.

3.2 AVALIAÇÃO DO ESTADO DOS EQUIPAMENTOS MECÂNICOS

Nesta seção sugestões serão feitas para que se possa avaliar a eficiência e o dimensionamento dos motores utilizados para os sistemas de bombeamento de água e para o sistema de elevadores.

3.2.1 Motores para Sistema de Elevadores e Bombeamento de Água

Para que um motor elétrico possua uma alta confiabilidade em desempenhar suas tarefas, alguns requisitos devem ser preenchidos e analisados por um profissional especializado para que se possa extrair o maior rendimento possível do equipamento. Estes requisitos seguem abaixo:

- Carregamento conveniente do motor: verificar se o carregamento do motor está de acordo com a sua utilização. Em caso de não conformidade em relação ao dimensionamento da carga do motor, o profissional que estará realizando a inspeção deverá sugerir ao síndico que faça um redimensionamento e efetue a troca da unidade em questão;
- Ventilação adequada: averiguar se o local onde está instalado o motor possui uma corrente de ar ou local de escape para o ar produzido pelo motor. Isto para que o motor não sobreaqueça e perca rendimento;
- Controle da temperatura ambiente: apurar se o local onde está instalado o motor não ultrapasse o valor de temperatura especificado no manual de operação. Este valor de temperatura mostra qual a temperatura ambiente máxima na qual o motor em questão pode operar sem perda de rendimento;
- Variações de tensão: este item cabe tanto à concessionária de energia quanto às instalações do edifício para ser cumprido.
 - À concessionária de energia: deve transmitir uma tensão estável sem que haja variação.
 - Instalações: as instalações do edifício devem estar dimensionadas de forma que não haja uma queda de tensão até os terminais de alimentação do motor, fazendo com que este execute uma partida subexcitado.
- Degradação dos isolantes térmicos: o profissional que estará realizando a vistoria e manutenção deverá averiguar se os materiais isolantes do motor estão em estado aceitável de operação. Além de verificar visualmente, deverá também levar em conta alguns fatores:

- Verificar se existem sobretensões nos terminais de alimentação do motor;
- Averiguar se durante a partida do motor existem casos de sobrecorrente;
- Apurar se o motor está instalado em local salubre, para que não haja penetração de partículas que possam formar pontes condutoras.
- Eliminação de vibrações: as vibrações não programadas causam redução no rendimento do motor. Para que isto seja verificado, algumas diretrizes devem ser seguidas:
 - Verificar se o motor se encontra com sua base fixada de maneira satisfatória;
 - Apurar se existem folgas excessivas nos mancais;
 - Averiguar se o alinhamento do motor está correto;
 - Analisar se o balanceamento das partes giratórias está correto.
- Lubrificação dos mancais: a não lubrificação dos mancais do motor permite que os rolamentos se sobreaqueçam e, conseqüentemente, percam vida útil e o motor diminua seu rendimento. O profissional deverá averiguar o estado da lubrificação dos mancais e tomar as medidas necessárias.

3.2.1.1 Outras Alternativas para Redução de Consumo de Energia em Motores Elétricos

Uma outra medida que pode ser tomada para que se reduza o custo com energia elétrica na operação de elevadores é a instalação de motores com inversores de frequência no lugar de motores com carga fixa.

O inversor de frequência altera a frequência da rede que alimenta o motor do elevador, fazendo com que se possa alterar a velocidade de rotação do motor de forma mais eficiente. Alterando a velocidade do motor, altera-se diretamente o torque do mesmo, podendo-se fazer com que o motor trabalhe com cargas variáveis e diminua seu gasto energético.

Em casos de motores antigos sem inversores de frequência, o motor é ativado para trabalho à plena carga, sem necessidade, gerando assim um maior consumo de energia elétrica. Além da diminuição do consumo energético do edifício, o inversor de frequência possui ótimo custo benefício e aumenta a durabilidade do sistema mecânico do motor por trabalhar de maneira mais suave em suas partidas e frenagens.

Existe ainda outra forma de se reduzir o consumo em motores elétricos quando não é possível a instalação de motores com inversores de frequência. Esta alternativa é a instalação de motores de alto rendimento.

Os motores de alto rendimento são assim chamados por possuírem um rendimento superior ao rendimento de um motor padrão (produzem a mesma potência mecânica de saída de um motor comum com uma menor potência elétrica de entrada) e, conseqüentemente, uma quantidade menor de perdas. Segundo a PROCOBRE, os fatores que propiciam esse aumento de rendimento e diminuição das perdas são os seguintes:

- Maior quantidade de cobre: reduz as perdas por efeito Joule (perdas no estator);
- Chapa magnética com baixas perdas: reduz a corrente magnetizante e, conseqüentemente, as perdas no ferro;
- Enrolamento em dupla camada: resulta em melhor dissipação de calor;
- Tratamento térmico de rotores: reduz as perdas suplementares;
- Menor região de entreferro: também reduz as perdas suplementares.

Devido a estas características melhoradas, os valores de rendimento são significativamente maiores e há uma sensível economia de energia.

Para o caso de motores de alto rendimento alguns fatores devem ser levados em conta antes de se efetuar uma troca. São estes:

- A diferença entre os rendimentos (da unidade já instalada e do motor de alto rendimento): deve-se ter em mão a curva de rendimento em função do carregamento (potência fornecida no eixo) dos motores em questão. Tendo estes dados em mãos pode-se avaliar se é viável ou não uma substituição de motores;

- Número de horas de operação: em casos onde o motor opere por uma quantidade relativamente baixa de horas não se justifica a troca de um motor standard por um motor de alto rendimento;
- Nível de carregamento: deve-se saber quanto da potência nominal do motor está em uso quando o motor estiver operando. Essa informação é de extrema importância sabendo que o rendimento do motor depende diretamente do seu carregamento;
- A tarifa de energia elétrica: dependendo do valor de custo do kWh e também do tipo de contrato estabelecido entre o consumidor e a concessionária de energia, a troca pode não ser viável;
- Taxas de juros: conhecer as taxas de juros vigentes do mercado para se fazer uma análise antes do investimento de capital;
- Vida útil do motor: sabendo que a possível economia de energia se dará durante o ciclo de vida do motor, é importante saber qual o tempo de vida útil do mesmo.

Todos estes fatores sendo levados em conta poderão proporcionar uma troca satisfatória e uma possível redução no consumo de energia.

3.3 GUIA DE MANUTENÇÃO PROGRAMADA

A NBR 5410, através do seu item 4.2.8, recomenda a realização da manutenção nas instalações elétricas:

Devem-se estimar a frequência e a qualidade da manutenção com que a instalação pode contar, ao longo de sua vida útil. Esse dado deve ser levado em conta na aplicação das prescrições das seções 5, 6, 7 e 8, de forma que:

- As verificações periódicas, os ensaios, a manutenção e os reparos necessários possam ser realizados de forma fácil e segura;
- A efetividade das medidas de proteção fique garantida;
- A confiabilidade dos componentes, sob o ponto de vista do correto funcionamento da instalação, seja compatível com a vida útil prevista desta (ABNT, 2004, item 4.2.8).

As sessões 5,6,7 e 8 tratam sobre proteção para garantir segurança, seleção e instalação dos componentes, verificação final, quadros de distribuição e painéis respectivamente.

No item 8 a NBR 5410 traz um item completo sobre como executar esta manutenção, mostrando aspectos que deverão ser seguidos para que se faça uma manutenção correta e de qualidade. Estes aspectos são:

- Qualificação do pessoal;
- Verificações de rotina – Manutenção preventiva;
- Manutenção corretiva;
- Periodicidade.

Para este trabalho fazer-se-á um guia para que os quatro itens acima sejam cumpridos de maneira eficiente e que a manutenção no edifício seja realizada dentro dos padrões estabelecidos pelas normas.

3.3.1 Qualificação do Pessoal

Para todos os serviços executados nas instalações elétricas deve ser previsto a utilização de profissionais habilitados, como indica a NBR 5410 no item 4.1.15 (ABNT, 2004).

Ainda outra norma que complementa as regularizações no setor elétrico é a NR-10 (Ministério do Trabalho e Emprego, 2005). No item 10.8 da referida norma são apresentados os níveis de capacitação que o profissional deve possuir para realizar trabalhos na área de eletricidade.

Deste modo, deve-se procurar empresas de manutenção que possuam profissionais habilitados nas normas de segurança vigentes para que se realizem os trabalhos necessários sem maiores transtornos.

3.3.2 Verificações de rotina – Manutenção preventiva

Segundo MONCHY (1989), a manutenção preventiva é a manutenção efetuada com a intenção de reduzir a probabilidade de falha de um bem ou a degradação de um serviço prestado. MONCHY (1989) ainda diz que se trata de uma intervenção de manutenção prevista, preparada e programada antes da data provável do acontecimento da falha.

Com base nesta definição deve existir um guia, próprio do edifício ou elaborado por empresa que preste estes serviços de manutenção ao edifício, a ser seguido rotineiramente para que as manutenções preventivas sejam realizadas e se evitem defeitos e, posteriormente, falhas que impliquem em manutenções corretivas.

3.3.3 Manutenção Corretiva

MONCHY (1989) nos diz ainda que a manutenção corretiva é a operação da manutenção após a falha. Tendo em vista esta definição, deve-se ficar atento às condições operacionais de todos os equipamentos do edifício para que, em caso de uma falha não programada, a manutenção corretiva seja realizada o mais rápido e eficientemente possível. Tudo isto para que os serviços do edifício sejam restaurados de maneira satisfatória.

4 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

Para se fazer o levantamento da situação das instalações elétricas e mecânicas de condomínios residenciais, foram tomados como base alguns formulários já elaborados em trabalhos anteriores. Deste modo, pôde-se definir a melhor maneira para realizar as inspeções necessárias.

Para o setor elétrico foi utilizado como base o formulário presente em ZAMPIÉRI, GAVLOVSKI E SCHIMITT (2003), por este apresentar grande abrangência de análise comparando-se com os demais formulários analisados. Ainda reiterando que este formulário utilizado como base foi adaptado para este trabalho.

Ainda para a elaboração do roteiro de inspeção elétrica foi utilizado o Manual de Inspeção Visual conforme a IT-41 do CBPMESP. A IT-41 (Instrução Técnica N° 41/2011) é um manual de inspeção visual em instalações elétricas de baixa tensão elaborado pelo Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo. Este Manual foi montado com base em várias Normas Brasileiras Regulamentadoras que dispõe sobre instalações elétricas em vários ambientes de montagem.

Já para o setor mecânico, foi utilizado como base o Manual de Instalação, Operação e Manutenção de Motores Elétricos que a WEG disponibiliza em seu site. A seleção deste manual foi feita adotando-se os mesmos critérios de seleção utilizada para o roteiro de inspeção elétrica.

4.1 METODOLOGIA PARA APLICAÇÃO DO FORMULÁRIO DE INSPEÇÃO

Este item tem por objetivo explicar os procedimentos que serão adotados quando for realizada a visita técnica ao condomínio.

Após adaptações dos formulários utilizados, foi montado uma sequência a ser seguida para que se possa realizar as inspeções de maneira eficiente:

- Quadros;
- Condições Gerais;
- Iluminação;
- Casa de Máquinas e Motores;
- Documentação.

4.1.1 Quadros

Este item tem por objetivo verificar as condições gerais dos quadros (através do item 8.3.2.1 – Estrutura, presente na NBR 5410), sendo possíveis as seguintes denominações:

4.1.1.1 As condições dos quadros são:

- Péssimas: quadros com presença de materiais combustíveis (madeira, plástico, papel, isopor, tecido inflamável), utilização de dispositivos de proteção incoerentes (chaves-faca e fusíveis tipo rolha; capacidade do dispositivo de proteção incompatível com seção dos fios), acesso a partes vivas (sem espelho de proteção e/ou orifícios que permitam contato com barramento ou terminais energizados), péssimo estado de conservação do encapsulamento que delimita o quadro (corrosão, falta de pintura, sujeira), falta de identificação de circuitos e falta de identificação do quadro;
- Regulares: razoável estado de conservação do encapsulamento que delimita o quadro (falta de pintura, sujeira leve), falta de identificação de circuitos e falta de identificação do quadro;
- Boa: falta de identificação do quadro;
- Ótima: não existe nenhuma irregularidade.

4.1.1.2 Há dispositivo de seccionamento/proteção geral no quadro?

Averiguar através de inspeção visual a existência de dispositivo de proteção geral nos quadros de energia elétrica (item 6.3.7.2 – Dispositivos de Seccionamento, NBR 5410).

Havendo ausência de dispositivo geral em apenas um quadro, a resposta para esse item será “não”.

4.1.1.3 Existem dispositivos DDR nos circuitos?

Averiguar se existem Disjuntores Diferenciais Residuais nos circuitos que necessitam conforme orientação da NBR 5410, através do item 5.1.3.2.2- Caso em que o uso de dispositivo diferencia-residual de alta sensibilidade como proteção adicional é obrigatório. Será realizada análise visual no interior dos quadros.

Caso não haja a existência do DDR, a resposta para esse item será “não”.

4.1.1.4 Os dispositivos de proteção instalados são adequados?

Averiguar através de inspeção visual, no interior do quadro, se os dispositivos de seccionamento de circuitos são adequados (disjuntores).

Caso haja em um único quadro a presença de chave-faca e/ou fusível tipo rolha, por exemplo, a resposta para esse item será “não”.

4.1.1.5 Existe acesso a partes vivas?

Averiguar se existe acesso às partes vivas da instalação: espaços para futuras expansões de disjuntores em quadros não protegidos (orifícios abertos permitindo contato com barramento ou terminais energizados), espelhos não

fixados (sem parafusos ou lacres) ou inexistentes, emendas não isoladas, barramento e/ou contatos de disjuntores encostando no espelho ou quadro (item 3.2 – proteção Contra Choques, NBR 5410).

Caso haja apenas um quadro com as características acima, a resposta para esse item será “sim”.

4.1.1.6 O quadro geral está localizado em local adequado e de fácil acesso?

Averiguar, através de inspeção visual, se o acesso aos quadros é de fácil realização e/ou se há algum objeto ou material restringindo o acesso (item 4.1.10 Acessibilidade dos componentes e 6.1.4 – acessibilidade, NBR 5410).

Caso haja obstrução/localização inacessível de apenas um quadro, a resposta para este item será “não”.

4.1.2 Condições Gerais

Este item visa avaliar as condições gerais da instalação elétrica em questão através da verificação da existência de dispositivos danificados, inoperantes ou com operação limitada (no caso dos disjuntores), seção dos condutores, estado operativo dos condutores, entre outras inconformidades.

4.1.2.1 Existe barra de aterramento e condutor de proteção?

Verificar através da inspeção técnico-visual se existem as barras de aterramento e os condutores adequados de proteção.

Se em algum dos quadros não existir qualquer um dos itens, a resposta para esse item será “não”.

4.1.2.2 As cores dos condutores de alimentação e da isolação dos condutores estão conforme a norma (neutro em azul, terra em verde e condutores de alimentação em qualquer cor diferente das cores de terra e neutro)?

Averiguar através de inspeção visual a cor do isolamento dos condutores aplicados na instalação e averiguar também se a cor dos condutores de alimentação é diferente das cores de aterramento e neutro (item 6.1.5.3 – Condutores, NBR 5410). Abrir os quadros de distribuição para realizar a verificação deste item.

Caso haja apenas um condutor que não corresponda à regulamentação da NBR 5410, a resposta para este item será “não”.

4.1.2.3 Existe algum dispositivo ou condutor danificado, com operação limitada ou inoperante?

Averiguar através de inspeção visual (para condutores e disjuntores no interior de quadros) a existência de dispositivos danificados (quebrados, trincados, derretidos, oxidados) em regulamento com os itens 8.3.1 – Condutores e 8.3.2.2 – Quadros de distribuição e Painéis, da NBR 5410.

Indagar ainda ao zelador/sindico se existe desarmamento constante de algum disjuntor, se algum disjuntor não abre ou não fecha, se a chave de algum disjuntor se encontra em posição intermediária (nem aberto e nem fechado).

Caso exista apenas um componente que não esteja funcionando adequadamente, a resposta para este item será “não”.

4.1.2.4 Os condutores utilizados possuem seção abaixo da mínima exigida pela norma (iluminação #1,5mm² e Tomadas de Uso Geral #2,5mm²)?

Averiguar através da inspeção visual a existência de condutores com seção mínima abaixo da especificada pela norma NBR 5410.

- a) Tomadas de Uso Geral: seção nunca inferior a #2,5mm²;
- b) Iluminação: seção nunca inferior a #1,5mm².

4.1.3 Iluminação

Este item visa avaliar as condições do sistema de iluminação presente na edificação, verificando se o sistema de iluminação é funcional e qual(is) o(s) tipo(s) de lâmpada(s) utilizada(s).

4.1.3.1 O sistema de iluminação do condomínio, em todos os locais, é totalmente funcional?

Averiguar através de inspeção técnico-visual se o sistema de iluminação em todos os locais do condomínio está funcionando normalmente (lâmpadas não queimadas, interruptores funcionando (em caso de sistema manual), sensores de presença funcionando (em caso de sistema automatizado) e se não há lâmpadas inoperantes.

Caso haja a existência de apenas uma lâmpada inoperante ou um sensor de presença inoperante ou um interruptor inoperante, a resposta para este item será “não”.

4.1.3.2 Qual(is) o(s) tipo(s) de lâmpada(s) utilizada(s) no condomínio (garagem, corredores, portaria e demais localidades)?

Através de inspeção visual catalogar qual o tipo de lâmpada utilizada nos vários locais comuns do condomínio, anotando a quantidade total de lâmpadas e diferenciando-as entre incandescentes, fluorescente ou lâmpadas LED.

4.1.4 Casa de Máquinas e Motores

Este item tem por objetivo avaliar as condições gerais da casa máquinas onde estão instalados os motores de elevadores/bombeamento de água e verificar se o motor está corretamente instalado e posicionado.

4.1.4.1 O motor está dimensionado corretamente?

Averiguar através de análise ao projeto elétrico (se existir documentação) se os motores dos elevadores estão corretamente dimensionados para a operação atual.

Se o motor estiver fora do dimensionamento adequado para a carga máxima de elevadores (trabalhar com sobreaquecimento para o caso de carga completa), a resposta a este item será “não”.

4.1.4.2 A casa de máquinas é bem ventilada?

Averiguar se a casa de máquinas onde o motor está instalado possui passagem de corrente de ar ou local de escape para que o ar produzido pelo motor seja dissipado.

Se não houver qualquer um dos dois itens acima, a resposta a este item será “não”.

4.1.4.3 Os condutores de alimentação do(s) motor(es) está(ão) dimensionados corretamente?

Averiguar, através de entrevista ao responsável pela manutenção e ao projeto elétrico, se os condutores de alimentação do(s) motor(es) está(ão)

dimensionados corretamente, para que não haja perda excessiva por efeito Joule.

Se apenas um dos condutores estiver abaixo da seção mínima necessária, a resposta para este item será “não”.

4.1.4.4 O(s) motor(es) está(ão) bem fixados em suas bases?

Averiguar se a fixação do(s) motor(es) está feira de maneira correta, para que não haja vibrações não desejadas e perda no rendimento do motor.

Se o motor não estiver fixado corretamente, a resposta a este item será “não”.

4.1.4.5 O motor está bem lubrificado?

Averiguar, através de entrevista ao responsável pela manutenção do(s) motor(es) se a lubrificação dos mesmos se encontra em ordem.

Se não houver lubrificação adequada, a resposta a este item será “não”.

5 TEMPO DE RETORNO DE CAPITAL INVESTIDO

Antes de se realizar alguma troca de equipamentos (motores, lâmpadas), deve-se realizar uma previsão de gasto e se prever um o tempo de retorno de investimento sobre o capital investido (Payback). Nesta seção será elaborado um guia simples, que visará dar conhecimento ao síndico/responsável pelo imóvel para calcular o tempo de retorno em relação ao capital investido na possível troca de equipamentos do condomínio.

5.1 MOTORES ELÉTRICOS

Esta estimativa será feita tendo em vista a troca de um motor standard por um motor de alto rendimento, ambos com a mesma potência nominal.

Segundo (JORDAN, 1992):

“Os motores de alto rendimento são oferecidos pela grande maioria dos fabricantes como uma alternativa vantajosa para determinadas aplicações. Eles custam em geral mais caro que os motores standard (motores normais de linha), mas por outro lado, devido às suas características especiais, especialmente aquelas relacionadas ao rendimento, a sua utilização pode conduzir a vantagens econômicas importantes que serão auferidas ao longo da sua vida útil. A decisão de qual motor deverá ser adquirido, além de uma decisão técnica, é também uma decisão econômica, a qual poderá ocorrer em instalações novas ou quando da substituição de um motor avariado. Deve-se salientar, que os motores de alto rendimento nem sempre são justificáveis e trazem vantagens econômicas. A análise econômica visa, desta forma, fornecer subsídios para que uma decisão possa ser tomada. A fim de que

análise possa ser corretamente realizada, torna-se importante conhecer as principais características dos motores de indução de alto rendimento que os diferenciam dos motores do tipo standard. ”

Tomando como base estas observações mostradas por (JORDAN, 1992), um roteiro de cálculos será elaborado para que o consumidor possa avaliar a viabilidade financeira em caso de optar pela substituição de seu motor standard por um motor de alto rendimento.

Observando-se os aspectos técnicos, para que se tenha em mãos um parecer mais completo para uma possível substituição de equipamentos, devemos calcular alguns parâmetros. São eles:

- Vida útil do motor;
- Economia Mensal de Energia;
- Tempo de retorno simples;
- Tempo de retorno capitalizado (em caso de necessidade de empréstimo a pagar em prestações sobre as quais incide uma determinada taxa de juros);
- Tempo de retorno capitalizado considerando aumento no custo da energia elétrica.

Além destes parâmetros para obtenção de um parecer, poderemos estimar também qual o valor financeiro retornado pelo motor ao longo da sua vida útil.

5.1.1 Vida Útil do Motor

Sabendo-se que o motor de alto rendimento irá proporcionar a economia de energia durante sua vida útil, é necessário estimar qual é a vida útil do motor em questão. Não existe uma forma exata de se estimar esta vida útil, uma vez que todos os dados utilizados são obtidos através de métodos estatísticos.

Há vários fatores que influenciam a vida útil de um motor. O mais importante deles é a temperatura de trabalho. Quanto mais tempo o motor operar sob uma

temperatura de operação que estiver acima da temperatura permitida pela classe de isolamento do motor, maior será o envelhecimento precoce dos seus materiais isolantes. Esse desgaste pode levar a avarias prematuras do motor. Estimativas mostram que para cada aumento de 10°C a 12 °C, a vida útil do motor cai pela metade (NADEL, SHEPARD, GREENBERG, KATZ, ALMEIDA, 1992).

Há ainda estudos estatísticos que mostram que a vida útil de um motor varia de acordo com a sua potência.

Tabela 4 - Vida Útil Média de um Motor de Indução.

Potência (HP)	Tempo de Vida (Anos)	Vida Útil Média (Anos)
>1	10 a 15	12,9
1 a 5	13 a 19	17,1
5 a 20	16 a 20	19,4
21 a 50	18 a 26	21,8
50 a 125	24 a 33	28,5
<125	25 a 38	29,3

Fonte: Andreas, 1982.

A Tabela 4 nos mostra valores de tempo de vida e de tempo de vida útil média de motores de indução. Todos estes dados são aproximados e foram obtidos através de estudos estatísticos. Ainda através do mesmo estudo estatístico, a vida útil estimada para motores de indução é de 13,3 anos, considerando-se todas as faixas de potência.

5.1.2 Economia Mensal de Energia

Depois da determinação da potência do motor standard que está sendo usado e do motor de alto rendimento pelo qual será efetuada a troca, primeiramente devemos calcular as perdas de cada um dos tipos de motor. Isto para que se possa determinar o tempo de retorno do capital investido.

Considerando determinado nível de carregamento dos motores (potência fornecida no eixo) as perdas serão dadas por:

$$n_1 = \frac{P_s}{P_s + P_{p1}} * 100 \quad (1)$$

$$n_2 = \frac{P_s}{P_s + P_{p2}} * 100 \quad (2)$$

Onde:

P_s – Potência do motor standard e de alto rendimento (os dois possuem a mesma potência nesta análise):

P_{p1} – Perdas totais no motor standard (kW);

P_{p2} – Perdas totais no motor de alto rendimento (kW);

n_1 – Rendimento em porcentagem do motor standard;

n_2 – Rendimento em porcentagem do motor de alto rendimento.

Através das equações (1) e (2), a diferença nas perdas ΔP_p em kW será dada pela seguinte equação:

$$\Delta P_p = P_s * 100 * \left(\frac{1}{n_1} - \frac{1}{n_2} \right) \quad (3)$$

Tendo como base uma análise mensal de custo, a redução no consumo ΔC em kWh/mês com a aquisição de um motor de alto rendimento será:

$$\Delta C = \Delta P_p * H \quad (4)$$

Onde:

H – Número de horas de operação durante um mês;

ΔC – Redução no consumo mensal em kWh/mês.

Estas equações consideram um motor trabalhando com carregamento constante e consequentemente com rendimento constante.

5.1.3 Tempo de Retorno Simples

É o tempo necessário para que o capital investido na aquisição do motor de alto rendimento seja pago na forma de parcelas mensais. Parte do valor destas parcelas mensais virá da economia de energia propiciada pela troca do motor.

Em geral o tempo de retorno é expresso em meses e este tempo é previamente estabelecido pelo usuário.

Motores de alto rendimento consomem menos energia mas, em contrapartida, possuem um alto valor de instalação. O tempo de retorno permite estabelecer se o investimento dará retorno a curto, médio ou longo prazo, ou até mesmo, em casos extraordinários, o retorno se dará fora do período de vida útil do motor. Não há um valor que possa ser considerado ótimo ou aceitável para este tempo de retorno, uma vez que tudo depende da análise de cada caso particularmente.

Tendo em vista que a vida útil média de um motor é de 13,3 anos, procura-se obter um valor de tempo de retorno de até 48 meses (4 anos), sendo que a literatura recomenda um valor médio de 24 meses (2 anos). Tempos superiores ou muito próximos dos valores de vida útil dos motores em geral não são aceitos.

Após o tempo de retorno, deve-se saber também se o motor continuará proporcionando economia de energia. Isto pode ser interpretado como um ganho de capital e, este ganho, vai se estender durante toda sua vida útil.

Para o cálculo do tempo de retorno temos:

$$T_{rs} = \frac{\Delta C_a}{\Delta E} \quad (5)$$

$$\Delta C_a = C_{a2} - C_{a1} \quad (6)$$

$$\Delta E = \Delta P_p * H * C_k \quad (7)$$

Onde:

T_{rs} – Tempo de retorno simples em meses;

ΔC_a – Custo adicional na aquisição do motor de alto rendimento;

C_{a1} – Custo de aquisição do motor standard;

C_{a2} – Custo de aquisição do motor de alto rendimento;

C_k – Custo do kWh em R\$;

ΔE – Economia em reais por mês.

Como as parcelas são mensais, o valor obtido através das equações acima deverá ser arredondado para o próximo valor inteiro.

5.1.4 Tempo de Retorno Capitalizado

O tempo de retorno também pode considerar uma determinada taxa de juros. Considerando uma taxa de juros i em valores percentuais, obtém-se o seguinte valor de tempo de retorno capitalizado:

$$T_{rc} = \frac{\log\left(\frac{\Delta E}{\Delta E - \Delta C_a \cdot \frac{i}{100}}\right)}{\log\left(1 + \frac{i}{100}\right)} \quad (8)$$

Onde:

T_{rc} – Tempo de Retorno Capitalizado em Meses.

Como no caso de retorno simples, a equação acima nos dará um valor não inteiro. Como o tempo de retorno está sendo estipulado em meses, deve-se arredondar o valor para o próximo valor inteiro.

Ex: Se o valor encontrado for de 11,23 meses, deve-se arredondar o valor para 12 meses.

Deve-se ter em mente que o tempo de retorno capitalizado será maior que o tempo de retorno simples. Isto em vista de que cada montante de energia economizado mensalmente sofrerá um decréscimo em virtude da aplicação da taxa de juros.

5.1.5 Valor Retornado ao Longo da Vida Útil

Mesmo após o tempo de retorno ter sido cumprido, o motor continuará proporcionando certa economia mensal de energia durante sua vida útil. O valor retornado é dado pela seguinte equação:

$$C_{rs} = (\Delta P_p * H * C_k * V_u) - \Delta C_a \quad (9)$$

Onde:

C_{rs} – Capital retornado durante a vida útil (em R\$);

ΔP_p - Diferença nas perdas entre o motor standard e o motor de alto rendimento, vide equação 3;

H - Número de horas de operação durante um mês;

C_k - Custo do kWh em R\$;

V_u - Vida média do motor em anos (vide Tabela 4);

ΔC_a - Custo adicional na aquisição do motor de alto rendimento em R\$.

Aplicando-se estes parâmetros na equação 9, teremos o valor retornado financeiramente durante toda a vida útil do motor.

Lembrando que as equações de (1) a (9) foram retiradas de (NADEL, SHEPARD, GREENBERG, KATZ, ALMEIDA, 1992).

5.2 LÂMPADAS

A estimativa para troca de lâmpadas será feita através de uma equação simples e poderá ser aplicada a qualquer caso de troca (lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes, lâmpadas fluorescentes por lâmpadas LED, lâmpadas incandescentes por lâmpadas LED).

Tendo em vista que este cálculo não levará em conta um período de operação exato das lâmpadas em cada recinto de qualquer condomínio, o tempo de operação médio deve ser estipulado pelo encarregado responsável da manutenção das lâmpadas.

Considerando uma certa quantidade de tempo de operação das lâmpadas (durante 30 dias por mês) de uma lâmpada (seja ela incandescente, fluorescente, LED), temos a seguinte equação:

$$C_{OL1} = \frac{P_{L1} * C_k * T * 30}{1000} \quad (10)$$

Onde:

C_{OL1} - Custo mensal de operação (R\$) da lâmpada instalada no local;

P_{L1} – Potência (em W) da lâmpada instalada;

C_k - Custo do kWh (R\$);

T - Período de operação da lâmpada em horas

30 – Número de dia em um mês.

E se calculará o mesmo índice para o tipo de lâmpada a ser trocada, onde o elemento L_1 será trocado por L_2 .

$$C_{OL2} = \frac{P_{L2} * C_k * T * 30}{1000} \quad (11)$$

Onde:

C_{OL2} - Custo mensal de operação (R\$) da lâmpada a ser instalada no local;

P_{L2} – Potência (em W) da lâmpada a ser instalada no local.

Após o cálculo do custo operacional de cada lâmpada, será calculada a economia proporcionada pela instalação do segundo modelo de lâmpada fazendo a diferença entre os valores C_{OL1} e C_{OL2} .

$$V_E = C_{OL1} - C_{OL2} \quad (12)$$

Onde:

V_E - Valor de Economia Mensal em R\$.

Depois de calcular o valor da economia mensal de energia, será calculado o valor da diferença entre a instalação de lâmpada número 2 e da lâmpada número 1 (isto assumindo que o custo de instalação da lâmpada número 2 é maior que o custo de instalação da lâmpada 1):

$$V_{DCL} = C_{L2} - C_{L1} \quad (13)$$

Onde:

V_{DCL} - Valor da diferença do custo entre lâmpadas (em R\$);

C_{L2} - Custo de instalação da lâmpada número 2;

C_{L1} - Custo de instalação da lâmpada número 1.

Com os valores de V_{DCL} e V_E , podemos calcular o tempo de retorno de investimento (em meses) pela equação abaixo:

$$T_{RIL} = \frac{V_{DCL}}{V_E} \quad (14)$$

Onde:

T_{RIL} - Tempo de Retorno de Investimento para lâmpadas em meses;

V_{DCL} - Valor da diferença do custo de instalação (em R\$);

V_E - Valor de Economia Mensal em R\$.

Após estes cálculos, poderá se ter uma estimativa de tempo de retorno de investimento (em meses) para que se possa efetuar a troca das lâmpadas do local por lâmpadas mais eficientes.

Obs.: As equações de (10) a (14) foram formuladas pelo autor deste trabalho.

6 ESTUDO DE CASO

Depois de buscar autorização para a realização da visita técnica com o síndico do condomínio, foram marcadas datas e horas para a inspeção visual do quadro geral de distribuição e a visita à casa de máquinas.

O edifício usado como base para o estudo de caso é o edifício Napoli, localizado na Avenida Visconde de Guarapuava 3185. O edifício possui 23 andares contando com térreo e terraço. São 21 andares com 5 apartamentos cada, totalizando 105 apartamentos. Hoje o condomínio conta com um número aproximado de 150 condôminos. Segundo informações fornecidas pelo síndico, o edifício conta hoje com 33 anos de construção (sua construção foi finalizada em meados de 1982 e não há data precisa pois não existe documentação disponível para confirmação). O edifício se encontra em um bom estado de conservação e mantém suas manutenções regulares.

Com o objetivo de se ter um parecer técnico confiável e preciso, a visita às instalações do edifício foi realizada com a presença de um electricista que estava prestando serviços de manutenção para o edifício (vale ressaltar que o electricista, o zelador e o síndico optaram por não divulgar seus nomes neste trabalho e que não foi autorizada a reprodução das imagens do edifício neste trabalho).

Com o auxílio do zelador no dia 27 de abril de 2015, às 9h00min, foi realizada a inspeção técnico-visual do quadro de distribuição geral do edifício. A visita à casa de máquinas foi realizada no dia 2 de maio de 2015, às 10h00min.

Com o objetivo de se ter um parecer técnico confiável e preciso, as visitas às instalações do edifício foram realizadas com a presença de profissionais capacitados e autorizados por lei (tanto a inspeção técnico-visual quanto a visita à casa de máquinas).

Como o edifício possui apenas um bloco, só existe um quadro geral para toda a edificação. Já a casa de máquinas do edifício possui dois motores independentes, um para cada elevador.

6.1 SITUAÇÃO DO QUADRO GERAL DE DISTRIBUIÇÃO

Depois de realizar a inspeção técnico-visual com o auxílio do eletricista presente, algumas observações puderam ser feitas:

- A condição de conservação do quadro de distribuição geral é boa: possui identificação, está com sujeira leve, possui a identificação dos circuitos presentes;
- O quadro geral possui dispositivo de proteção contra o acesso direto a partes vivas da instalação elétrica;
- O quadro de distribuição geral não possui uma boa localização (se encontra em corredor), sendo que para sua operação é necessário que se interdite a porta de acesso à garagem do prédio.

Obs.: Para melhor visualização da situação do quadro de distribuição geral, visualizar o Apêndice A.

6.2 CONDIÇÕES GERAIS

Durante a inspeção técnico-visual (ainda com o auxílio do eletricista) foram levantados dados gerais das instalações da área comum do edifício:

- Não foram contabilizados dispositivos inoperantes, danificados ou com operação limitada;
- Não há aterramento para as tomadas, sendo que todas as tomadas são monofásicas e o terra utilizado nos circuitos do edifício é o condutor de neutro;
- A coloração adequada dos condutores se dá para os fios de neutro e de fase, lembrando que não há sistema de aterramento;
- A seção mínima exigida pela norma NBR 5410 para condutores está sendo cumprida (iluminação #1,5mm² e Tomadas de Uso Geral #2,5mm²);

Obs.: Estas condições gerais referem-se às áreas comuns do edifício.

6.3 ILUMINAÇÃO

Em todos os andares do edifício a iluminação se mostrou totalmente funcional (não apresentou interruptores com mau funcionamento, lâmpadas queimadas ou sistema de sensores não funcional). Além disso, o edifício possui 110 lâmpadas, **sendo todas elas fluorescentes**. (Para melhor visualização, consultar Apêndice B)

6.4 CASA DE MÁQUINAS E MOTORES

Como dito anteriormente, a visita à casa de máquinas foi acompanhada de um profissional autorizado e capacitado para que pudesse ser efetuada de maneira segura.

Como as manutenções são periódicas (são realizadas mensalmente) e realizadas por profissionais autorizados, o motor se encontrava lubrificado e bem fixado. Ainda vale ressaltar que os condutores de alimentação do motor estão dimensionados corretamente assim como o motor está bem dimensionado para sua função.

Outro fator importante para o bom desempenho do motor, foi a ventilação da casa de máquinas. Os dois motores estão alojados em um local espaçoso, muito bem limpo e arejado, o que contribui para seu bom funcionamento e para o aumento de sua eficiência. (Para melhor visualização, consultar Apêndice C)

6.5 TEMPO DE RETORNO DE INVESTIMENTO

Nesta seção serão aplicadas as equações mostradas no capítulo 5 para que se possa ter uma estimativa quanto ao tempo de retorno sobre investimento em caso de troca dos equipamentos utilizados atualmente no edifício.

6.5.1 Lâmpadas

Após levantamento efetuado no dia 30/04/2015, foram contabilizadas 110 lâmpadas presentes no edifício (iluminação em todos os andares, recepção e estacionamento). Vale ressaltar também que todas estas lâmpadas são fluorescentes e possuem uma potência de 15W (para visualizar a situação da iluminação das áreas comuns, consultar o Apêndice B).

Além desta quantidade de lâmpadas, um monitoramento foi feito em um dos andares, onde se aproximou uma quantidade de horas de operação diária das lâmpadas. No dia 04/05/2015 o levantamento foi realizado e um tempo aproximado de operação foi calculado: este tempo corresponde a aproximadamente 3 horas diárias (entre ligamentos e desligamentos das lâmpadas pelos sensores). Para efeitos de cálculo, esta estimativa foi replicada para todos os andares do prédio.

Como o edifício já possui um modelo de lâmpadas fluorescentes, será feito apenas um cálculo, que será para substituição por lâmpadas LED. Depois destes cálculos efetuados, as previsões de economia serão mostradas graficamente para que sejam entendidas de maneira mais clara.

6.5.1.1 Situação lâmpada fluorescente versus lâmpada LED

Para a situação da possível troca das lâmpadas fluorescentes para modelos de lâmpadas LED de mesmo fluxo luminoso total (levando em conta os valores de custo de lâmpadas e suas respectivas potências listadas na Tabela 3 e utilizando as equações (10), (11), (12), (13) e (14) teremos os cálculos abaixo.

Para as lâmpadas fluorescentes presentes no edifício:

$$C_{OL1} = \frac{P_{l1} * C_k * T * 30}{1000} \therefore C_{OL1} = \frac{15 * 0,75741 * 3 * 30}{1000} = R\$ 1,03$$

Cada lâmpada fluorescente do edifício custa R\$ 1,03 para operar durante um mês.

Repetindo este mesmo processo para as lâmpadas LED (a serem possivelmente instaladas):

$$C_{OL2} = \frac{P_{L2} * C_k * T * 30}{1000} \therefore C_{OL2} = \frac{7 * 0,75741 * 3 * 30}{1000} = R\$ 0,48$$

Cada lâmpada LED a ser instalada no edifício custará R\$ 0,48 para operar durante um mês.

Obs.: Lembrando que estes valores são para apenas uma lâmpada.

O valor de R\$ 0,75741 é o valor do kWh estipulado pela COPEL para a cidade de Curitiba (COPEL, 2015).

Agora calculando o Valor de Economia Mensal das lâmpadas, temos:

$$V_E = C_{OL1} - C_{OL2} = 1,03 - 0,48 = R\$ 0,55$$

Calculando agora o Valor da diferença do custo entre lâmpadas para este caso, temos:

$$V_{DCL} = C_{L2} - C_{L1} = 14,5 - 6,99 = R\$ 7,51$$

Analisando este valor temos a diferença entre o valor da lâmpada fluorescente e da lâmpada incandescente.

E, finalmente, para calcular o Tempo de Retorno de Investimento para Lâmpadas, temos:

$$T_{RIL} = \frac{V_{DCL}}{V_E} \therefore T_{RIL} = \frac{7,51}{0,55} = 13,65 \cong 14 \text{ meses}$$

Lembrando ainda que o valor encontrado para T_{RIL} é dado em meses. Quando forem encontrados valores não inteiros para T_{RIL} , usa-se sempre o próximo valor inteiro ao encontrado no cálculo.

A partir destes cálculos, podemos inferir que haverá uma economia de mais de 50% no consumo de energia gerado pelas lâmpadas presentes no edifício. Outra conclusão a ser lembrada também é de que o tempo de retorno para o investimento em lâmpadas fluorescentes se dará 14 meses após o investimento.

A partir do décimo quarto (15º) mês, o condomínio, que gastava R\$113,3 com lâmpadas fluorescentes passará a gastar R\$52,8 com lâmpadas LED.

6.5.1.2 Análise econômica das possíveis situações de troca de lâmpadas

Visto que o edifício conta com 110 lâmpadas no prédio todo, podemos efetuar um cálculo simples que nos mostraria qual o custo de operação aproximado das lâmpadas durante um mês. E ainda, com estimativas de economia de energia proporcionadas pelas possíveis trocas de lâmpadas, poderemos mostrar graficamente a economia que poderá ser gerada na fatura de energia do condomínio.

Calculando o gasto de energia mensal aproximado dos dois tipos de lâmpadas, temos:

- Fluorescentes: $R\$ 1,03 \cdot 110 \text{ lâmpadas} = R\$ 113,3$
- LED: $R\$ 0,48 \cdot 110 \text{ lâmpadas} = R\$ 52,8$

Observando estes valores encontrados, podemos perceber nitidamente que a lâmpada LED é a mais vantajosa a ser instalada, proporcionando uma economia de mais de 50% em relação as lâmpadas fluorescentes já instaladas.

Esta proporção de economia é mostrada na Figura 7, logo abaixo.

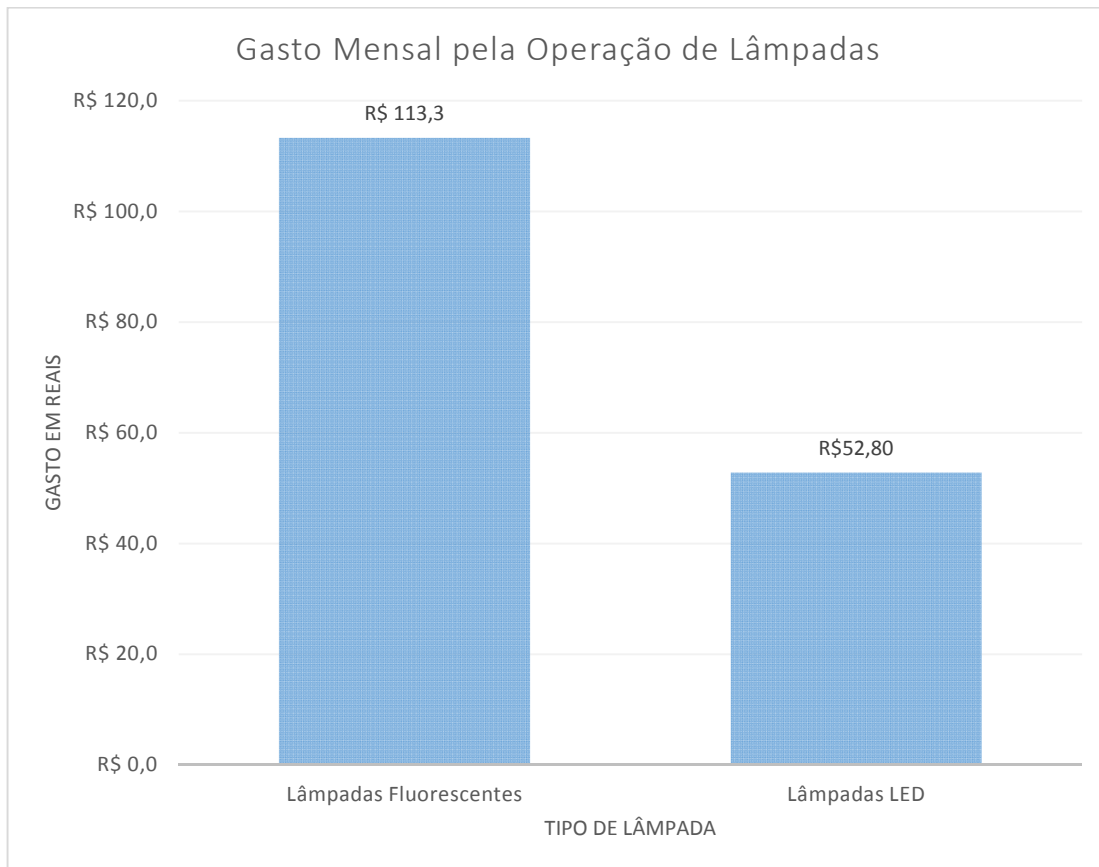


Figura 7 – Diferença de Gasto Financeiro Proporcionado pela Troca de Lâmpadas.

Fonte: Autoria própria.

6.5.2 Motores

Em visita realizada à casa de máquinas do edifício no dia 2 de maio de 2015, verificamos a existência de dois motores de corrente alternada. De acordo com dados obtidos através de entrevista com o técnico presente, os motores têm sua data de fabricação do ano de construção do edifício (1982). Tendo em vista este dado, concluímos que o motor possui, aproximadamente, 33 anos de fabricação. (Para melhor visualização dos motores, visualizar o Apêndice C.)

Os dois motores funcionam de forma independente e produzem um alto gasto de energia em seu funcionamento. Após entrevista com o técnico, o mesmo nos passou alguns dados importantes: os motores possuem uma

potência nominal de 11,5 CV (cada um) e um rendimento em torno de 65%. Além destes dados, o motor é trifásico, funciona a uma rotação de 1200 rpm, possui 6 polos, uma tensão de operação de 220V e é ligado através de partida direta.

Como visto na Tabela 4, a vida útil média de um motor dessa potência é de, aproximadamente, 19,4 anos. Como o motor já possui cerca de 33 anos, o mesmo já ultrapassou o tempo de operação ótimo e começou a perder rendimento. Ainda de acordo com o técnico, o motor quando instalado possuía um rendimento de aproximadamente 80%.

Ainda realizando a coleta de dados, mas agora com o zelador do edifício, foi obtido acesso às gravações e através disto foi possível estimar um período de operação (em horas) dos dois elevadores do edifício. Cada elevador opera em média por 2,5 horas diariamente.

Então como são dois motores iguais existentes no edifício, podemos contabilizar o tempo de operação sendo um período de 5 horas.

A partir destes dados coletados, podemos realizar os cálculos para verificar a economia mensal de energia, o tempo de retorno simples, o tempo de retorno capitalizado e o valor retornado ao longo da vida útil para uma possível troca de motores.

6.5.2.1 Economia mensal de energia

Como já se possui os índices de rendimento dos motores em questão (65% para motor standard e 91% para motor de alto rendimento), não será preciso calcular o valor dos rendimentos para as equações 1 e 2. Assim já se pode calcular o valor da diferença das perdas (dado pela equação 3). Sendo assim, temos:

$$\begin{aligned}\Delta P_p &= P_s * 100 * \left(\frac{1}{n_1} - \frac{1}{n_2} \right) = 11,5 * 0,7355 * 100 \left(\frac{1}{65} - \frac{1}{91} \right) \\ &= 3,7179 \text{ kW}\end{aligned}$$

E depois de calcular o valor da diferença das perdas, poderemos calcular a quantidade de kWh economizado durante um mês (dado pela equação 4):

$$\Delta C = \Delta P_p * H = 3,7179 * 5 * 30 = 557,685 \text{ kWh}$$

Os cálculos são realizados adotando-se meses com 30 dias de duração.

6.5.2.2 Tempo de retorno simples

Um detalhe importante para esta seção é: como se trata da eventual substituição dos motores antigos standard por motores atuais e de alto rendimento, não há a necessidade de se calcular a diferença de capital investido. Isto em decorrência de que somente o valor dos um motores de alto rendimento estão sendo avaliados (tendo isto em vista, o valor de ΔC_a será o valor do motor de alto rendimento).

Outro detalhe a ser lembrado também: a WEG (empresa brasileira fabricante de motores elétricos e equipamentos afins), possui um programa de incentivo para troca de motores de baixo rendimento, visando a economia de energia. Este programa se chama Plano de Troca.

O programa Plano de Troca funciona da seguinte maneira: no ato de aquisição de um motor de alto rendimento, o motor standard antigo é dado como uma parte do pagamento. Essa parte do pagamento pode chegar a 12% do valor do motor de alto rendimento.

Sendo assim, pode-se contar já com um desconto sobre o valor total que estará sendo desembolsado para uma eventual troca de motores.

Em vista do tempo de utilização dos motores do edifício, o desconto concedido foi de 8%. O motor escolhido para substituir os atuais foi o motor W22 Premium, que possui um valor de R\$ 4250,00. Como são 2 motores, o valor chegará ao montante de R\$8500,00. Aplicando este desconto de 8% para este valor, chegamos ao valor de R\$ 7820,00.

Para se calcular o tempo de retorno simples (em meses), sem levar em conta um capital emprestado a certa taxa de juros, usar-se-á as equações (5) e (7). A partir disso temos:

$$\Delta E = \Delta P_p * H * C_k = 3,7179 * 150 * 0,75741 = R\$ 422,4$$

Depois de calculado o valor economizado por mês (em reais), podemos calcular o Tempo de Retorno Simples:

$$T_{rs} = \frac{\Delta C_a}{\Delta E} = \frac{7820}{422,4} = 18,51 \cong 19 \text{ meses}$$

A partir destes cálculos, podemos inferir que o tempo de retorno para a troca destes motores será de 19 meses.

A partir do 20º (vigésimo) mês, o condomínio, que gastava R\$1478,4 com os motores antigos, passará a gastar R\$ 960,96.

6.5.2.3 Tempo de retorno capitalizado

Este cálculo nos mostra o tempo de retorno (em meses), sabendo que sobre o capital investido incide uma taxa de juros. Hoje a taxa de juros utilizada para concessão de empréstimos é de 3,99% a.m (utilizando a Caixa Econômica Federal como referência (Banco Central do Brasil, 2015)). Utilizando a equação (8), o valor obtido será de:

$$T_{rc} = \frac{\log\left(\frac{\Delta E}{\Delta E - \Delta C_a * \frac{i}{100}}\right)}{\log\left(1 + \frac{i}{100}\right)} = \frac{\log\left(\frac{422,4}{422,4 - 7820 * \frac{3,99}{100}}\right)}{\log\left(1 + \frac{3,99}{100}\right)} = 34,3$$

$$T_{rc} \cong 35 \text{ meses}$$

Para o empréstimo de um capital sobre o qual incide uma taxa de juros 3,99%, teremos o tempo de retorno em 35 meses (aproximadamente 3 anos).

Lembrando ainda que, se o condomínio possuir um fundo de reserva suficiente, não haverá a necessidade de se fazer um empréstimo junto a uma entidade bancária.

6.5.2.4 Valor retornado ao longo da vida útil do motor

Para que se possa calcular o valor monetário retornado durante toda a vida útil dos motores, utiliza-se a equação (9). Assim este valor será dado por:

$$C_{rs} = (\Delta P_p * H * C_k * V_u * 12) - \Delta C_a$$

$$= (3,7179 * 150 * 0,75741 * 19,4 * 12) - 7920 = R\$ 90.413,84$$

Com este cálculo podemos inferir que durante os 19,4 anos de vida útil média, os motores proporcionarão um retorno de R\$ 90.413,84 (o que nos dá uma média de R\$ 388,38 de economia por mês).

6.5.3 Custo Total de Verificação e Substituição

Nesta seção far-se-á um resumo de todos os investimentos financeiros necessários para as eventuais substituições propostas nos itens anteriores. Teremos apenas a situação da substituição das lâmpadas fluorescentes por lâmpadas LED). Far-se-á um resumo para cada uma das operações.

Tendo isso em vista, temos:

- Valor monetário de dois motores de alto rendimento: 2xR\$ 3910,00
- Valor monetário de 110 lâmpadas LED: 110xR\$14,50
- Valor de mão de obra: R\$3000,00
- Investimento Total: 2xR\$3910,00 + 110xR\$14,50 + R\$3000,00, totalizando R\$12415,00

A partir destes valores e dos tempos de retorno calculados nos itens anteriores, fica a critério do síndico avaliar qual será a melhor proposta em vista das condições financeiras do edifício.

6.5.4 Valores Economizados em Energia Elétrica e Encargos

Após a realização dos cálculos, algumas observações podem ser feitas:

As lâmpadas fluorescentes consomem, por mês, 148,5 kWh. Já as lâmpadas LED, 69,3 kWh/mês. Efetuando-se a troca das lâmpadas fluorescentes por lâmpadas LED, haveria uma economia de 79,2 kWh/mês. Com essa economia de 79,2 kWh, a economia direta na conta de luz, seria de R\$59,99 mais a economia proporcional à bandeira tarifária. Realizando os cálculos para as bandeiras tarifárias, isto geraria uma economia de R\$4,36 (hoje a bandeira tarifária vigente é a bandeira vermelha. Para cada 100kWh consumido é adicionado um valor de R\$5,50 ao total da tarifa de energia elétrica). Somando-se os dois valores temos um valor de R\$ 64,35.

Para o caso dos motores de alto rendimento: em caso de troca (trocando-se os dois motores), haveria uma economia de 557,685 kWh/mês. Isto representa uma economia mensal de R\$422,4. O valor proporcional ao custo das bandeiras tarifárias seria de R\$30,68. Somando-se estes dois valores, haveria uma economia mensal de R\$453,08.

Um motor de 11,5 CV utiliza uma potência de 8,45825 kW para operar durante uma hora (assumindo-se que 1CV = 735,5 W). Para demonstrar de maneira clara e objetiva a economia de energia proporcionada pela troca de motores, abaixo na Figura 8 está a diferença em relação a eficiência do motor em uso no edifício e um motor de alto rendimento:

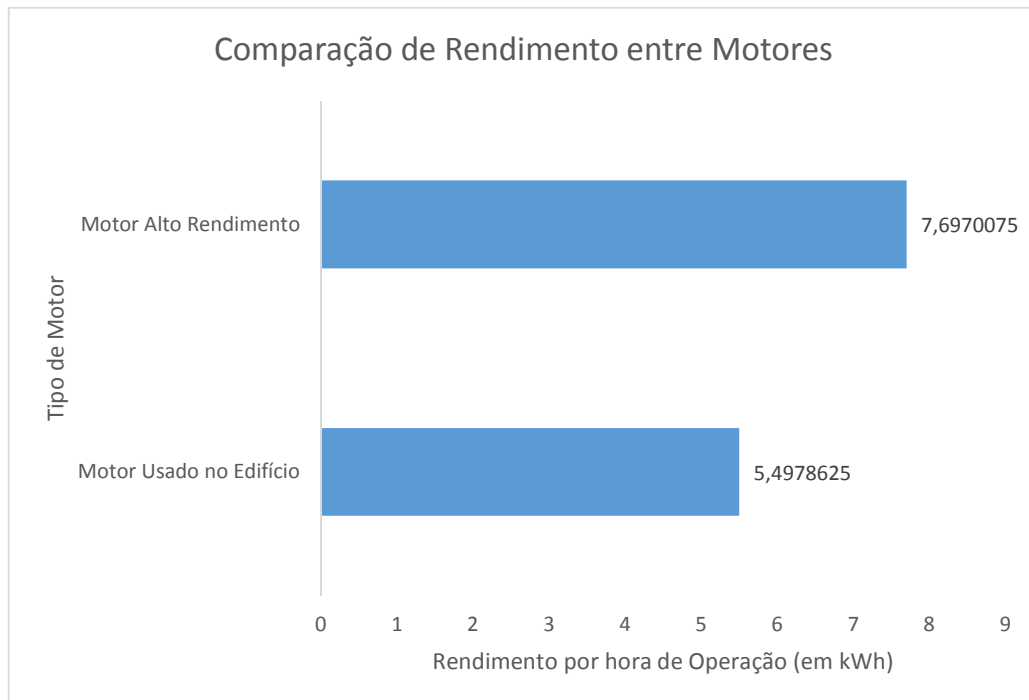


Figura 8 – Diferença de Rendimento na Operação de Motores.

Fonte: Aatoria Própria.

De acordo com a Figura 8, podemos ver que o motor utilizado no edifício aproveita uma quantidade menor da energia total que lhe é fornecida para realizar quiser tarefas. Tendo isto em mente, ele gastará uma quantidade maior de energia para realizar a mesma tarefa que um motor de alto rendimento.

Para demonstrar de maneira mais palpável a economia de energia elétrica no condomínio, podemos analisar o impacto sobre a fatura atual de energia elétrica.

Ernest Gardemann Ltda		
DEMONSTRATIVO DE RECEITAS E DESPESAS		
Condomínio Edifício Nápoli		
Período: 01/05/2015 a 31/05/2015		
Conservação e Manutenção		
Energia Elétrica - Identificação 95.824-7 - Consumo 50 Kwh		
Energia Elétrica - Identificação 95.826-3 - Consumo 2280 Kwh		
Débito Aut.		39,48
Débito Aut.		1.759,75

Figura 9 - Demonstrativo mensal do custo de energia elétrica no Condomínio Edifício Nápoli.

Obs.: Em virtude de a administradora do condomínio reter consigo e não disponibilizar a fatura de energia elétrica para exemplificação, as imagens acima foram extraídas do Demonstrativo de Receitas e Despesas do Condomínio Edifício Nápoli.

A Figura 9 nos mostra que a tarifa paga pelo condomínio pelo consumo de energia elétrica totaliza R\$1799,23. Subtraindo-se os valores calculados neste trabalho para a possível redução na tarifa de energia elétrica, podemos realizar um cálculo simples. Somando-se o valor de kWh economizados pelas lâmpadas e pelos motores chegamos ao valor de

$$V_{ET} = 79,2 + 557,685 = 636,885 \text{ kWh/mês}$$

Monetariamente, pode ser calculado da seguinte forma:

$$V_{ETR} = 636,885 * 0,75741 = R\$482,39$$

Onde:

- V_{ET} – Valor Economizado Total (em $\frac{kWh}{mês}$);
- V_{ETR} – Valor Economizado Total em Reais;

- 79,2 – Energia economizada pela troca das lâmpadas (em $\frac{kWh}{mês}$);
- 557,685 – Energia economizada pela troca dos motores (em $\frac{kWh}{mês}$).

Lembrando ainda que, V_{ET} implica em uma economia de imposto cobrado pela bandeira tarifária. Para encontrar este valor, realizamos o seguinte cálculo:

$$V_{EBT} = \frac{V_{ET} * 5,5}{100} = R\$35,02$$

Onde:

- V_{EBT} – Valor Economizado em Bandeiras Tarifárias.

Somando-se o valor de V_{ETR} e V_{EBT} poderemos obter um valor de economia total de R\$517,41 na fatura de energia elétrica do condomínio, fazendo com que a fatura passe para um valor de R\$1281,82.

Através destes valores calculados, uma redução de 28,75% na fatura de energia elétrica atual do condomínio poderia ser possível se efetuadas as modificações recomendadas neste trabalho. Traduzindo esta economia de R\$517,41 em valores diretos na taxa de condomínio, cada condômino deixaria de pagar R\$4,93.

7 CONCLUSÃO

Sabendo-se que há várias maneiras de se propagar o consumo eficiente de energia, neste trabalho optou-se por utilizar métodos de manutenção e verificação, e utilização de equipamentos com alto índice de eficiência energética.

Através da análise por métodos de manutenção pôde-se verificar que, em instalações elétricas antigas, há focos de fuga de corrente pela não utilização de equipamentos adequados. O Disjuntor Diferencial Residual é um elemento de extrema importância para que se evite a fuga de corrente, fazendo com que assim diminua-se, conseqüentemente, o consumo de energia. Ainda utilizando os métodos de manutenção, outro ponto importante a se destacar é o dimensionamento dos condutores de alimentação dos circuitos. Isto para que os condutores estejam em plenas condições operativas para desempenharem suas funções e não haja aumento do efeito Joule (aumentando assim a maior quantidade de energia elétrica sendo transformada em calor).

Viu-se ainda que em edifícios antigos (na maioria dos casos) há a presença de equipamentos de baixa eficiência energética, gerando assim um alto consumo de energia elétrica. Utilizando-se de equipamentos de alto índice de eficiência, pode-se diminuir o consumo de energia elétrica e, conseqüentemente, o pagamento de tributos.

A possível aplicação do roteiro de pesquisa aqui elaborado neste estudo de caso pode diminuir em mais de 28% o valor da tarifa de energia no condomínio (que é de um valor de quase R\$1800,00). Com este valor poupado em mãos, poder-se-á investir em outras áreas de necessidade do condomínio.

Ainda tendo em vista este valor de 28% de economia na tarifa de energia, pode-se dizer que a eficiência energética propiciada pela troca de aparelhos antigos por aparelhos mais eficientes energeticamente é realmente palpável. Dessa maneira, podemos dizer que o edifício poderá utilizar a sua energia de maneira realmente eficiente e sem desperdícios.

Além da instalação de equipamentos mais eficientes, o consumo de energia elétrica pode ser diminuído mais ainda se instauradas políticas educacionais que incentivem e corrijam os moradores de condomínios quanto ao aspecto do consumo consciente de energia elétrica.

Uma sugestão para trabalhos futuros seria a realização dos cálculos deste trabalho através de métodos computacionais para que se comprovem os resultados aqui obtidos. Isto em vista de que os métodos aqui utilizados são mais simplificados e as ferramentas computacionais realizam os cálculos de uma maneira mais completa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIHA. **Cotação lâmpada fluorescente 15W, 2015**. Disponível em <<http://www.aiha.com.br/produto/lampada-fluorescente-compacta-espiral-t3-15w-127v-6400k-aiha/39/?canal-buscape>>. Acesso em 28 jun. 2015

ABNT. **NBR 5410:2004: Instalações elétricas de baixa tensão**. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT. **NBR ISO 50001:2011: Sistemas de gestão da energia — Requisitos com orientações para uso**. Rio de Janeiro, 2011.

ANDREAS, J.C. **Ennergy Efficient Motors – Selections and Applications**, Marcel Dekker Inc., 1982.

ANEEL 1. **Banco de Informações de Geração, 2015**. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em 4 mar. 2015.

ANEEL 2. **Bandeiras Tarifárias, 2015**. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=758>>. Acesso em 5 mar. 2015.

ANEEL 3. **Tarifas Residenciais, 2015**. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=493>> Acesso em 5 mar. 2015.

Banco Central do Brasil. **Taxas de Juros para Empréstimos**. Disponível em <<http://www.bcb.gov.br/pt-br/sfn/infopban/txcred/txjuros/Paginas/RelTxJuros.aspx?tipoPessoa=1&modalidade=221&>>. Acesso em 03 jul. 2015.

BEN. **Balanco Energético Nacional**. Relatório Final Ano Base 2013. Disponível em <https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2014.pdf> Acesso em 5 set. 2014.

BORNE, L.S. **EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS**. Trabalho de conclusão de curso na área de engenharia elétrica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

BORNIOTI, F.B. **APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DO PROCEL PARA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES**: estudo de caso biblioteca do Parque Tecnológico Itaipu. Trabalho de conclusão de curso na área de engenharia elétrica. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Foz do Iguaçu, 2014.

Casa Segura. **Manual de Inspeção Visual Programa Casa Segura**, 2005. Disponível em <<http://programacasasegura.org/br/wp-content/uploads/2013/03/Manual-de-inspecao-visual.pdf>>. Acesso em 15 nov. 2014.

COPEL. Companhia Paranaense de Energia Elétrica ,2015. **Valor da tarifa de energia elétrica em 16/06/2015**. Disponível em <<http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Froot%2Fpagcopel2.nsf%2F5d546c6fdeabc9a1032571000064b22e%2Fe3a5cb971ca23bf503257488005939ba>> Acesso em 30 abr. 2015.

CURITIBA, **Lei Ordinária nº 11095**, de 21 de julho de 2005. 2004b. Disponível em <<https://www.leismunicipais.com.br/codigo-de-posturas-curitiba-pr>>. Acesso em 18 jan. 2015

DANIEL, E. **A SEGURANÇA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS**: um modelo de avaliação. Dissertação de pós-graduação na área de engenharia elétrica. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

Empresa de Pesquisa Energética. **Balanco Energético Nacional 2014**. Ministério de Minas e Energia. Rio de Janeiro. 2014.

GARCIA, A.G.P. **Impacto da lei de eficiência energética para motores elétricos no potencial de conservação de energia na indústria**. Dissertação de pós-graduação na área de engenharia elétrica. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

GELLER, H. S. **Revolução Energética: Políticas para um futuro sustentável**. Tese de Doutorado na área de engenharia elétrica. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

GLOBO. **Relembre os apagões que ocorreram no Brasil na última década, 2012.** Disponível em <<http://redeglobo.globo.com/globoecologia/noticia/2012/06/relembre-os-apagoes-que-ocorreram-no-brasil-nas-ultimas-decadas.html>>. Acesso em 03 jul. 2015.

Info Escola 1 – **Navegando e Aprendendo, 2014.** Disponível em <<http://www.infoescola.com/fisica/efeito-joule/>>. Acesso em 14 nov. 2014.

Info Escola 2 – **Navegando e Aprendendo, 2014.** Disponível em <<http://www.infoescola.com/ecologia/eficiencia-energetica/>>. Acesso em 10 nov. 2014.

IT 41. **Instrução Técnica N°.41/2011, Manual de Inspeção Visual do Corpo de Bombeiros de São Paulo, 2011.** Disponível em <http://www.ateesp.com.br/pdf/it_41.pdf>. Acesso em 3 abr. 2015.

JORDAN, Howard E.: **Energy Efficient Electric Motors and their Application.** Van Nostrand Reinhold Company, 1992.

Ministério de Minas e Energia 1. **Definição de Eficiência Energética.** Disponível em <<http://www.mma.gov.br/clima/energia/eficiencia-energetica>>. Acesso em 5 set. 2014

Ministério de Minas e Energia 2. **Plano Nacional de Eficiência Energética: premissas e diretrizes básicas.** Brasília: MME, 2010.

Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora N° 10,** de 9 de novembro de 2005. Disponível em <http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D308E216601310641F67629F4/nr_10.pdf>. Acesso em 5 jan. 2015.

MONCHY, F. **Função Manutenção: Formação para a Gerência de Manutenção Industrial.** 1ª edição. São Paulo: DURBAN, 1989.

NADEL, S; SHEPARD, M.; GREENBERG, S.; KATZ, G.; ALMEIDA, A. T.: **Energy-Efficient Motor Systems: a Handbook on Technology, Program, and Policy Opportunities.** ACE3, 1992.

NATURESA, J. S. **Eficiência energética, política industrial e inovação tecnológica.** Dissertação mestrado na área de engenharia elétrica. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011. TESE DE DOUTORADO.

Nascimento Distribuidora de Motores Elétricos. **Modelo de Motor de Alto Rendimento.** Disponível em <http://www.nascimento.com.br/d/3300/Premium+Alto+Rendimento>>. Acesso em 03 jul. 2015.

PROCEL INFO. **Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética,** 2014. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/data/Pages/LUMIS09BD1853PTBRIE.htm>>. Acesso em 15 jan. 2015.

Programa Casa Segura, 2005. Disponível em <http://programacasasegura.org/br/o-programa/objetivos/>>. Acesso em 11 nov. 2014.

TUDOSEG. **Cotação lâmpada LED 7W, 2015.** Disponível em <http://www.tudoseg.com.br/Lampada-Led-Bulbo-7W-Bivolt-E27-560-Lumens-6-500K-Branco-Frio/prod-2961896/?origem=buscape>>. Acesso em 28 jun. 2015.

UOL. **Cotação do dólar americano para o dia 03/07/2015, 2015.** Disponível em <http://economia.uol.com.br/cotacoes/>>. Acesso em 03 jul. 2015.

WEG. **Manual de Instalação, Operação e Manutenção de Motores Elétricos, 2014.** Disponível em <http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-iom-general-manual-of-electric-motors-manual-general-de-iom-de-motores-electricos-manual-geral-de-iom-de-motores-electricos-50033244-manual-english.pdf>>. Acesso em 6 abr. 2015.

ZAMPIÉRI J.C., GAVLOVSKI M., SCHIMITT M.A. **Levantamento da Situação Atual das Instalações Elétrica na Cidade de Curitiba.** Trabalho de conclusão de curso na área de engenharia elétrica. Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2003.

APÊNDICE

APÊNDICE A – Situação do Quadro Geral de Distribuição



Figura 10 – Situação do Quadro Geral de Distribuição.

Fonte: Autoria própria.

APÊNDICE A – Situação do Quadro Geral de Distribuição

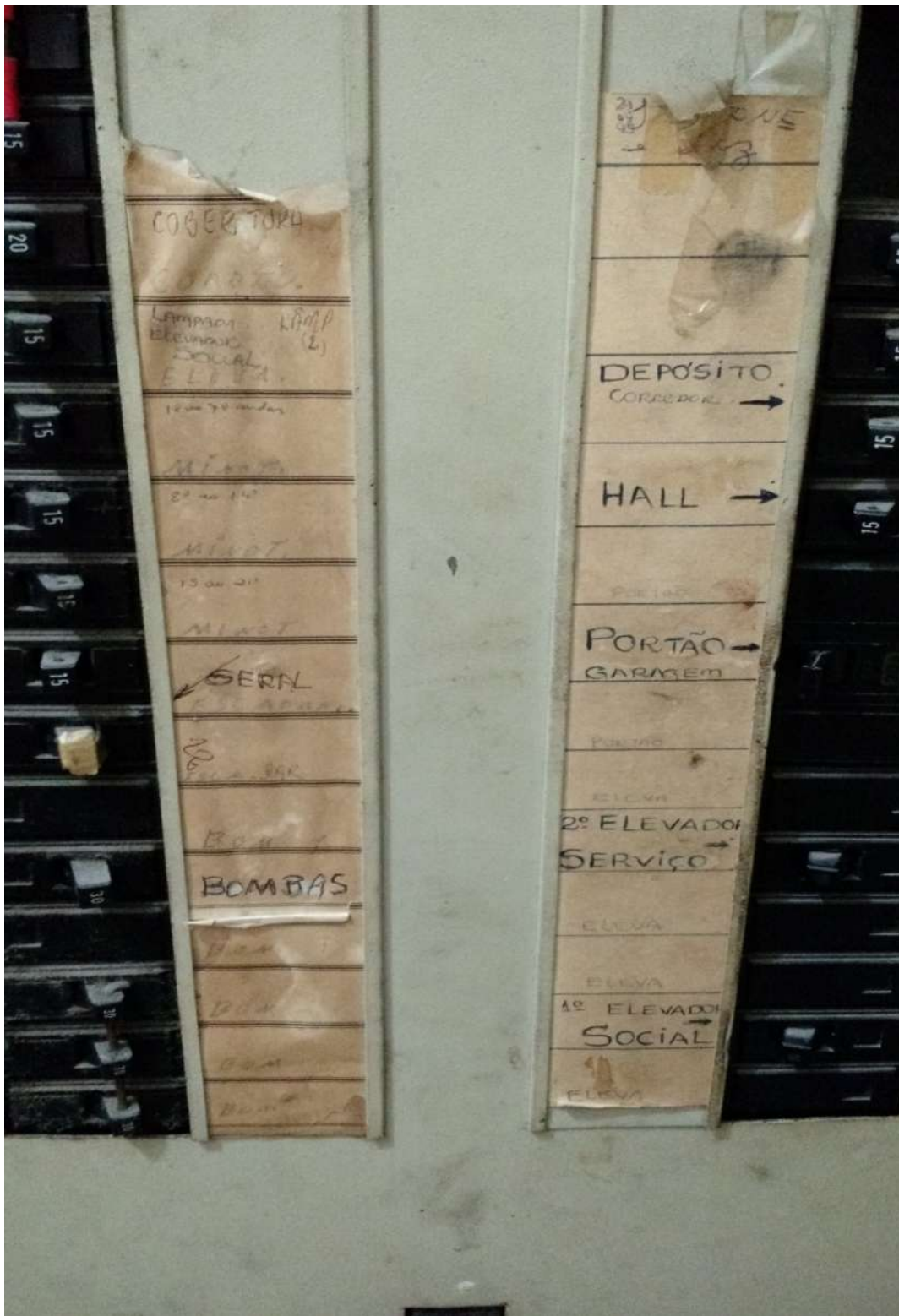


Figura 11 - Situação do Quadro Geral de Distribuição.

Fonte: Autoria própria.

APÊNDICE B – Iluminação (Áreas Comuns do Edifício)



Figura 12 - Iluminação Corredor Principal do Edifício.

Fonte: Autoria própria.



Figura 13 - Iluminação Portaria do Edifício.

Fonte: Autoria própria.

APÊNDICE B – Iluminação (Áreas Comuns do Edifício)



Figura 14 - Iluminação Corredores dos Andares do Edifício.

Fonte: Autoria própria.

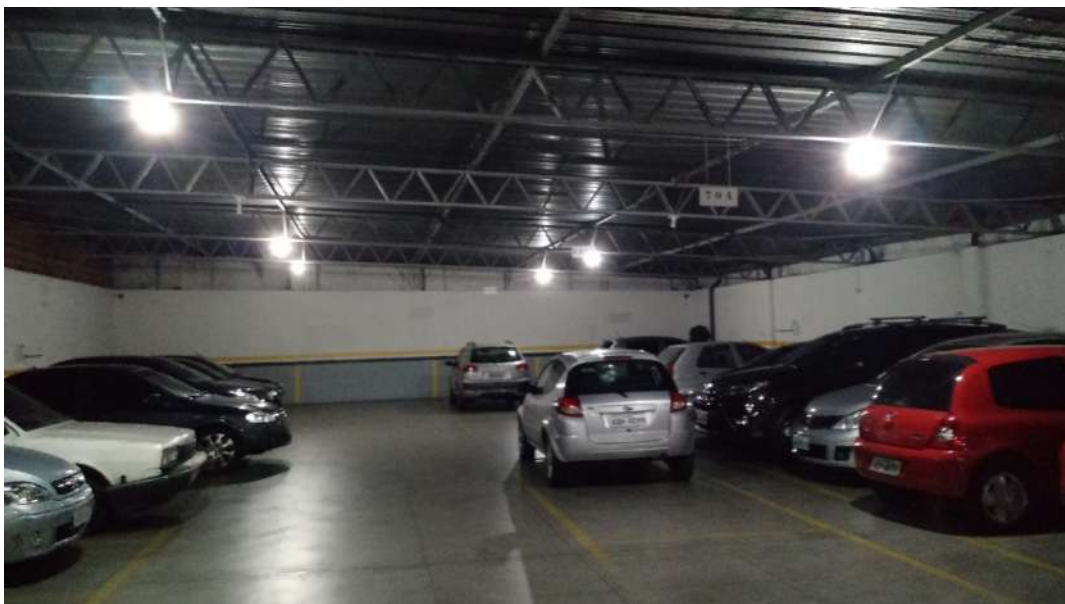


Figura 15 - Iluminação Primeiro Andar do Estacionamento do Edifício.

Fonte: Autoria própria.

APÊNDICE B – Iluminação (Áreas Comuns do Edifício)



Figura 16 - Iluminação Primeiro Andar do Estacionamento do Edifício.

Fonte: Autoria própria.



Figura 17 - Iluminação do Subsolo do Estacionamento do Edifício.

Fonte: Autoria própria.

APÊNDICE C – Casa de Máquinas e Motores



Figura 18 - Motor Número 1 da Casa de Máquinas.

Fonte: Autoria própria.



Figura 19 - Motor Número 2 da Casa de Máquinas.

Fonte: Autoria própria.

APÊNDICE C – Casa de Máquinas e Motores

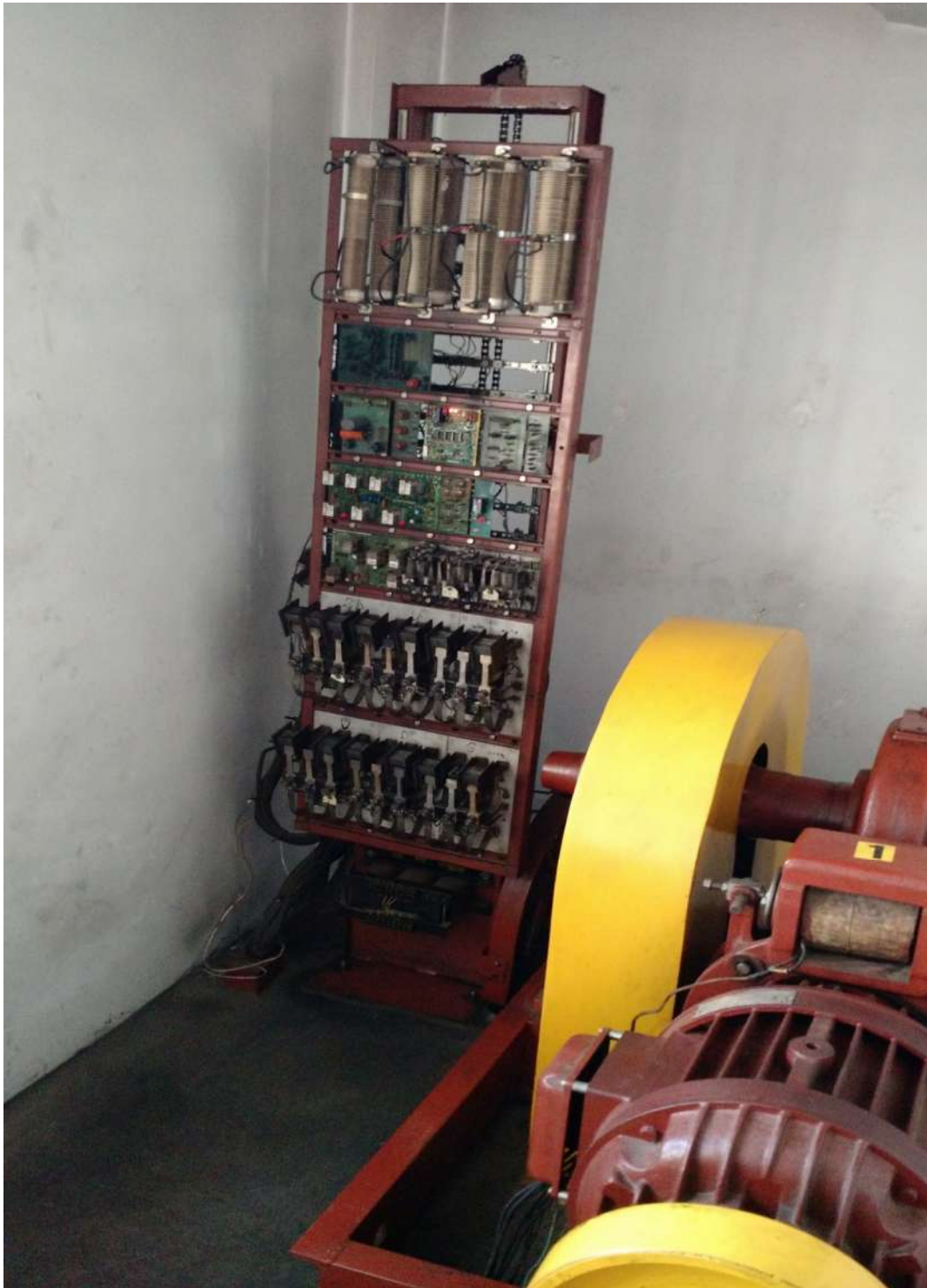


Figura 20 - Sistema de Contatores para Operação dos Motores.

Fonte: Autoria própria.

APÊNDICE D – Motor de Alto Rendimento

Figura 21 - Modelo de Motor de Alto rendimento WEG W22 PREMIUM.

Fonte: Nnascimento Distribuidora de Motores Eléctricos, 2015.