

FACULDADES UNIFICADAS DE TEÓFILO OTONI  
DARANA RODRIGUES DE ABREU  
HENRIQUE DIAS MACEDO DE OLIVEIRA

**INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM AMBIENTES DE AFLUÊNCIA DE  
PÚBLICO: ESTUDO DE CASO DA REFORMA NA IGREJA MATRIZ  
DA CIDADE DE POTÉ MG**

TEÓFILO OTONI / MG

2016



DARANA RODRIGUES DE ABREU  
HENRIQUE DIAS MACEDO DE OLIVEIRA

**INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM AMBIENTES DE AFLUÊNCIA DE  
PÚBLICO: ESTUDO DE CASO DA REFORMA NA IGREJA MATRIZ  
DA CIDADE DE POTÉ MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Engenharia Elétrica das Faculdades  
Unificadas de Teófilo Otoni, como requisito  
parcial para a obtenção do grau de bacharel em  
Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Fernando Espíndola Sedlmaier.

TEÓFILO OTONI / MG

2016





## FACULDADES UNIFICADAS DE TEÓFILO OTONI

O trabalho de Conclusão de Curso intitulado **INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM AMBIENTES DE AFLUÊNCIA DE PÚBLICO: ESTUDO DE CASO NA IGREJA MATRIZ DA CIDADE DE POTÉ MG**, elaborado pelos alunos **DARANA RODRIGUES DE ABREU** e **HENRIQUE DIAS MACEDO DE OLIVEIRA** foi aprovado por todos os membros da banca examinadora e aceita pelo curso de Engenharia Elétrica das Faculdades Unificadas de Teófilo Otoni como requisito parcial para a obtenção do título de **BACHAREL EM ENGENHARIA ELÉTRICA**.

Teófilo Otoni, \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2016.

### **BANCA EXAMINADORA**

---

Fernando Espíndola Sedlmaier

---

Examinador

---

Examinador



*Dedicamos este trabalho aos nossos pais, que sempre nos deu exemplos de vida e conduta. Aos nossos familiares, amigos e a todos os professores do curso, que foram tão importantes na nossa vida acadêmica e no desenvolvimento desta monografia.*



## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos primeiramente a Deus, por todas as vitórias alcançadas e todos os obstáculos superados. Em todos os momentos, Ele é o maior mestre que alguém pode conhecer.

Aos nossos pais, por apoiar constantemente e sempre nos auxiliar quando necessário.

Agradecemos a todos que de alguma forma nos ajudaram e em especial: ao nosso orientador Fernando Espíndola Sedlmaier pelo apoio e contribuição, sugestões e críticas; ao professor Lúcio Onofri, pelos ensinamentos; aos engenheiros Wellington Gonçalves Valente e Livia Ottoni Cardoso e a arquiteta Ana Carolina Duran Cardoso, obrigado pelo apoio.



*“Não fui eu que lhe ordenei? Seja forte e corajoso! Não se apavore, nem se desanime, pois, o Senhor, o seu Deus, estará com você por onde você andar”.*  
*Josué 1:9*



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|   |    |
|---|----|
| <b>FIGURA 1:</b> Tipos de instalações elétricas de baixa tensão.....  | 31 |
| <b>FIGURA 2:</b> Evolução das normas brasileiras de instalação elétrica.....                                    | 32 |
| <b>FIGURA 3:</b> Falhas mais comuns nas instalações elétricas de baixa tensão.....                              | 33 |
| <b>FIGURA 4:</b> Esquema das Notas da NBR 13570.....  | 38 |
| <b>FIGURA 5:</b> Detalhamento das etapas dos desenhos na planta a ser seguidos .....                            | 39 |
| <b>FIGURA 6:</b> Mapa da localização da cidade de Poté no estado de Minas Gerais.....                           | 48 |
| <b>FIGURA 7:</b> Vista frontal da Igreja Matriz Senhor Bom Jesus na cidade de Poté em Minas Gerais.....         | 48 |
| <b>FIGURA 8:</b> Planta baixa do térreo da Igreja Matriz .....  | 51 |
| <b>FIGURA 9:</b> Planta baixa do primeiro pavimento da Igreja Matriz .....                                      | 52 |
| <b>FIGURA 10:</b> Situação do padrão de entrada da CEMIG da Igreja Matriz .....                                 | 53 |
| <b>FIGURA 11:</b> Condições das instalações elétricas do mezanino da Igreja Matriz.....                         | 54 |
| <b>FIGURA 12:</b> Detalhamento das instalações elétricas no mezanino da Igreja Matriz .....                     | 55 |
| <b>FIGURA 13:</b> Detalhamento do quadro de distribuição Igreja Matriz.....                                     | 56 |
| <b>FIGURA 14:</b> Detalhamento da iluminação e dos pontos de tomadas do ambiente interno da Igreja Matriz ..... | 56 |
| <b>FIGURA 15:</b> A iluminação natural do ambiente interno da Igreja Matriz.....                                | 57 |
| <b>FIGURA 16:</b> A iluminação do altar do ambiente interno da Igreja Matriz.....                               | 57 |
| <b>FIGURA 17:</b> Detalhes da falta de iluminação na escada de acesso ao sino da Igreja Matriz.                 | 58 |
| <b>FIGURA 18:</b> Detalhes da iluminação da área externa da Igreja Matriz.....                                  | 59 |
| <b>FIGURA 19:</b> Detalhes da iluminação da fachada da Igreja Matriz.....                                       | 60 |
| <b>FIGURA 20:</b> Desenho do quadro de distribuição conforme o projeto.....                                     | 63 |
| <b>FIGURA 21:</b> Detalhamento das tomadas utilizadas no projeto .....  | 64 |
| <b>FIGURA 22:</b> Detalhamento da planta de localização do padrão Cemig.....                                    | 66 |
| <b>FIGURA 23:</b> Detalhamento do padrão Cemig para a Igreja Matriz .....                                       | 67 |



## **LISTA DE QUADROS**

|   |    |
|---|----|
| <b>QUADRO 1:</b> Relação de normas brasileiras para instalação elétrica de baixa tensão ..... | 29 |
| <b>QUADRO 2:</b> Locais de afluência de público e capacidade mínima .....                     | 36 |



## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| <b>TABELA 1:</b> Números de acidentes envolvendo eletricidade no Brasil em 2015 .....        | 26 |
| <b>TABELA 2:</b> Relação da Abracopel do número de incêndios ocorridos no Brasil em 2015 ... | 35 |
| <b>TABELA 3:</b> Viabilidade de consumo de acordo com o novo projeto elétrico.....           | 69 |
| <b>TABELA 4:</b> Viabilidade de custos para o novo projeto elétrico.....                     | 70 |
| <b>TABELA 5:</b> Cronograma de execução do projeto elétrico .....                            | 70 |



## RESUMO

O lapso temporal natural de vida de uma edificação tem influência direta na qualidade das suas instalações elétricas. Com o avanço das tecnologias e atualizações do normativo, houve a necessidade de um aumento na carga das edificações que faz com que as instalações passem por diversas alterações de melhoria contínua de segurança e consumo. Além disso, a eletricidade pode acarretar riscos devido a diversos fatores, como a inexistência de um projeto elétrico e de um profissional capacitado. Em 2015, o número de acidentes envolvendo eletricidade foi 1309 casos identificados pela Associação Brasileira de Conscientização para os perigos da eletricidade. Neste sentido, o desenvolvimento deste estudo possibilitou um levantamento técnico através da pesquisa de campo das instalações elétricas da Igreja Matriz Senhor Bom Jesus, na cidade de Poté em Minas Gerais, ressaltando todos os pontos críticos relacionados com a parte elétrica existente no imóvel. De um modo geral, as instalações estão muito antigas e requerem mudanças devido a demanda de novas cargas e a instalação de novos equipamentos e terminais. Em face dos dados apresentados torna-se necessária a substituição das instalações elétricas fundamentada na elaboração de um projeto elétrico que irá atender as novas necessidades, proporcionando segurança e conforto com a aplicação de conceitos baseados na eficiência energética que visa otimização do consumo de energia elétrica a partir do uso de novas tecnologias, como o LED e os aparelhos de climatização mais eficientes.

**Palavras-chave:** Instalações Elétricas; Igreja Senhor Bom Jesus; Projeto Elétrico; Eficiência Energética.



## **ABSTRACT**

The natural time span of life of a building has a direct influence on the quality of its electrical installations. With the advancement of technologies and regulatory updates, there was a need for an increase in the load of buildings that causes the installations to undergo several changes of continuous improvement of safety and consumption. Furthermore, electricity can carry risks due to several factors, such as the lack of an electrical project and a trained professional. In 2015, the number of accidents involving electricity was 1309 cases identified by the Brazilian Association of Awareness of the dangers of electricity. In this sense, the development of this study enabled a technical survey through field research of electrical installations of the Lord Bom Jesus Church in the city of Poté in Minas Gerais, highlighting all the critical points related to the existing electrical part of the property. In general, the facilities are very old and require changes due to the demand for new loads and the installation of new equipment and terminals. In view of the data presented, it is necessary to replace the electrical installations based on the elaboration of an electrical project that will meet the new needs, providing safety and comfort with the application of concepts based on energy efficiency that aims to optimize the consumption of electric energy from the use of new technologies such as LED and more efficient cooling products.

**Key words:** Electrical installations; Lord Bom Jesus Church; Building electrical project; Energy efficiency.



## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>  | <b>25</b> |
| <b>2 OBJETIVOS .....</b>   | <b>27</b> |
| <b>2.1 Objetivo geral .....</b>  | <b>27</b> |
| <b>2.2 Objetivos específicos .....</b>   | <b>27</b> |
| <b>3 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>  | <b>29</b> |
| <b>3.1 Conceitos de instalações elétricas .....</b>  | <b>29</b> |
| 3.1.1 Histórico das instalações elétricas no Brasil.....                                   | 31        |
| 3.1.2 Riscos e falhas relacionados às instalações elétricas .....                          | 32        |
| 3.1.3 Estatísticas de acidentes com eletricidade .....                                     | 35        |
| 3.1.4 Instalações elétricas antigas .....  | 36        |
| 3.1.5 Locais de afluência de público.....  | 36        |
| <b>3.2 Projeto elétrico .....</b>  | <b>38</b> |
| 3.2.1 Partes componentes de um projeto elétrico .....                                      | 39        |
| <b>3.3 Eficiência energética .....</b>   | <b>40</b> |
| 3.3.1 Tipologias de iluminação.....  | 41        |
| 3.3.1.1 Iluminação Natural .....   | 42        |
| 3.3.1.2 Lâmpadas: fluorescente x LED ( <i>Light Emitting Diode</i> ) .....                 | 42        |
| 3.3.2 Sistemas de ar condicionado.....   | 44        |
| <b>4 METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS TÉCNICOS DA PESQUISA .....</b>                            | <b>47</b> |
| <b>4.1 Classificação da pesquisa.....</b>  | <b>47</b> |
| <b>4.2 Caracterização do local de estudo .....</b>   | <b>47</b> |
| <b>4.3 Procedimento de coleta de dados .....</b>   | <b>49</b> |
| 4.3.1 Pesquisa de campo .....  | 49        |
| 4.3.2 Pesquisa bibliográfica.....  | 49        |
| <b>4.4 Descrição dos métodos de análise dos dados e interpretação dos resultados .....</b> | <b>50</b> |
| <b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>  | <b>51</b> |
| <b>5.1 Levantamento dos pontos críticos encontrados em vistoria.....</b>                   | <b>51</b> |
| 5.1.1 Padrão de entrada de energia elétrica (Padrão Cemig) .....                           | 53        |
| 5.1.2 Mezanino .....   | 54        |
| 5.1.3 Quadro de distribuição geral.....  | 55        |



|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| 5.1.4      | Iluminação: Altar e Edificação em geral .....                              | 56        |
| 5.1.5      | Tomadas na edificação.....   | 58        |
| 5.1.6      | Área externa.....  | 58        |
| <b>5.2</b> | <b>Substituição das instalações elétricas existentes.....</b>              | <b>60</b> |
| <b>5.3</b> | <b>Recomendação para manutenção da instalação elétrica existente .....</b> | <b>61</b> |
| 5.3.1      | Cabeamento elétrico .....  | 62        |
| 5.3.2      | Dispositivos de proteção.....  | 62        |
| 5.3.3      | Quadros de distribuição .....  | 63        |
| 5.3.4      | Iluminação .....   | 64        |
| 5.3.5      | Tomadas.....   | 64        |
| 5.3.6      | Interruptores.....   | 65        |
| 5.3.7      | Eletrodutos.....   | 65        |
| 5.3.8      | Caixa de Passagem.....   | 65        |
| 5.3.9      | Aterramento .....  | 66        |
| 5.3.10     | Padrão de entrada de energia elétrica .....                                | 66        |
| <b>5.4</b> | <b>Aplicação da eficiência energética .....</b>                            | <b>67</b> |
| <b>5.5</b> | <b>Estimativa de consumo .....</b>   | <b>68</b> |
| <b>6</b>   | <b>CONCLUSÃO .....</b>   | <b>73</b> |
|            | <b>REFERÊNCIAS .....</b>   | <b>75</b> |
|            | <b>APÊNDICE A .....</b>  | <b>83</b> |
|            | <b>APÊNDICE B.....</b>   | <b>85</b> |
|            | <b>APÊNDICE C .....</b>  | <b>87</b> |
|            | <b>APÊNDICE D .....</b>  | <b>89</b> |
|            | <b>APÊNDICE E.....</b>   | <b>93</b> |



## 1 INTRODUÇÃO

O planejamento da instalação elétrica é uma etapa fundamental a ser seguida para elaboração de um projeto elétrico, sendo o dimensionamento dos circuitos e distribuição uniforme de energia em um determinado local, ou seja, o profissional que realiza o projeto elétrico, além de colocar os pontos de iluminação e tomadas, calcula suas cargas dimensionando a fiação, disjuntores, tomadas de uso específico e outras proteções.

Grande parte das instalações elétricas não apresentam as condições mínimas de qualidade, com isso, apresentam graves problemas às pessoas e ao local, se bem executada, gera bem-estar para a sociedade e segurança para as pessoas e para o patrimônio.

O profissional apto para projetar, acompanhar e fiscalizar uma instalação elétrica é o engenheiro eletricitista. Até meados dos anos 1970 e 1980, era pouco lembrado no momento de se conceber uma instalação elétrica nova. Essa função era executada pelo engenheiro civil ou mesmo por técnicos. Essa falta de atenção com relação às instalações elétricas resultou em muitas instalações feitas sem o mínimo cuidado na execução desses serviços, sem levar em conta as normas e especificações necessárias a um bom funcionamento, durabilidade e confiabilidade da instalação (CAVALCANTE, 2010).

As instalações elétricas constituem o maior risco para os edifícios antigos, pois não foram dimensionadas para as atuais necessidades de consumo e muitas vezes estão em estado precário (GOEKING, 2010).

Falhas no dimensionamento e na proteção das instalações, ocorrem geralmente, pelo tempo da instalação, pela economia no projeto e quando não possui um profissional capacitado, devido a isto, surgem diversas situações de riscos e acidentes, como, incêndios, choques elétricos, dispositivos de proteção desarmando com frequência, sobrecarga nos condutores e aterramento ineficaz. Mesmo as instalações dimensionadas de acordo com a necessidade do local, os materiais possuem vida útil e conseqüentemente ocorrem o seu envelhecimento.

O número de aparelhos eletrônicos aumentou devido ao avanço da tecnologia, sem as devidas mudanças nas instalações elétricas após a implementação destes. Não atendendo à atual demanda elétrica da edificação e, principalmente, em atender aos requisitos de segurança que uma instalação deve proporcionar.

Quando se trata de locais de afluência de público e que estão nessa situação, a preocupação é ainda maior. No local do estudo, as instalações elétricas são antigas,

subdimensionada para a demanda atual, possuem fiação exposta, histórico de falhas, gerando riscos para as pessoas que o frequentam. Dentre as razões apresentadas, é preciso um novo dimensionamento das instalações, para enquadrar com a nova demanda, as normas técnicas brasileiras atualizadas.

Segundo os dados da ABRACOPEL (2016), o número de acidentes cuja origem é a eletricidade é alto, considerando que o risco elétrico, pode ser controlado em praticamente todos os casos. Os acidentes são ocasionados por choque elétrico, descarga atmosférica e incêndios gerados por problemas na instalação elétrica. A TAB. 1, mostra o número de acidentes envolvendo eletricidade no Brasil em 2015.

TABELA 1: Números de acidentes envolvendo eletricidade no Brasil em 2015

| <b>Acidentes com eletricidade</b> | <b>Quantidade</b> |
|-----------------------------------|-------------------|
| Choques elétricos fatais          | 590               |
| Choques elétricos não fatais      | 123               |
| Curto circuito em geral           | 441               |
| Descarga atmosférica              | 93                |
| Descarga atmosférica com morte    | 62                |

Fonte: ABRACOPEL, 2016.

Neste sentido, a presente pesquisa apresenta uma análise de viabilidade técnica na elaboração de um projeto elétrico, para a reforma das instalações de um edifício antigo e tradicional de arquitetura gótica, a Igreja Matriz Senhor Bom Jesus na cidade de Poté no estado de Minas Gerais.

Foram realizadas visitas técnicas a fim de se obter os pontos críticos da situação das instalações elétricas da Igreja, para a realização da reforma. Através da coleta de dados, foi feito o levantamento técnico, um estudo para indicar os problemas atuais da instalação elétrica e propondo melhorias e utilização de novas tecnologias para o local. O intuito principal é a segurança que as novas instalações irão proporcionar, seguido de conforto para os frequentadores.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Analisar as condições das instalações elétricas da Igreja Matriz Senhor Bom Jesus, da cidade de Poté em Minas Gerais, enfatizando os pontos críticos da instalação elétrica do local.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Realizar um levantamento dos pontos críticos das instalações elétricas da Igreja.
- Identificar a necessidade de substituição das instalações elétricas.
- Utilizar do princípio da eficiência energética buscando uma solução economicamente viável.
- Apresentar a viabilidade de consumo e gastos da nova instalação elétrica.



### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Conceitos de instalações elétricas

De acordo com Ortunho (2015), “uma instalação elétrica é definida pelo conjunto de materiais e componentes elétricos essenciais ao funcionamento de um circuito ou sistema elétrico”.

A preocupação com as instalações elétricas é fundamental para todos aqueles que estão envolvidos, quer sejam projetistas ou eletricitistas, devem ser sempre com a correta utilização da energia e que haja colaboração no sentido de melhorar cada vez mais a qualidade das instalações elétricas, que se transformará em maior para a segurança das pessoas, as quais delas dependem, e a integridade do patrimônio são fatores constantes no dia a dia da sociedade (CAVALIN; CERVELIN, 2015).

A legislação pertinente visa as observâncias de determinados aspectos, bem como, segurança, eficiência, qualidade energética. A instalação elétrica envolve as etapas do projeto e da implementação física das ligações elétricas, que garantirão o fornecimento de energia em determinado local. Devem atender a norma vigente à época, ou seja, a revisão da norma não implica necessidade de revisão da instalação a menos que seja ampliada ou reformada (ABNT, 2004).

Segundo Creder (2007), as instalações elétricas são regulamentadas, principalmente, pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), o problema é que nem sempre as normas desenvolvidas são aplicadas, principalmente na execução das instalações. Conforme mostra o QUADRO 1, existem várias normas relacionadas às instalações elétricas.

QUADRO 1: Relação de normas brasileiras para instalação elétrica de baixa tensão

| Norma                | Descrição  |
|----------------------|--|
| <b>NBR 5410:2004</b> | Instalações elétricas em baixa tensão  |
| <b>NBR 5413:1992</b> | Iluminância de interiores ( <u>substituída pela norma <b>ABNT NBR ISSO/CIE 8995-1:2013</b></u> ) |

| <b>Norma</b>                     | <b>Descrição</b>  |
|----------------------------------|---|
| <b>NBR 5419:2015</b>             | Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas  |
| <b>NBR 10898:1999</b>            | Sistema de iluminação de emergência   |
| <b>NBR 13534:1995</b>            | Instalações elétricas em estabelecimento assistenciais de saúde                                     |
| <b>NBR 13570:1996</b>            | Instalações elétricas em locais de afluência de público   |
| <b>NBR NM 60.898:2004</b>        | Disjuntores de baixa tensão para proteção de sobrecorrentes para instalações domésticas e similares |
| <b>ABNT BBR IEC<br/>60.947-2</b> | Disjuntores de baixa tensão   |

Fonte: Creder, 2007.

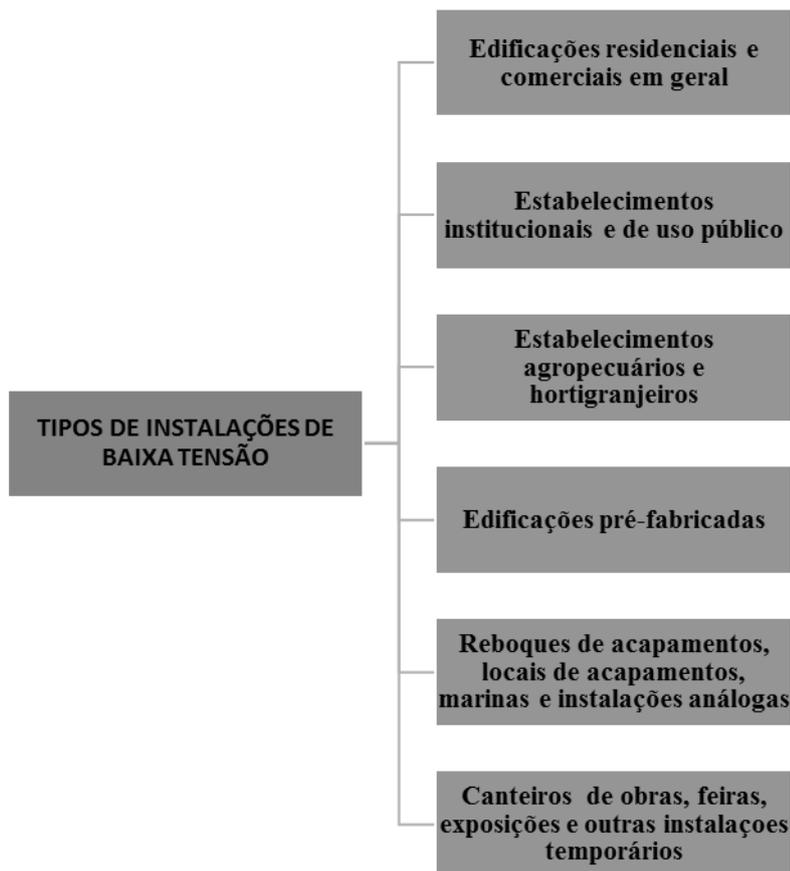
De acordo com Creder (2007), é necessário que haja periodicamente um exame completo na instalação elétrica, verificando o estado de conservação e limpeza de todos os componentes e alguns pontos a serem analisados descritos a seguir:

- Substitua peças defeituosas ou em más condições e verifique o funcionamento dos circuitos.
- Utilize sempre materiais de boa qualidade.
- Acréscimos de carga (instalação de novos equipamentos elétricos) podem causar aquecimento excessivo dos fios condutores e maior consumo de energia, resultando em curtos-circuitos e incêndios.
- Certifique-se de que os cabos e todos os componentes do circuito suportem a nova carga.
- Em ligações bifásicas, o desequilíbrio de fase pode causar queima do disjuntor, aquecimento de fios ou mau funcionamento dos equipamentos.
- As emendas de fios devem ser bem-feitas, para evitar que se aqueçam ou se soltem. Depois de emendá-los, proteja-os com fita isolante própria para fios.
- Evite condutores de má qualidade, pois eles prejudicam a passagem da corrente elétrica, superaquecem e provocam o envelhecimento acelerado da isolação.

A NBR 5410 determina as condições que as instalações de baixa tensão devem atender, para garantir seu funcionamento adequado, a segurança e a conservação dos bens. Aplica-se a instalações novas e a reformas de instalações existentes, bem como qualquer substituição de componentes de implique alteração de circuito (COTRIM,2009).

As instalações elétricas de baixa tensão são alimentadas sob uma tensão nominal igual ou inferior a 1000 V em corrente alternada, com frequências inferiores a 400 Hz ou a 1 500 V em corrente contínua (ABNT, 2004). A FIG. 1 relaciona os tipos destas instalações.

FIGURA 1: Tipos de instalações elétricas de baixa tensão



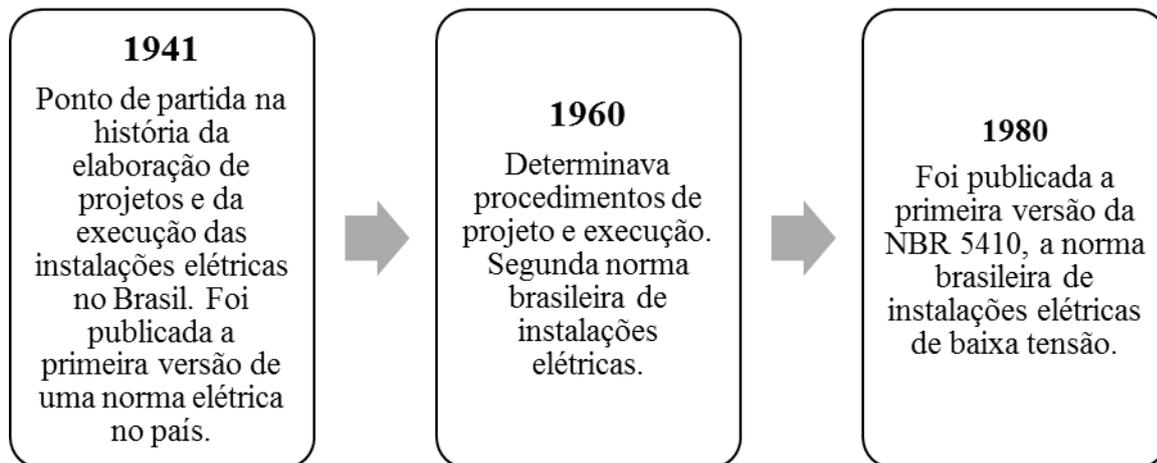
Fonte: ABNT,2004.

### 3.1.1 Histórico das instalações elétricas no Brasil

De acordo com Cunha (2010), as maneiras de fazer os projetos de instalações elétricas para baixa tensão no Brasil mudaram consideravelmente, puxados pela evolução normativa e pelo desenvolvimento tecnológico.

Segundo o mesmo autor, muitos profissionais das áreas de instalações elétricas adotavam normas estrangeiras, como as americanas, para projetar, dimensionar e executar suas obras. A primeira versão de uma norma elétrica no Brasil, foi publicada em 1941. Considerado o ponto de partida na história da elaboração de projetos e da execução das instalações elétricas no Brasil. Esta evolução é mostrada na FIG. 3 a seguir.

FIGURA 2: Evolução das normas brasileiras de instalação elétrica



Fonte: Cunha, 2010.

Ao criar a NBR 5410, o Brasil se alinhou à IEC (*International Electrotechnical Commission*), que é a principal entidade mundial que desenvolve normas técnicas no setor elétrico. Com essa decisão, hoje, o país possui uma base normativa que está entre as mais modernas do mundo, abrangendo tanto os produtos elétricos, quanto as próprias instalações (CUNHA,2010).

As novas invenções tecnológicas aparecem modificando o modo de vida da sociedade. Por isso, os locais tendem a ser adaptados para comportarem o surgimento destas. A sociedade passou a desenvolver-se fortemente baseada na eletricidade, tornando-se necessária a todos. A partir disso, cresceu a importância sobre a parte elétrica de um projeto de construção (MOREIRA, 2014).

### 3.1.2 Riscos e falhas relacionados às instalações elétricas

A eletricidade oferece um grande risco ao homem. Mesmo em baixas tensões ela representa perigo à integridade física e saúde das pessoas. A qualidade das instalações

elétricas deve seguir padrões conhecidos e normalizados a fim de prevenir a ocorrência de acidentes. (ZANCHETA, 2002).

De acordo com Cavalin *et al* (2015), não é admissível que as pessoas sejam expostas a acidentes causados por qualidade de materiais e produtos deficientes, serviço de instalação mal executados, bem como as condições de operação de equipamentos inseguros. Na FIG.4 mostra as falhas mais comuns encontradas nas instalações elétricas.

FIGURA 3: Falhas mais comuns nas instalações elétricas de baixa tensão



Fonte: ABNT, 2004.

Segundo Figueiredo (2012), os principais problemas relacionados as instalações elétricas são:

- Por aumento do consumo de energia elétrica, sem que haja aumento na carga instalada;
- Aumento da incidência de queima de equipamentos;
- Ocorrência de choques elétricos na edificação;
- Dispositivos de proteção desarmando sem causa aparente;
- Sistema de iluminação apresentando variações na luminância (piscando);
- Alteração das cores dos condutores como fios desbotados ou pretos;
- Uso de adaptadores nos pontos de energia e a presença de inconformidades das instalações elétricas;

- Utilização de materiais e produtos inadequados ou não conformes com requisitos técnicos;
- Uso de mão de obra desqualificada;
- Ausência ou não utilização do projeto elétrico.

Visando a segurança das instalações elétricas, a ABNT, desenvolve normas de sistemas de proteção específicos relacionado com a Norma Regulamentadora nº 10 – NR 10, Instalações e Serviços em Eletricidade, são estabelecidas as condições mínimas para implementação de medidas de controle e sistemas preventivos em instalações elétricas, além da proteção de choques elétricos, que deve ser garantida pela aplicação de medidas de proteção contra contatos diretos e indiretos (BRASIL,2006).

Os principais fatores que podem ser ocasionados pela falta de adequação das instalações elétricas em relação às normas vigentes, especificamente a NBR 5410, são os riscos de efeitos térmicos, sobrecorrentes, choques elétricos, correntes de falta, sobretensões que ocasionam perdas irreparáveis e insubstituíveis que são os danos à vida (ABNT,2004).

De acordo com a legislação vigente, a Lei nº 11.337, é necessário que as edificações tenham sistema de aterramento e instalações elétricas compatíveis com a utilização do condutor terra de proteção, bem como tomadas com o terceiro contato correspondente, como previsto na NBR 14136. Em resumo entre os sistemas de proteção previstos pela lei pode se destacar o aterramento e o dispositivo residual (BRASIL, 2006).

Por razões de segurança, todo equipamento elétrico deve ter o seu corpo (parte metálica) aterrado. Também os componentes metálicos das instalações elétricas, como os quadros de distribuição de circuitos, eletrodutos metálicos, caixas de derivação, entre outros, devem ser corretamente aterradas (ABNT,2004).

A proteção contra surtos está se tornando uma necessidade devido à grande demanda de novos componentes eletrônicos. Os dispositivos de proteção contra surtos (DPS) que são destinados à proteção das instalações elétricas, dos equipamentos elétricos e eletrônicos contra os efeitos diretos e indiretos causados pelas descargas atmosféricas. São conhecidos por limitar e eliminar as descargas atmosféricas, são econômicos, podem ser adicionados a um sistema existente, e funcionam perfeitamente se forem devidamente selecionados e instalados (FINDER,2012).

É necessário realizar manutenções periódicas, porque ocorrem desgastes naturais que atingem as instalações e torna necessária uma análise criteriosa. Ou seja, ações que garantem

a valorização do patrimônio e segurança, visando aspectos de desempenho, vida útil, segurança, conservação, manutenção e exposição ambiental (VILLANUEVA,2015).

### 3.1.3 Estatísticas de acidentes com eletricidade

A entidade brasileira que faz um levantamento estatístico de acidentes de origem elétrica desde o ano de 2008 é a Abracopel. Estes dados são para conscientizar e alertar a população, profissionais e, principalmente a mídia em geral sobre a importância dos acidentes com eletricidade. O número de pessoas que perderam a vida devido a incêndios causados por eletricidade: 33 pessoas tiveram a vida interrompida durante um incêndio, este número é 65% maior que em 2014 quando houve 20 mortes por esta natureza (ABRACOPEL, 2016). Estes dados são mostrados no TAB. 2 a seguir.

TABELA 2: Relação da Abracopel do número de incêndios ocorridos no Brasil em 2015

| <b>Incêndios por local 2015</b> | <b>Incêndio</b> | <b>Fatal</b> |
|---------------------------------|-----------------|--------------|
| Casa                            | 174             | 31           |
| Comércio pequeno porte          | 146             | 2            |
| Comércios - outros              | 3               | 0            |
| Empresa pública                 | 31              | 0            |
| Escola                          | 23              | 0            |
| Hospitais                       | 11              | 0            |
| Igrejas                         | 3               | 0            |
| Indústria de grande porte       | 0               | 0            |
| Indústria (pequeno/médio)       | 13              | 0            |
| Outros                          | 4               | 0            |
| Residência apto                 | 24              | 0            |
| Residência área comum           | 0               | 0            |
| Shopping center                 | 4               | 0            |
| Sítio, chácaras                 | 1               | 0            |
| Super/Hipermercado              | 4               | 0            |
| <b>Total</b>                    | <b>441</b>      | <b>33</b>    |

Fonte: ABRACOPEL,2016.

### 3.1.4 Instalações elétricas antigas

Toda edificação após algum tempo sofre desgaste natural sobre suas estruturas, apresentam uma tendência natural de inadequação ao uso. O que ocorre conflito entre valores da demanda atual e da capacidade projetada da instalação, evolução dos critérios técnicos adotados nas diferentes épocas de projeto, condições de segurança aplicáveis aos usuários e equipamentos, eficiência no uso da energia elétrica nas instalações (DANIEL, 2010).

As instalações elétricas antigas além de gerar desperdício de energia, podem causar choques elétricos ou até mesmo ser o estopim de grandes tragédias, como os incêndios. Esses efeitos somados propiciam a desvalorização comercial do imóvel e prejuízos financeiros, como a paralisação das atividades produtivas e o desperdício de energia elétrica. A legislação e normas específicas exigem reformas de instalações antigas com o objetivo de adequar o dimensionamento dos cabos/fios e os sistemas de proteção à carga prevista, observados os critérios básicos de segurança (FREITAS, 2011).

### 3.1.5 Locais de afluência de público

As edificações voltadas para o uso público, de acordo com Villanueva (2015), precisam sempre apresentar condições adequadas de utilização e de segurança. São necessárias vistorias periódicas, com o objetivo de determinar as condições técnicas, de uso e de manutenção, com avaliação do grau de risco à segurança dos usuários.

A NBR 13570 sobre instalações elétricas em locais de afluência de público, aplica-se às instalações elétricas nos locais indicados no QUADRO 2 ou outros locais com capacidade de no mínimo 50 pessoas (ABNT,1996).

QUADRO 2: Locais de afluência de público e capacidade mínima

| <b>Item</b> | <b>Local</b>                              | <b>Capacidade mínima</b><br>(Nº de pessoas) |
|-------------|---|---|
| 1           | Auditórios, salas e conferências/reuniões | 200   |
| 2           | Cinemas                                   | 50  |
| 3           | Hotéis, motéis e similares                | 50  |

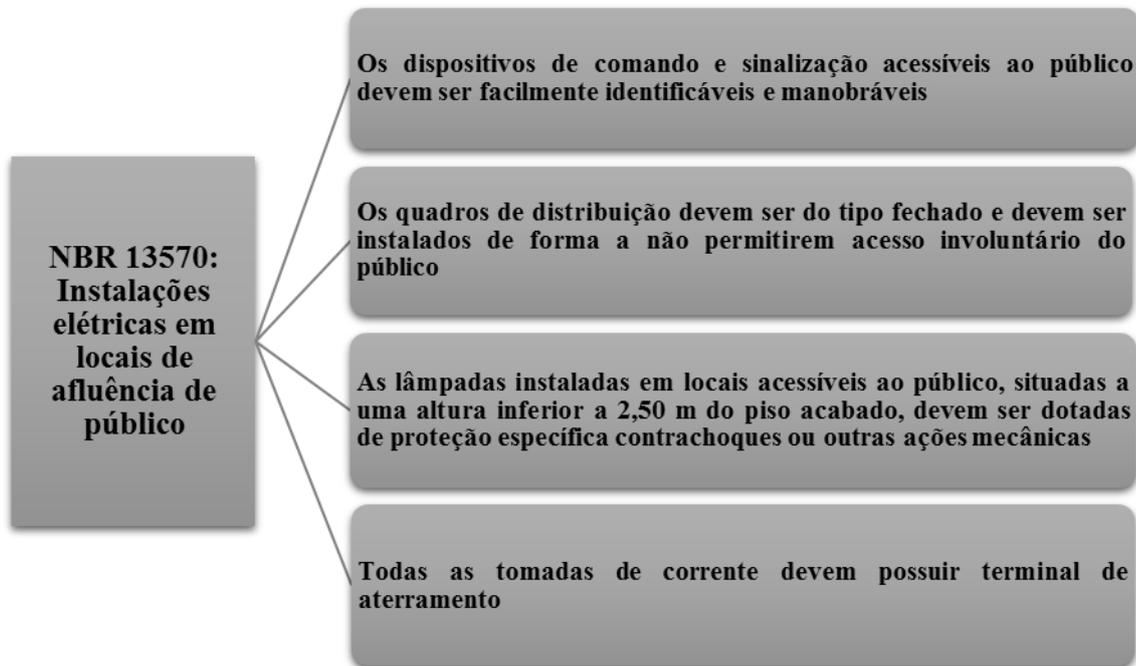
| <b>Item</b> | <b>Local</b>   | <b>Capacidade mínima</b><br>(Nº de pessoas) |
|-------------|--|---|
| 4           | Locais de culto  | 300   |
| 5           | Estabelecimentos de atendimento ao público                   | 100   |
| 6           | Bibliotecas, arquivos públicos, museus e salas de arte       | 100   |
| 7           | Teatros, arenas, casas de espetáculos e locais análogos      | 50  |
| 8           | Salas polivalentes ou modulares, galpões de usos diversos    | 100   |
| 9           | Lojas de departamentos                                       | 100   |
| 10          | Restaurantes, lanchonetes, cafés e locais análogos           | 100   |
| 11          | Boates e danceterias   | 50  |
| 12          | Supermercados e locais análogos                              | 100   |
| 13          | Circulações e áreas comuns em centros comerciais             | *   |
| 14          | Salões de bailes, salões de festas, salões de jogos          | 120   |
| 15          | Boliches, diversões eletrônicas e locais análogos            | 60  |
| 16          | Estabelecimentos de ensino                                   | 100   |
| 17          | Estabelecimentos esportivos e de lazer cobertos              | 200   |
| 18          | Estabelecimentos esportivos e de lazer ao ar livre, estádios | 300   |
| 19          | Locais de feiras e exposições ao ar livre                    | 300   |
| 20          | Parques de diversões   | *   |
| 21          | Circos   | 200   |
| 22          | Locais de feiras e exposições cobertos                       | 200   |
| 23          | Estruturas infláveis   | 50  |
| 24          | Estações e terminais de sistemas de transporte               | *   |

\* Nestes locais, a aplicação da Norma independe da capacidade de pessoas.

Fonte: ABNT, 1996.

As instalações elétricas de afluência de público, NBR 13570, de acordo com a ABNT (1996), conforme apresentado na FIG. 2, “fixa os requisitos específicos exigíveis às instalações elétricas em locais de afluência de público, a fim de garantir o seu funcionamento adequado, a segurança de pessoas e de animais domésticos e a conservação dos bens”.

FIGURA 4: Esquema das Notas da NBR 13570



Fonte: ABNT, 1996.

### 3.2 Projeto elétrico

O projeto de instalação elétrica, de acordo com Creder (2007), é a previsão detalhada de uma instalação, com a localização dos pontos de utilização da energia elétrica, comandos, trajetos dos condutores, divisão em circuitos, seção dos condutores, dispositivos de manobra e dimensionamento das cargas.

Ao projetar um sistema elétrico para qualquer tipo de edificação pode ser definida como o projeto para dispor condutores e equipamentos elétricos de modo a proporcionar com segurança, confiabilidade e qualidade a transferência de energia elétrica desde uma fonte até os dispositivos que deverão ser alimentados, propiciando que a instalação atinja os objetivos ao qual se propõe. Apresentar soluções possíveis de serem implementadas para a resolução de determinados problemas. Para o projetista, a solução procurada visa atender a uma necessidade, um resultado desejado, um objetivo (GOMES,2011).

Um projeto elétrico bem elaborado garante a satisfação final do cliente, pois evita gastos excessivos, melhor aproveitamento dos materiais utilizados nas instalações. Para execução do projeto de instalações, o projetista necessita de plantas e cortes de arquitetura,

saber o fim a que se destina a instalação, os recursos disponíveis, a localização da rede mais próxima, bem como saber as características elétricas da rede (CREDER,2007).

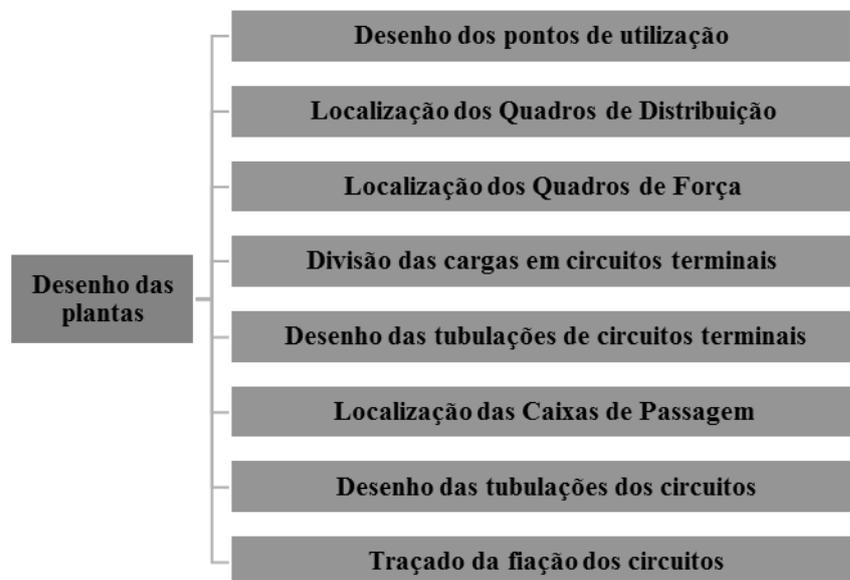
Segundo Goeking (2010) o problema não está nos equipamentos e tecnologias disponíveis, mas sim da forma que o projeto elétrico é executado. Isso porque quando se segue as normas brasileiras existentes já possuem os requisitos mínimos para equipamentos e para as instalações elétricas, para garantir uma instalação segura, ou seja, a execução do projeto deve ser seguida corretamente.

### 3.2.1 Partes componentes de um projeto elétrico

De acordo com Creder (2007), o projeto elétrico consiste, de maneira geral, em várias etapas para sua realização, desde o levantamento dos dados até sua aprovação. São necessárias algumas informações para iniciar este projeto, como, plantas de situação, o projeto arquitetônico, projetos complementares e os dados obtidos do proprietário.

A primeira etapa de elaboração de um projeto elétrico, segundo Gomes (2011), inicia com o levantamento da previsão de cargas da instalação, através dos desenhos na planta baixa, conforme a FIG. 5.

FIGURA 5: Detalhamento das etapas dos desenhos na planta a ser seguidos



Fonte: Gomes,2011.

Em seguida, de acordo com Creder (2007), são feitos os dimensionamentos dos condutores, tubulações, dispositivos de proteção e os quadros. A próxima etapa é a elaboração dos quadros de distribuição, quadros de cargas, diagramas unifilares e multifilares, diagramas de força e comando de motores.

O memorial descritivo detalha todas as fases e materiais utilizados no projeto, serve de base para a compra de materiais e para a execução da obra. O memorial de cálculo contém os principais cálculos e dimensionamentos das previsões de cargas, determinação da demanda provável, dimensionamento de condutores, eletrodutos e dispositivos de proteção (CREDER,2007).

As partes complementares de um projeto elétrico, de acordo com Gomes (2011), são as especificações técnicas e lista de materiais, ART junto ao CREA local e Análise e aprovação da concessionária (possíveis revisões).

Desenvolver um projeto de instalações elétricas significa garantir que o desenho em planta e as especificações contidas nos memoriais descritivos estejam de acordo com as normas vigentes. É necessário o conhecimento da norma de Instalações Elétricas de baixa tensão ABNT 5410, além do atendimento das outras normas complementares (ABNT,2004).

### **3.3 Eficiência energética**

A eficiência energética, segundo a ANEEL (2008), pode ser definida como uma atividade técnico-econômica, que tem por objetivo propiciar o uso otimizado de matéria prima fornecida pela natureza para produção de energia.

De acordo com a ABESCO (2015), consiste em usar de modo eficiente a energia para se obter um determinado resultado. Por definição, a eficiência energética consiste da relação entre a quantidade de energia empregada em uma atividade e aquela disponibilizada para sua realização.

A maior parte das edificações desperdiçam oportunidades de poupar energia e custos. Os novos conceitos de projetos sustentáveis indicam que há numerosas oportunidades para a integração de elementos naturais com materiais e técnicas construtivas, com eficiência energética e menor custo (INEE,2002). Quando se concebe um projeto integrado da edificação, ganhos significativos em sustentabilidade podem ser atingidos, tornando extremamente favorável a relação benefício/custo (BRASIL, 2014).

Os investimentos em eficiência energética ainda são caros, construindo uma barreira que impede à implantação dessas medidas, em relação aos empreendimentos de energia convencional. Pois, a maioria dos usuários de eletricidade, nem sempre têm capacidade financeira para arcar com o investimento necessário (MARTINS, 1999).

A construção de edificações adequadas, as implantações de projetos consistentes de eficiência energética requerem investimentos nas instalações elétricas, sendo uma oportunidade de análise e renovação dos componentes da instalação, elevando-se significativamente sua vida útil. (LÔBO; BITTENCOURT, 2003).

### 3.3.1 Tipologias de iluminação

Investir em sistemas de iluminação mais econômicos ajuda a reduzir o consumo de energia elétrica de maneira significativa, diminuindo custos. Houve nos últimos anos aumento da preocupação com a melhoria da eficiência energética. As lâmpadas e demais dispositivos de iluminação têm evoluído para melhorar a qualidade de luz emitida e a vida útil (FERREIRA, 2014).

Quando usamos a iluminação de forma racional, ela nos oferece uma série de benefícios, como a proteção à vista, influências benéficas sobre o sistema nervoso vegetativo que comanda o metabolismo e as funções do corpo, fazendo com que haja uma elevação do rendimento no trabalho, diminuição de erros e acidentes, contribuindo assim para maior conforto, bem-estar e segurança (CAVALIN; CERVELIN, 2015).

A iluminação tem como objetivo a obtenção de boas condições de visão associadas à visibilidade, segurança e orientação dentro de um determinado ambiente. Utiliza a luz como principal instrumento na criação de efeitos especiais, no destaque de objetos, superfícies ou do próprio espaço (BRASIL, 2003).

No que se concerne a iluminação de ambientes, o consumidor busca a qualidade, eficiência, durabilidade e baixo consumo. Reconhecendo a grande vantagem apresentada por uma iluminação adequada, os estabelecimentos vêm dando cada vez mais importância à eficiência da iluminação. Para que isso ocorra é necessário um bom planejamento (FERNANDES, 2011).

Uma edificação deve proporcionar um nível adequado de iluminação que permita reduzir ou que substitua o uso da iluminação artificial. Para ser energeticamente eficiente,

então, a edificação deve proporcionar uma relação entre a iluminação natural e os ganhos térmicos nos ambientes internos (CARLO *et al.*, 2003).

As áreas relacionadas a iluminação artificial são responsáveis por parcela significativa na demanda energética, como na iluminação de vias públicas ou de edifícios industriais ou em edifícios comerciais e habitacionais (FERREIRA, 2014).

A iluminação não pode ser analisada de forma isolada, pois está relacionada com às características arquitetônicas e ao tipo de atividade do ambiente (MILANI, 2006). É no campo da iluminação que existe a oportunidade para conservar energia, ou seja, temos uma iluminação adequada dentro dos padrões estabelecidos pela norma, porém com economia de energia, sem, contudo, vivermos às escuras ou na obscuridade (CAVALIN; CERVELIN, 2015).

#### 3.3.1.1 Iluminação Natural

O uso da luz natural contribui de forma significativa para a redução do consumo de energia elétrica, a melhoria do conforto visual e o bem-estar. Aberturas, em geral, proporcionam aos ocupantes de uma edificação o contato visual, permitindo também o relaxamento do sistema visual pela mudança das distâncias focais (CBCC, 2003).

A maneira como a luz entra e interage com a forma e o espaço cria ambiências na igreja. A entrada indireta de luz e sua inter-reflexão nas superfícies produzem um ambiente com iluminação difusa e relaxante que favorece a calma interior, propiciando o recolhimento e a oração (MILANI, 2006).

A utilização de luz natural é o ponto de partida para se obter sistemas de iluminação eficientes. Este sistema deve possuir uma proteção adequada contra incidência de radiação solar direta. Podendo reduzir 50% no consumo de energia elétrica com iluminação (PINTO, 2009).

#### 3.3.1.2 Lâmpadas: fluorescente x LED (*Light Emitting Diode*)

As lâmpadas fluorescentes são lâmpadas de descarga com vapores de mercúrio, compostas de um filamento, um tubo de vidro cilíndrico preenchido com um gás nobre, e superfície interna coberta de pó fluorescente (FERREIRA, 2014).

As características das lâmpadas fluorescentes, de acordo com o mesmo autor, são:

- O tempo de vida útil é de aproximadamente 10.000 horas.
- Compostas por vapor de mercúrio ou argônio.
- Podem usar reatores incorporados as lâmpadas ou separados.
- Recomenda-se usar em lugares que a lâmpada fique ligada por mais tempo, liga-la e desliga-la em menos de 15 minutos reduz a sua vida útil.
- Uma parte da sua energia é transformada em calor.
- Emite radiação ultravioleta.

De acordo com Ribeiro (2010), “a produção de luz através da passagem de corrente elétrica em semicondutores sendo os LED (díodos emissores de luz) é a tecnologia que tem crescido muito”.

O LED, segundo Novick *et al* (2008), é um dispositivo eletrônico semicondutor, que quando polarizado diretamente, dentro do semicondutor ocorre a recombinação de lacunas e elétrons. Não possui filamento, com isso, ilumina e não aquece. Ao ser comparado com a lâmpada incandescente, é capaz de produzir muito mais luz visível do que calor, o que o torna mais eficiente chegando a economizar 50% da energia.

As lâmpadas e luminárias LED, de acordo com o Centro Brasileiro de eficiência energética em edificações (2013), apresentam índices de eficiência luminosa comparáveis aos das fluorescentes compactas. Além disso, os seus indicadores de qualidade de iluminação, medidos pela temperatura de cor e índice de reprodução de cores, também são elevados.

As vantagens na utilização das lâmpadas Led, de acordo com Borne (2010), são:

- Redução do consumo de energia elétrica;
- Grande eficiência luminosa;
- Ausência de metais pesados;
- Vida útil longa;
- Baixo custo de manutenção;
- Não emite calor;
- Proporciona maior eficiência;
- Não emite raios ultra-violeta;
- Não atrai insetos;
- Acendimento imediato;
- Flexibilidade de usos, formas, tamanhos e design.

As lâmpadas LED, segundo a fabricante Philips, convertem até 40%. Esta eficiência se traduz em economia, pois um LED de 3W ilumina tanto quanto uma lâmpada fluorescente de 60W. Por ter uma duração até 10 vezes maior, enquanto é necessário trocar uma lâmpada de LED, é necessário trocar dez fluorescentes, contribuindo com a geração de lixo (PHILLIPS, 2012).

De acordo com Ferreira (2014), as características das lâmpadas de LED são:

- O tempo de vida útil é de aproximadamente 100.000 horas, 10 vezes maior que a fluorescente.
- Alto rendimento, uma lâmpada de 3w pode substituir uma fluorescente de 60w.
- Estado sólido, não utilizam vapor.
- Gera menos calor, com isso, uma porcentagem muito mais alta de energia será convertida em luz.
- Reator incorporado à lâmpada.
- Não emite raios ultravioleta;
- Não atrai insetos;
- Acendimento imediato;

A tecnologia LED está sendo mais eficiente energeticamente para iluminação no curto e médio prazo. Sendo mais viável para a substituição das fluorescentes compactas e investe em desenvolvimento e inserção do produto no mercado (BORNE,2010).

### 3.3.2 Sistemas de ar condicionado

Os sistemas de ar condicionado apresentam um item importante para os custos de uma edificação, pelos investimentos iniciais necessários e pelo dispêndio que provocam ao longo do tempo com consumo de energia elétrica e com a sua manutenção (PINTO,2009).

Os aparelhos de ar condicionado devem ser instalados de maneira que a troca de calor seja realizada com o ambiente externo, evitando maior aquecimento da área climatizada, melhorando a eficiência dos equipamentos e exigindo menos dos exaustores. Os equipamentos de ar condicionado consomem cerca de 11% da energia elétrica. A escolha de

um equipamento mais eficiente, traz resultados positivos e visíveis na redução do valor da conta de energia (COSTA; DINIZ, 2015).

Para avaliar corretamente um equipamento de ar condicionado, segundo Costa *et al* (2015), é importante conhecer alguns conceitos, como a Classificação Energética e o Coeficiente de Eficiência Energética, além de realizar um correto dimensionamento do equipamento para o compartimento o qual será instalado.

De acordo com o mesmo autor, a classificação energética varia de uma escala de A a G, onde os equipamentos mais eficientes são classificados em A e os menos eficientes em G. O coeficiente de Eficiência Energética é a relação entre a capacidade e o consumo do equipamento de ar condicionado. O compressor é o principal componente do condicionador de ar, independente do seu modelo ou capacidade frigorífica e sua função é proporcionar a elevação da pressão de um gás ou escoamento gasoso. A tecnologia do compressor pode influenciar consideravelmente a eficiência energética do equipamento, dessas formas modelos com tecnologia inverter são mais eficientes quando comparados com os de compressor convencional.



## **4 METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS TÉCNICOS DA PESQUISA**

### **4.1 Classificação da pesquisa**

Quanto à natureza dos dados, esta pesquisa classifica como qualitativa, descreve toda situação das instalações elétricas do local e quantitativa por demonstrar as estimativas de consumo e gastos relacionados ao projeto elétrico. É descritiva quanto ao nível de estudo e delineada como pesquisa de campo, visto que os dados apresentados se baseiam nos estudos do dimensionamento das instalações elétricas tendo como objeto de estudo a reforma da Igreja Matriz, localizada na cidade de Poté em Minas Gerais.

A pesquisa descritiva é um levantamento das características conhecidas, componentes do fato/fenômeno/problema. É normalmente feita na forma de levantamentos ou observações sistemáticas do fato/fenômeno/problema escolhido (SANTOS,2007).

Segundo Godoy (1995), as pesquisas descritivas geralmente assumem a forma de levantamentos. Quando o aprofundamento da pesquisa descritiva permite estabelecer relações de dependência entre variáveis, é possível generalizar resultados.

A pesquisa de campo, de acordo com Fonseca (2002), caracteriza-se pelas investigações em que, além da pesquisa bibliográfica, se realiza coleta de dados restrito a um único universo.

### **4.2 Caracterização do local de estudo**

A Igreja Matriz Senhor Bom Jesus está localizada na Praça Frei Gaspar que se encontra situada na região central da cidade de Poté, no Vale do Mucuri, no estado de Minas Gerais, conforme a FIG.6. A cidade integra a microrregião de Teófilo Otoni e faz divisa com os municípios de Ladainha, Teófilo Otoni, Itambacuri, Malacacheta e Franciscópolis. A economia da cidade possui como principais setores econômicos o serviço e a agropecuária. O IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) municipal é de 0,624, considerado médio. O PIB é de R\$ 97.138.000,00 e o PIB *per capita* de R\$ 6.147,62. Se localiza a - 17.80136945 de Latitude e -41.78838552 de Longitude (POTÉ, 2016).

FIGURA 6: Mapa da localização da cidade de Poté no estado de Minas Gerais



Fonte: IBGE, 2013.

A Igreja é um edifício de construção antiga e tradicional na cidade, como mostra a FIG.7. É um local frequentado há muitos anos. Antes da sua construção, em 1894, era localizada uma pequena Capela, Nosso Senhor Bom Jesus. Em 26 de agosto de 1912, a capela, pertencente a paróquia de Nosso Senhor Bom Jesus de Sete Posses, foi elevada à condição de paróquia. Dom Joaquim Silvério de Souza decretou a criação da Paróquia Senhor Bom Jesus de Poté aos 26 de agosto de 1912 (IBGE,2008).

FIGURA 7: Vista frontal da Igreja Matriz Senhor Bom Jesus na cidade de Poté em Minas Gerais



Fonte: Acervo da pesquisa, 2016.

### 4.3 Procedimento de coleta de dados

#### 4.3.1 Pesquisa de campo

A pesquisa foi feita através das visitas técnicas ao local, com o acompanhamento de profissionais da área, a fim de se obter um levantamento da situação das instalações elétricas da Igreja Matriz, com observação simples *in loco*, análise visual, registro fotográfico e tabelas.

O ambiente, segundo as normas NR 10, NBR 5410 e NBR 13570, deve apresentar instalações elétricas que visem a segurança e conforto. Dessa forma, através da coleta de dados do levantamento técnico, foi feito um estudo para propor melhores condições para substituição das instalações elétricas do local.

#### 4.3.2 Pesquisa bibliográfica

Nesta pesquisa foram utilizadas as bases de dados virtuais como *Scielo (Scientific Electronic Library Online)* e Google Acadêmico, por abrangerem uma coleção variada de periódicos científicos e dados compilados com confiabilidade acadêmica. A busca pelas obras nas bases de dados se processou com a utilização de palavras-chave afins ao tema, instalações elétricas, projeto elétrico, evolução das instalações, acidentes com eletricidade, reforma de edificações, iluminação em igrejas, tipos de iluminação, riscos elétricos, normas de instalações elétricas, eficiência energética e sustentabilidade.

Alguns critérios foram adotados para a escolha das obras, como, estar disponíveis na íntegra e não na forma resumida e em língua portuguesa sendo que todas as obras deveriam ter sido cientificamente ou tecnicamente produzidas e publicadas.

Para selecionar o material pertinente, seguiram-se algumas etapas. Primeiramente a leitura exploratória dos textos encontrados, depois a leitura aprofundada das obras de interesse. E por fim, a leitura analítica dos trabalhos mais relevantes.

Os arquivos virtuais foram baixados em área específica no computador dos pesquisadores e, posteriormente, realizado fichamento digital para melhor organização. Em

seguida, foram relacionados descritores aos trabalhos para facilitar o resgate dos mesmos durante a escrita da revisão bibliográfica.

#### **4.4 Descrição dos métodos de análise dos dados e interpretação dos resultados**

Após a leitura criteriosa das fontes científicas, procedeu-se a organização das informações na estrutura denominada Referencial Teórico sempre buscando mencionar as informações mais abrangentes antes das informações mais específica.

Através das análises obtidas com o levantamento técnico percebeu-se os pontos críticos do local e foram relacionados com a interpretação dos assuntos abordados e montando-se a discussão acerca destas informações, sempre tentando correlacionar com dados da atualidade, vincular matérias acadêmicas ministradas durante o curso, fornecendo pontos de vista sociais, porém técnicos, enfim, mencionar todas as percepções da forma mais abrangente e impessoal possível.

A edificação a ser analisada foi escolhida baseada no fato de ser um caso real da maioria das instalações elétricas com mais de vinte anos de construída. O imóvel em questão é uma Igreja, sendo que a mesma nunca passou por uma manutenção preventiva nas instalações elétricas, apenas manutenções corretivas e na maioria das vezes passou por adaptações fora dos padrões.

Foi feita a comparação da situação atual da instalação elétrica da Igreja, com as normas brasileiras (NBR) relacionadas à segurança e eletricidade. Visando melhorias e substituição das instalações, sua reforma propõe a segurança, eficiência energética, conforto, estética, para as pessoas, famílias, voluntários e frequentadores do local, pois a área afetada é de grande importância social, além de ser tradicional na cidade.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

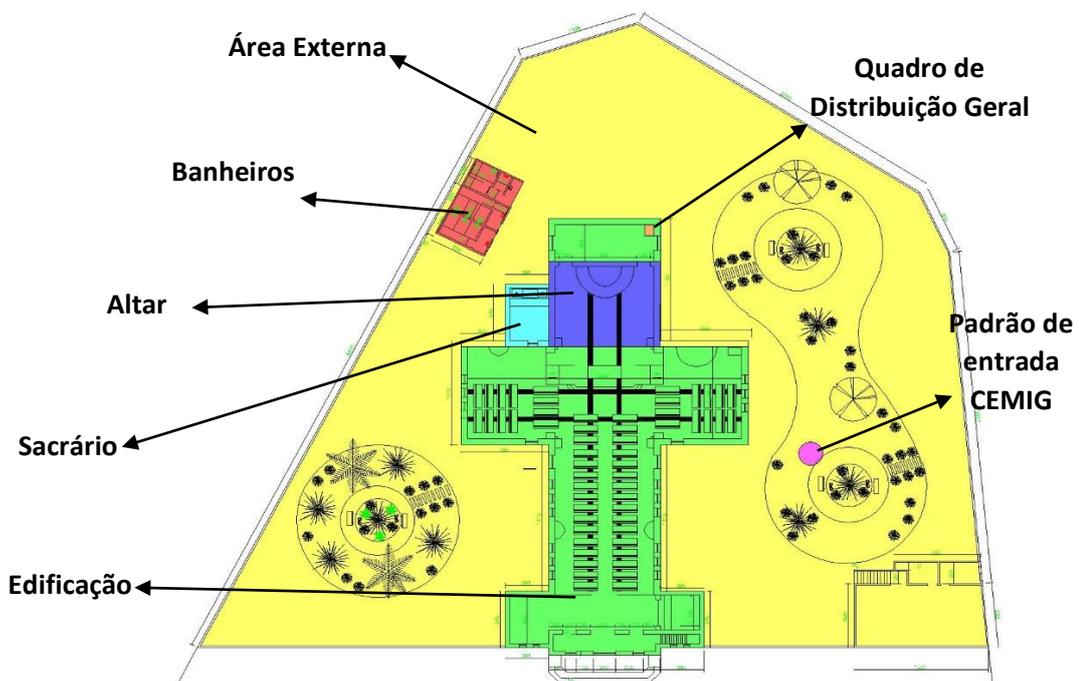
### 5.1 Levantamento dos pontos críticos encontrados em vistoria

O presente levantamento teve por finalidade detalhar os pontos críticos das instalações elétricas. Uma avaliação de conformidade durante as visitas técnicas realizadas na Igreja Matriz Senhor Bom Jesus.

O imóvel é muito antigo e não há um projeto elétrico da edificação. A inspeção visual foi feita para verificar se os equipamentos, sistemas e componentes da instalação elétrica foram corretamente selecionados, instalados e se não apresentavam danos aparentes que possam comprometer o funcionamento adequado e a segurança conforme as normas aplicáveis e aos regulamentos das autoridades e da concessionária de energia elétrica.

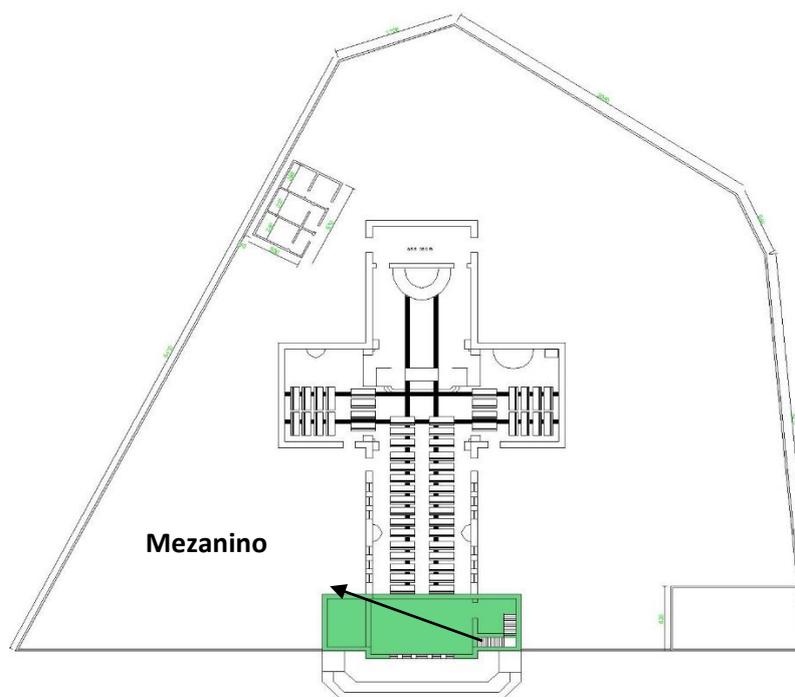
Neste sentido, segue abaixo a planta baixa do térreo, como mostra na FIG. 8, e primeiro pavimento, como mostra na FIG. 9, da edificação para ilustrar todas as áreas descritas no levantamento.

FIGURA 8: Planta baixa do térreo da Igreja Matriz



Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

FIGURA 9: Planta baixa do primeiro pavimento da Igreja Matriz



Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Dentre diversas problemáticas encontradas ao realizar o levantamento, os principais pontos a serem destacados foram:

- Padrão de entrada de energia elétrica (padrão Cemig);
- Mezanino;
- Quadro de distribuição geral;
- Altar;
- Sacrário;
- Área externa;
- Edificação.

Muitos dados foram observados e analisados ao decorrer das visitas, em resumo, os maiores estão apresentados a seguir:

- Fios e cabos aéreos passando entre edificações, amarrados em árvores ou canos fora de eletrodutos;
- Falta de aterramento;
- Quadros de distribuição sem disjuntor geral ou sem barramentos;
- Quadros de distribuição sem descrição;

- Cabos subdimensionados;
- Fiação oxidada, antiga e rígida.

Abaixo segue o detalhamento do registro fotográfico e as descrições das instalações elétricas do imóvel.

#### 5.1.1 Padrão de entrada de energia elétrica (Padrão Cemig)

A entrada de energia elétrica, o padrão Cemig, está localizado na lateral da Igreja, um local acessível a todos. Apresenta grande parte da fiação exposta e sem devida proteção mecânica, encontra-se sem proteção com ligação direta ao padrão, sem a utilização adequada da caixa de passagem. Além disso, a carga instalada que foi solicitada na época teve aumento, o que faz com que sobrecarrega tanto a instalação interna da unidade. Os riscos com a eletricidade estão ainda mais expostos, como mostra a FIG. 10.

FIGURA 10: Situação do padrão de entrada da CEMIG da Igreja Matriz



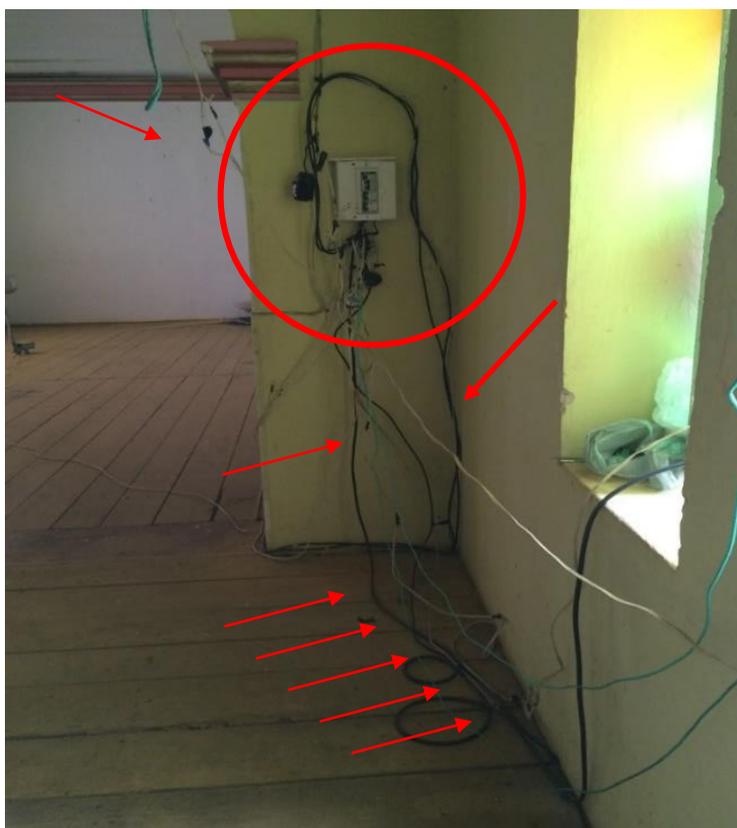
Fonte: Acervo da pesquisa, 2016.

### 5.1.2 Mezanino

Todas as fiações encontram-se expostas, sem a devida proteção mecânica, com muito cabeamento antigo e rígidos, sem a utilização de eletrodutos. Os fios estão com emendas irregulares, os condutores não apresentam a devida isolação e nenhuma proteção.

O quadro de distribuição utilizado neste local está subdimensionado, não há identificação dos componentes, não possui divisão correta dos circuitos e os disjuntores não estão de acordo com a norma vigente, conforme mostra a FIG. 11.

FIGURA 11: Condições das instalações elétricas do mezanino da Igreja Matriz



Fonte: Acervo da pesquisa, 2016.

O local apresenta diversos riscos para as pessoas que o frequentam, não há medidas de proteção contra choques elétricos, contra efeitos térmicos provenientes da sobrecarga e não há dispositivos de proteção adequados. Conforme a FIG. 12, a fiação encontra-se sem a utilização de eletrodutos e falta de conexões.

FIGURA 12: Detalhamento das instalações elétricas no mezanino da Igreja Matriz



Fonte: Acervo da pesquisa, 2016.

### 5.1.3 Quadro de distribuição geral

A especificação técnica de um quadro de distribuição é a identificação suas características. O quadro está instalado em local de fácil acesso, mas é um modelo antigo. Os componentes dos quadros não estão providos de identificação do lado externo, não há descrições, nem divisão dos circuitos e não possuem identificação destes. Excesso de condutores instalados de forma irregular.

Não há correspondência entre os componentes e respectivos circuitos possa ser prontamente reconhecida. Existe apenas um aviso específico para um disjuntor do local chamado Sacrário.

Os disjuntores atuais são do tipo NEMA, que é o padrão norte americano, que após a vigência da norma NBR IEC 60898, ficou fora do padrão normativo brasileiro, não é utilizado mais em quadro de distribuição, apenas nos padrões Cemig, conforme a ND 5.1 e ND 5.2. Não há proteção dos componentes do seu interior e proteção das pessoas contrachocos

elétricos e contra efeitos térmicos, os circuitos não possuem os dispositivos de corrente diferencial-residual (dispositivo DR) que servem para seccionar automaticamente a alimentação dos circuitos ou dos equipamentos por eles protegidos, como também o DPS. Conforme a FIG. 13, o quadro é protegido com tampa e bloqueado.

FIGURA 13: Detalhamento do quadro de distribuição Igreja Matriz



Fonte: Acervo da pesquisa, 2016.

#### 5.1.4 Iluminação: Altar e Edificação em geral

Como a Igreja é tradicional e possui uma arquitetura gótica, conforme a FIG. 14, as janelas são com vitrais na cor laranja e verde, o que não proporciona uma boa iluminação natural para o ambiente, devido a isso, o reforço com a iluminação artificial deve ser maior, pois as janelas não podem ser trocadas e também não se pode utilizar recursos para um aproveitamento da luz natural.

FIGURA 14: Detalhamento da iluminação e dos pontos de tomadas do ambiente interno da Igreja Matriz



Fonte: Acervo da pesquisa, 2016.

O projeto de iluminação além do dimensionamento correto do sistema de proteção do circuito, deve também levar em consideração o tipo de atividade desenvolvida no ambiente a ser iluminado. Como não existe esse tipo de projeto, o ambiente interno da Igreja, conforme a FIG. 15, não apresenta iluminação adequada, o ambiente é escuro e os frequentadores do local ressaltam que existe a dificuldade da leitura devido a iluminação existente.

FIGURA 15: A iluminação natural do ambiente interno da Igreja Matriz



Fonte: Acervo da pesquisa, 2016.

Existem vários locais que merecem uma iluminação decorativa, como por exemplo as imagens, e o altar, além da iluminação não valorizar o ambiente e sua arquitetura, como mostra a FIG. 16 e a FIG. 17.

FIGURA 16: A iluminação do altar do ambiente interno da Igreja Matriz



Fonte: Acervo da pesquisa, 2016.

FIGURA 17: Detalhes da falta de iluminação na escada de acesso ao sino da Igreja Matriz



Fonte: Acervo da pesquisa, 2016.

#### 5.1.5 Tomadas na edificação

Todas as tomadas de correntes fixas das instalações da edificação estão fora da norma vigente, a NBR 14136, pois são do modelo antigo de dois pinos sem aterramento e não estão identificadas. O padrão brasileiro de plugues e tomadas foi criado para dar mais segurança ao consumidor, ao diminuir a possibilidade de choques elétricos, incêndios e mortes.

#### 5.1.6 Área externa

Devido ao tamanho da área externa da Igreja, ela apresenta com baixa iluminação e não propõe segurança para os frequentadores do local, deveria estar com mais postes ou a troca das lâmpadas que iriam atender à necessidade. As luminárias dos postes do jardim estão opacas, devido ao desgaste e há falta de manutenção.

Existem luminárias que estão instaladas em locais desapropriados, como em árvores. Como esta área possui um jardim, não apresenta uma iluminação que o valorize, conforme mostra a FIG. 18.

FIGURA 18: Detalhes da iluminação da área externa da Igreja Matriz



Fonte: Acervo da pesquisa, 2016.

A iluminação em áreas externas, em fachadas, monumentos arquitetônicos ou artísticos merece uma atenção, pois faz com que o referencial urbano também seja visto e notado à noite, ao assumir um valor de maior impacto. Tem a finalidade de chamar atenção para a fachada de uma edificação ou monumento, criando uma impressão aos cidadãos.

É indiscutível a importância da iluminação externa, tanto do ponto de vista de segurança, quanto do ponto de vista da valorização da arquitetura. A Igreja Matriz não possui a iluminação para sua fachada, o que desvaloriza sua estética e não a deixa atrativa, ou seja, não ressalta sua arquitetura. Utiliza somente a iluminação do poste, com um refletor conectado, que se localiza em frente ao local, como mostra na FIG. 19. Portanto, o local não está dentro destes parâmetros.

FIGURA 19: Detalhes da iluminação da fachada da Igreja Matriz



Fonte: Acervo da pesquisa, 2016.

## 5.2 Substituição das instalações elétricas existentes

A edificação foi construída há mais de 20 anos e estão com as instalações elétricas comprometidas, visto que o aumento de carga proveniente por energia elétrica cresceu nos últimos anos, ou seja, as cargas aumentaram, por isso, estão subdimensionadas, ocorrendo sobrecargas.

As fiações não atendem mais o nível de consumo e sofrem aquecimento dos fios, o revestimento destes ficam ressecados, o que prejudica sua condutibilidade e resistência de isolamento, causando também a perda de energia ao longo dos circuitos, provocando curto-circuito e choque elétrico, colocando o local em risco de incêndios.

A falta de segurança nas instalações elétricas, muitas vezes, ocorre por não contratar o profissional habilitado e pela ausência de fiscalização. Com isso, são utilizados produtos de baixa qualidade, não seguem as normas de segurança que visam reduzir os riscos associados às instalações elétricas e ao manuseamento de equipamentos elétricos. Fazer uma manutenção preventiva, é questão de segurança e não apenas de economia. Portanto estas situações indicam às intervenções técnicas, o que deve ser foco de um novo projeto elétrico.

Devem ser providenciadas a troca de toda a fiação existente, instalar novos eletrodutos, colocar novas caixas de passagem, tomadas no novo padrão com o pino de aterramento, interruptores novos, soquetes das lâmpadas e a troca das luminárias. Deve ser instalado um novo quadro distribuição, com barramentos de fase, neutro e terra, instalação de

um aterramento com resistência máxima adequada ao nível exigido pela concessionária Cemig, instalado disjuntores com respectivos disjuntores residuais.

Devida a necessidade de troca de toda a instalação elétrica, aumento da carga através dos novos pontos elétricos e da instalação de ar condicionado no local, foi preciso o dimensionamento de um novo padrão de entrada de energia elétrica, o padrão Cemig.

Com a manutenção corretiva proveniente da reforma das instalações elétricas, irá proporcionar segurança, uma otimização no consumo de energia elétrica e conforto a todos.

### **5.3 Recomendação para manutenção da instalação elétrica existente**

Após as análises obtidas com o levantamento, observou-se que as condições operacionais das instalações elétricas da Igreja estão com os elementos de distribuição mal dimensionados, com sobrecargas e falhas, por não apresentarem um projeto elétrico, pelo estado precário das conexões e pela falta de um cronograma de manutenção preventiva.

Neste sentido, devido a necessidade de uma nova demanda e com as mudanças normativas e tecnológicas que afetam os materiais elétricos, as instalações do local não poderão ser reaproveitadas. Com isso, é necessário a elaboração de um projeto elétrico. Sua implementação proporcionará a segurança do local e irá otimizar o consumo de energia elétrica, evitando gastos desnecessários, também proporcionará um ambiente agradável esteticamente e um conforto térmico que utilize métodos para garantir uma eficiência energética.

A execução ou ampliação de projetos em desacordo com a NBR 5410 acarreta prejuízo ao meio ambiente, compromete a segurança de pessoas e animais, a integridade do imóvel, a vida útil dos equipamentos e ocasionam perdas no consumo de energia (ABNT,2004).

Os critérios utilizados para a elaboração do projeto elétrico, apresentado no APÊNDICE A e APÊNDICE B, para que atenda a Igreja Matriz serão especificados a seguir.

### 5.3.1 Cabeamento elétrico

O cabeamento elétrico escolhido para o projeto é o mais utilizado em instalações de baixa tensão e com a existência de isolamento, o de cobre. Serão flexíveis, isolamento de PVC 70°C para 750v, classe 5.

O correto dimensionamento dos cabos de energia seguiu as seguintes especificações:

- Seção mínima;
- Ampacidade de condução de corrente;
- Queda de tensão;
- Proteção contra sobrecargas;
- Proteção contra curtos-circuitos;
- Proteção contra contatos indiretos.

Os condutores serão das seguintes cores:

- Fase A: preto;
- Fase B: vermelho;
- Fase C: branco;
- Neutro: azul;
- Terra: verde;
- Retorno: amarelo.

As seções dos condutores dos circuitos estão informadas no diagrama unifilar e multifilar do quadro de distribuição conforme o projeto elétrico.

### 5.3.2 Dispositivos de proteção

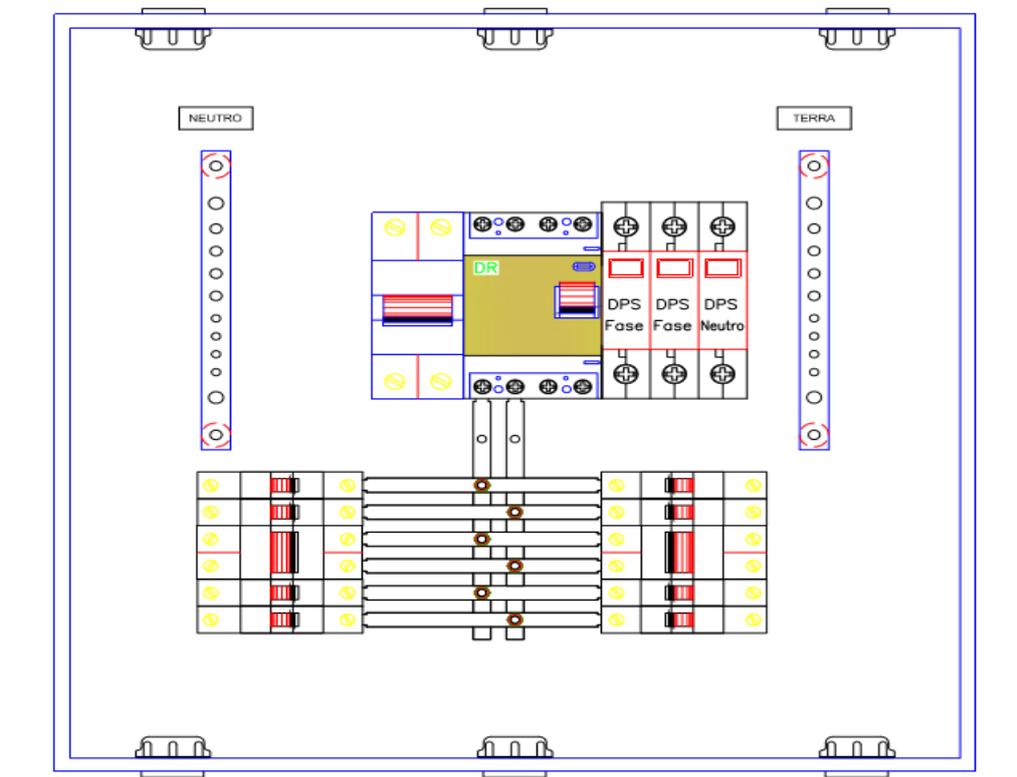
- Os disjuntores padrão NEMA serão substituídos por disjuntores termomagnéticos compactos DIN de baixa tensão equivalentes.
- O DPS que será utilizado é de classe II sendo instalado no quadro de distribuição.
- O dispositivo a corrente diferencial-residual (dispositivo DR) será do tipo AC.

### 5.3.3 Quadros de distribuição

Os quadros de distribuição escolhidos de acordo com NBR IEC 60439-1, são de fabricação metálica e sua instalação será embutida. Caixa moldada e especificações conforme o projeto, da edificação. Nesse quadro, também serão instalados os disjuntores para a alimentação dos quadros de distribuição.

O quadro de distribuição deverá ser devidamente identificado, de forma definitiva e duradoura, em plaqueta acrílica individual e resinada, com a relação do número dos circuitos e o equipamento equivalente. Não podendo ser em papel, fita crepe ou utilizando fita adesiva ou qualquer adesivo que possa ser retirado.

FIGURA 20: Desenho do quadro de distribuição conforme o projeto



Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

### 5.3.4 Iluminação

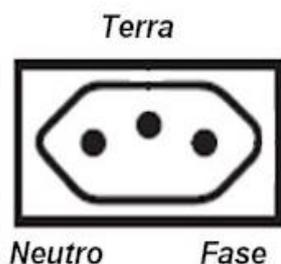
Os circuitos de iluminação serão derivados dos quadros de distribuição, com fiação mínima de 2,5mm<sup>2</sup> e seguindo os conceitos do projeto elétrico. A iluminação mais viável para Igreja foi a utilização de luminárias LED.

- Os refletores LED podem ser utilizados para os mais diversos fins, tanto em ambientes externos como internos. Foram escolhidos alguns refletores para o jardim e para o ambiente interno para enfatizar uma iluminação diretiva no altar.
- As luminárias no piso foram escolhidas como forma de iluminação decorativa.
- Luminárias tipo arandelas são as mais apropriadas, utilizadas em Igrejas de arquitetura gótica, para ambiente interno.
- Luminárias no teto decorativas: os lustres.
- Luminárias de paredes para alguns pontos específicos.
- Luminárias no teto nos demais locais.
- Postes para iluminação do jardim/área externa.

### 5.3.5 Tomadas

As tomadas serão alimentadas a partir dos quadros de distribuição correspondentes. Todas deverão ser aterradas, com pino de ligação a terra de acordo a NBR 14136, conforme mostra a FIG. 21, novo padrão brasileiro e devidamente identificadas.

FIGURA 21: Detalhamento das tomadas utilizadas no projeto



Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Para os pontos de ar condicionado, serão lançados alimentadores específicos para o equipamento. Todas as tomadas e circuitos de força deverão receber condutor de proteção (terra).

#### 5.3.6 Interruptores

Os interruptores foram dimensionados de acordo com cada local, para atender de forma eficiente todos os tipos de iluminação encontradas. Deverão ter as seguintes características nominais: 10A/250V e estarem de acordo com as normas brasileiras. Serão dos tipos simples, duplo, triplo, paralelo.

#### 5.3.7 Eletrodutos

Os circuitos sairão dos quadros de distribuição através de eletrodutos de PVC flexível (mangueiras corrugadas) cor amarela e com anti-propagação de chamas e vapores tóxicos, embutidos em paredes e lajes.

A bitola mínima a ser utilizada em sistemas de iluminação e tomadas será de 20mm (3/4 polegadas) e em sistemas alimentadores serão utilizados uma polegada.

#### 5.3.8 Caixa de Passagem

As caixas de embutir, para interruptores, tomadas, luminárias e passagem, serão em PVC, com dimensões em projeto e especificação.

As caixas de passagens serão concretadas (quando laje) ou chumbadas (quando alvenaria) observando o perfeito nivelamento das mesmas. Só serão abertos os olhais das caixas onde forem introduzidos eletrodutos. As caixas deverão estar alinhadas e aprumadas.

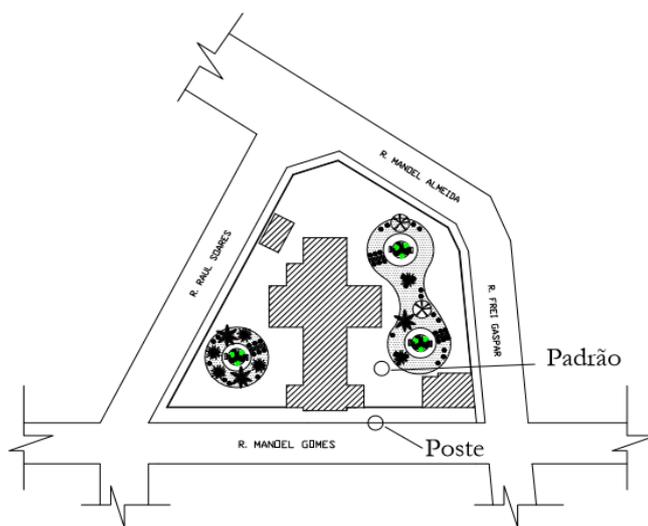
### 5.3.9 Aterramento

O sistema de aterramento que será utilizado é o TN-S, condutor neutro e condutor de proteção distintos, conforme NBR 5410, com condutor de proteção (PE) disponível junto ao aterramento.

### 5.3.10 Padrão de entrada de energia elétrica

O padrão Cemig, apresentado em APÊNDICE C, foi dimensionado de acordo com as normas da Cemig ND 5.1 e ND 5.2. A FIG. 23 mostra a localização do padrão Cemig.

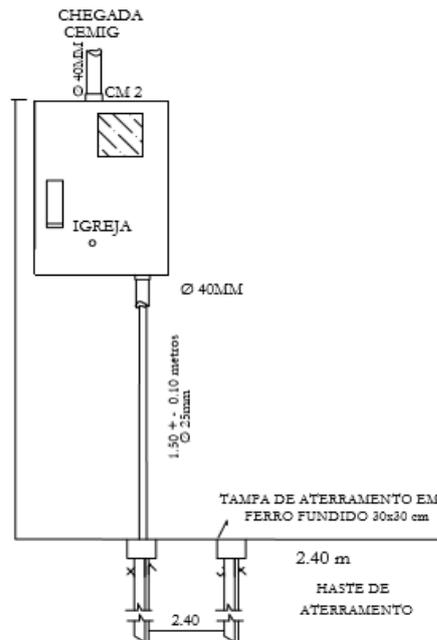
FIGURA 22: Detalhamento da planta de localização do padrão Cemig



Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

O padrão foi dimensionado e determinado como trifásico, com disjuntor de 60 A. A FIG. 24 mostra o modelo escolhido.

FIGURA 23: Detalhamento do padrão Cemig para a Igreja Matriz



Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

#### 5.4 Aplicação da eficiência energética

As implantações de projetos de eficiência energética requerem investimentos nas instalações elétricas, considerando as novas demandas de cargas, controles e operação. A evolução tecnológica dos componentes, materiais elétricos e eletrônicos nas últimas décadas, permite as instalações de concepção, vantagens operacionais e de segurança significativamente superiores às daquelas de, por exemplo, 20 anos atrás.

Do ponto de vista de atendimento as normas de instalação, um projeto de eficiência energética que venha a ser implantado é uma oportunidade de renovação dos componentes da instalação, elevando-se significativamente sua vida útil.

Para melhor aproveitamento de tecnologias recomenda-se que utilize luminárias que a luz incida em maior quantidade de superfícies possíveis, desde o teto até as paredes.

Diante disto, o LED é a melhor opção de iluminação para máxima qualidade de economia, durabilidade, praticidade e sustentabilidade. Apresenta maior viabilidade de aplicação em um novo projeto:

- As fontes de luz de LED duram mais, o que evita a trocas de lâmpada em um período menor. Isto reduz consideravelmente o desperdício, além da economia de energia em longo prazo.
- A iluminação de LED é muito eficiente em termos de energia quando comparada à iluminação tradicional, pois gasta menos energia para produzir a mesma quantidade de luz.

Os equipamentos de ar condicionado mais eficientes são classificados em A, com isso, o modelo que melhor se enquadra ao local é o *Split Inverter*. Para o melhor desempenho do equipamento é necessário que evite colocá-lo em paredes que o sol permaneça por mais tempo, para que o ar condicionado pegar um ar mais frio e também para aumentar sua vida útil. É recomendado que a parte de saída de ar fique em local de fácil acesso para limpeza, manutenção ou troca de filtros. É necessário realizar um correto dimensionamento do equipamento para determinado ambiente o qual será instalado, para garantir conforto térmico, economia e sustentabilidade.

## **5.5 Viabilidade de gastos**

A viabilidade de consumo, de acordo com a proposta do projeto elétrico, tem como objetivo uma percepção de quanto o cliente irá gastar ao mês através da nova carga. Além da viabilidade de gastos que é o custo total para a substituição de toda instalação elétrica e sua implantação.

A perspectiva do cálculo foi realizada utilizando as seguintes propriedades do equipamento: a sua potência unitária, a quantidade por modelo, quantos dias de utilização no mês e quantas horas utilização por dia, conforme mostra a TAB. 3.

**TABELA 3:** Viabilidade de consumo de acordo com o novo projeto elétrico

| <b>Equipamento</b>           | <b>Quantidade<br/>(UN)</b> | <b>Potência<br/>(W)</b> | <b>Dias/mês</b> | <b>Horas/dia</b>   | <b>Potência<br/>total/<br/>equipamento</b> |
|------------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------|--------------------|--|
| Ar condicionado 42000<br>BTU | 3                          | 4260                    | 8               | 4                  | 408960                                     |
| Bebedouro                    | 1                          | 250                     | 8               | 4                  | 8000                                       |
| Lâmpada de LED 10W           | 2                          | 10                      | 8               | 4                  | 640  |
| Lâmpada de LED 9W            | 32                         | 9                       | 8               | 4                  | 9216                                       |
| Lâmpada de piso LED<br>5W    | 14                         | 5                       | 8               | 4                  | 2240                                       |
| Lâmpada de poste LED<br>25W  | 12                         | 25                      | 8               | 4                  | 9600                                       |
| Lâmpada de LED 30W           | 6                          | 30                      | 8               | 4                  | 5760                                       |
| Lâmpada de LED 20W           | 2                          | 20                      | 8               | 4                  | 1280                                       |
| Lâmpada de LED 7W            | 4                          | 7                       | 8               | 4                  | 896  |
| Lâmpada de LED 4W            | 40                         | 4                       | 8               | 4                  | 5120                                       |
| Lâmpada de LED 12W           | 8                          | 12                      | 8               | 4                  | 3072                                       |
| Notebook                     | 1                          | 120                     | 8               | 4                  | 3840                                       |
| Projektor                    | 1                          | 300                     | 8               | 4                  | 9600                                       |
| Som                          | 1                          | 1831                    | 8               | 4                  | 58592                                      |
|                              |                            |                         |                 | Consumo<br>KWh/mês | 526,816                                    |

Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Para a reforma das instalações elétricas, serão necessários os serviços para a elaboração do projeto elétrico, execução da obra e mão de obra qualificada. A TAB. 4 é uma estimativa de gastos para sua implantação.

**TABELA 4:** Viabilidade de custos para o novo projeto elétrico

|   |                      |
|---|----------------------|
| Projeto elétrico  | R\$ 3.700,00         |
| Execução  | R\$ 5.000,00         |
| Mão de obra   | R\$ 7.060,27         |
| Planilha orçamentária dos projetos                                  | R\$ 51.506,85        |
| <b>Gastos totais para elaboração e execução do projeto elétrico</b> | <b>R\$ 67.267,12</b> |

Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Para a execução do projeto, foi feito um cronograma para detalhar os procedimentos e sua duração, conforme a TAB. 5.

**TABELA 5:** Cronograma da execução do projeto elétrico

| ITEM | ESPECIFICAÇÃO                                    | 1º MÊS |   |   |   | 2º MÊS |   |   |   | 3º MÊS |   |   |   |
|------|--|--------|---|---|---|--------|---|---|---|--------|---|---|---|
| 1    | Apresentação do Projeto elétrico e seus detalhes | ■      |   |   |   |        |   |   |   |        |   |   |   |
| 2    | Especificação da lista de materiais              | ■      | ■ |   |   |        |   |   |   |        |   |   |   |
| 3    | Planilha orçamentária                            |        |   | ■ |   |        |   |   |   |        |   |   |   |
| 4    | Compra de materiais e equipamentos               |        |   |   | ■ |        |   |   |   |        |   |   |   |
| 5    | Recebimento dos materiais                        |        |   |   |   | ■      | ■ | ■ | ■ |        |   |   |   |
| 6    | Execução das instalações elétricas               |        |   |   |   | ■      | ■ | ■ | ■ | ■      | ■ | ■ | ■ |

| ITEM | ESPECIFICAÇÃO               | 1º MÊS |  |  |  | 2º MÊS |  |  |  | 3º MÊS |  |  |  |
|------|-----------------------------|--------|--|--|--|--------|--|--|--|--------|--|--|--|
| 7    | Instalação dos equipamentos |        |  |  |  |        |  |  |  |        |  |  |  |
| 8    | <i>Start-up</i> da rede     |        |  |  |  |        |  |  |  |        |  |  |  |
| 9    | Fase de testes              |        |  |  |  |        |  |  |  |        |  |  |  |

Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Os materiais escolhidos para a reforma das instalações elétricas e o orçamento foram escolhidos de acordo com os normativos apresentados no APÊNDICE D, e do projeto padrão Cemig no APÊNDICE E.



## 6 CONCLUSÃO

Sem ter a pretensão de esgotar o tema de melhoria contínua nas Instalações Elétricas de uma edificação, este trabalho de conclusão do curso de Engenharia Elétrica buscou se estudar e apresentar um caso onde as instalações elétricas da Igreja Matriz de Poté-MG, como estão muito antigas requerem mudanças devido as novas cargas e a instalação de equipamentos, tornando necessária a substituição das instalações elétricas. Para isto foi realizado mapeamento todos os pontos críticos e proposta da elaboração de um projeto elétrico que irá atender as novas necessidades, proporcionando segurança e conforto com a aplicação de conceitos baseados na eficiência energética que visa otimização do consumo de energia elétrica a partir do uso das novas tecnologias, como o LED e os aparelhos de ar-condicionados mais eficientes. Vale ressaltar também que haverá um investimento considerável envolvido, o consumo aumentará devida necessidade de climatização, afinal toda edificação tem um tempo de vida útil e precisa de manutenções contínuas, no entanto se ganha em questões relacionadas à segurança e conforto.



## REFERÊNCIAS

- ABESCO (Brasil). *Fatos sobre ar comprimido*. 2015. Disponível em: <<http://eccofluxo.com.br/boletins-tecnicos/abesco-associacao-brasileira-das-empresas-de-servicos-de-conservacao-de-energia/>>. Acesso em: 04 set. 2016.
- ABRACOPEL (Brasil). *Número de acidentes com eletricidade em 2014 dão um salto*. 2015. Disponível em: <<http://abracopel.org/blog/numero-de-acidentes-com-eletricidade-em-2014-dao-um-salto/>>. Acesso em: 23 set. 2016.
- ANEEL. *Manual do programa de eficiência energética- PEE*. Brasília. 2008. Disponível em: <[http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/aren2008300\\_2.pdf](http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/aren2008300_2.pdf)>. Acesso em: 17 set. 2016.
- \_\_\_\_\_. *Programa de Eficiência Energética*. Disponível em: <[www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br)>. Acesso em: 11 set. 2016.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR-5410/04: Instalações elétricas de baixa tensão*. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- \_\_\_\_\_. *NBR-13570/96: Instalações elétricas em locais de afluência de público*. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.
- \_\_\_\_\_. *PROJETO 02:135.02-001: Iluminação natural – Parte 1: Conceitos básicos e definições*. Rio de Janeiro: Brasil, 2003. Disponível em: <[http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/projetos/normalizacao/Iluminacao\\_parte1\\_AGO2003.pdf](http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/projetos/normalizacao/Iluminacao_parte1_AGO2003.pdf)>. Acesso em: 05 out. 2016.
- \_\_\_\_\_. *PROJETO 02:135.02-003: Iluminação natural – Parte 3: Procedimento de cálculo para a determinação da iluminação natural em ambientes internos*. Rio de Janeiro: Brasil, 2003. Disponível em: <[http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/projetos/normalizacao/Iluminacao\\_parte1\\_AGO2003.pdf](http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/projetos/normalizacao/Iluminacao_parte1_AGO2003.pdf)>. Acesso em: 08 out. 2016.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. *Implementação da Lei de Eficiência Energética: relatório de atividades*. Brasília, DF, 2014. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/documents/1138787/0/Relatorio+CGIEE+2014\\_formato+oficial.pdf/041985b1-dd26-4d56-a2c5-bb0e9733dd5c](http://www.mme.gov.br/documents/1138787/0/Relatorio+CGIEE+2014_formato+oficial.pdf/041985b1-dd26-4d56-a2c5-bb0e9733dd5c)>. Acesso em: 15 out. 2016.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. *Iluminação Artificial*. 2013. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/CARACT DE SIST DE ILUM ARTIF-CEPEL\\_CATE](http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/CARACT_DE_SIST_DE_ILUM_ARTIF-CEPEL_CATE) - 2013.pdf>. Acesso em: 02 out. 2016.

\_\_\_\_\_. Ministério do Trabalho e Emprego. *NR 10: segurança em instalações elétricas e serviços em eletricidade*. 2006.

\_\_\_\_\_. Lei nº 11.377, de 26 de julho de 2006. *Dispõe sobre as edificações possuírem sistema de aterramento e instalações elétricas compatíveis com a utilização de condutor-terra de proteção*. Brasília, DF, 2006.

BORNE, L.S. *Eficiência Energética em Instalações Elétricas*. 2010. 102 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/33037>>. Acesso em: 15 out. 2016.

CARLO, J. PEREIRA, F.O.R. LAMBERTS, R. *Iluminação Natural para redução do Consumo de Energia de Edificações de Escritório aplicando propostas de Eficiência Energética para o Código de Obras do Recife*. UFSC, Florianópolis –SC. 2003. Disponível em: <<http://www.portomaravilha.com.br/conteudo/estudos/impacto-a-vizinhaca/V.%20Situacao%20Atual%20e%20Futura%207.%20Ventilacao%20e%20Iluminacao.pdf> >. Acesso em: 11 out. 2016.

CAVALIN, G.; CERVELIN, S. *Instalações Elétricas Prediais: Conforme Norma NBR 5410:2004*. 14. ed. São Paulo: Érica Ltda, 2015.

CBCC - Comissão de Estudo de Iluminação Natural de Edificações. *Iluminação natural - Parte 1: Conceitos básicos e definições*. 2003.

CREDER, H. *Instalações Elétricas*. 15.ed. Rio de Janeiro: LCT, 2007.

COSTA, M.C.M; DINIZ, J.H. *Eficiência Energética*. 2015. Disponível em: <[http://www.sengemg.com.br/downloads/noticias/03-09-2015\\_cartilha\\_eficiencia\\_energetica.pdf](http://www.sengemg.com.br/downloads/noticias/03-09-2015_cartilha_eficiencia_energetica.pdf)>. Acesso em: 07 out. 2016.

COTRIM, A.M.B. *Instalações Elétricas*. 5.ed. São Paulo, SP: Pearson Prentice Hall, 2009.

CUNHA, L. *A evolução das instalações*. O Setor Elétrico, São Paulo, v. 33, n. 53, p.62-69, abr. 2010. Disponível em:

<[http://www.voltimum.com.br/sites/www.voltimum.com.br/files/memoria\\_abril\\_10.pdf](http://www.voltimum.com.br/sites/www.voltimum.com.br/files/memoria_abril_10.pdf)>. Acesso em: 09 set. 2016.

DANIEL, E. *A Segurança e Eficiência Energética nas instalações prediais: Um modelo de avaliação*. 2010. 98 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

FERNANDES, F. *Sistema de Iluminação Inteligente através de Redes de Sensores Wireless*. 2011. 94 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2011. Disponível em: <[http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/119004/fernandes\\_f\\_tcc\\_guara.pdf?sequence=1](http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/119004/fernandes_f_tcc_guara.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 26 set. 2016.

FERREIRA, J. Z. *ESTUDO COMPARATIVO ENTRE LÂMPADAS FLUORESCENTES TUBULARES T8 E TUBULARES DE LED*. 2014. 59 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Construções Sustentáveis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

FIGUEIREDO, F.G. *MEDIDAS PREVENTIVAS PARA INSTALAÇÕES ELÉTRICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL*. 2012. 66 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

FINDER. *Guia para aplicação de Dispositivos de Proteção contra Surtos - DPS*. 2012. Disponível em: <<http://www.instalacoeseletricas.com/Findernet/download/section/PDFs/guia-dps.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2016.

FONSECA, J. J. S. da. *Metodologia da pesquisa científica*. 2002. Disponível em: <<http://www.ia.ufrj.br/ppgea/conteudo/conteudo-2012-1/1SF/Sandra/apostilaMetodologia.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2016.

FREITAS, L. *Renovando as instalações*. O Setor Elétrico, São Paulo, v. 6, n. 34, p.36-42, abr. 2011.

GODOY, A. S. *A Pesquisa qualitativa e sua utilização em Administração de Empresas*. Revista de Administração de Empresas, São Paulo, p.65-71, jul. 1995. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rae/v35n4/a08v35n4.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2016.

GOEKING, W. *Segurança Elétrica no Limite*. 2010. Disponível em: <<http://programacasasegura.org/br/wp-content/uploads/2011/07/RE02.pdf>>. Acesso em: 11 set. 2016.

GOMES, F. Curso de Instalações. *Capítulo 2: Projeto de Instalações Elétricas*. UFJF, 2011. Disponível em: <

[http://www.ufjf.br/flavio\\_gomes/files/2011/03/Material\\_Curso\\_Instalacoes\\_I.pdf](http://www.ufjf.br/flavio_gomes/files/2011/03/Material_Curso_Instalacoes_I.pdf)>. Acesso em: 12 set. 2016.

IBGE. Dados Estatísticos. Disponível em: <

[http://ibge.gov.br/cidadesat/painel/historico.php?codmun=315240&search=minas-gerais%7Cpote%7Cinphographics:-history&lang=\\_ES](http://ibge.gov.br/cidadesat/painel/historico.php?codmun=315240&search=minas-gerais%7Cpote%7Cinphographics:-history&lang=_ES)>. Acesso em: 16 out. 2016

INEE. *Eficiência Energética das Edificações*. Rio de Janeiro - RJ, 2002. Disponível em: <[http://www.inee.org.br/down\\_loads/edif/Provoc2\\_edif.pdf](http://www.inee.org.br/down_loads/edif/Provoc2_edif.pdf)>. Acesso em: 14 out. 2016.

LÔBO, D. G. F.; BITTENCOURT, L. S. *A influência dos captadores de vento na ventilação natural de habitações populares localizadas em climas quentes e úmidos*. Ambiente Construído, 2003. Disponível em:

<<http://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/viewFile/3451/1870>>. Acesso em: 11 out. 2016.

MARTINS, M. P. S. *Inovação Tecnológica e Eficiência Energética*. Rio de Janeiro, 1999. Disponível em:

<<http://www.eletronbras.com/elb/data/documents/storedDocuments/%7B8560E99F-A6A6-428C-965E-619167F03211%7D/%7B91673F5B-A790-481B-B5F0-DC88BE4A0189%7D/monografia01.pdf>>. Acesso em 13 out. 2016.

MILANI, E. M. *Arquitetura, Luz e Liturgia: Um estudo da iluminação nas Igrejas Católicas*. 2006. 116 f. Dissertação (Pós-graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e urbanismo) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetural/Pesquisa/arquitetura%20luz%20e%20liturgia.pdf>>. Acesso em: 19 set. 2016.

MOREIRA, B. *Sinais do tempo*. O Setor Elétrico, Santa Cecília, p.25-30, abr. 2014.

Disponível em: <<http://www.osetoreletrico.com.br/web/a-empresa/1311-sinais-do-tempo.html>>. Acesso em: 26 set. 2016.

MUNIZ, L. *Energia Eficiente*. *Arquitetura e Construção*, São Paulo, v. 31, n. 335, p.104-109, mar. 2015. Mensal.

ND-5.1. CEMIG. Manual de Distribuição: *Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária - Rede de Distribuição Aérea - Edificações Coletivas*. 2008.

ND-5.2. CEMIG. Manual de Distribuição: *Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária - Rede de Distribuição Aérea*. Edificações Coletivas. 2008.

NOVICKI, J. M.; MARTINEZ, R. *LEDs para iluminação pública*. Universidade Federal do Paraná. Curso de Engenharia Elétrica. Curitiba. PR, 2008. Disponível em: <[http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetural/Ilumina%E7%E3o%20P%FAblica/Pesquisa/leds\\_para\\_iluminacao\\_publica.pdf](http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetural/Ilumina%E7%E3o%20P%FAblica/Pesquisa/leds_para_iluminacao_publica.pdf)>. Acesso em: 12 set. 2016.

ORTUNHO, T. V. *Práticas em Instalações Elétricas – PIEEE1*. 2015. Disponível em: <<http://pep.ifsp.edu.br/wp-content/uploads/2015/03/apostila-de-praticas-em-instalacoes.pdf>>. Acesso em: 03 out. 2016.

RIBEIRO, T. S. A. P. et al. *Luminotecnia: métodos de avaliação*. 2010. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/60349/1/000142639.pdf>>. Acesso em: 12 set. 2016.

PINTO, P. M. M. *Diagnóstico Energético em um Prédio Comercial*. 2009. 201 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

POTE. Prefeitura Municipal de Poté. Disponível em: < [www.pote.mg.gov.br](http://www.pote.mg.gov.br) >. Acesso em: 23 set. 2016.

PHILIPS, 2015. *ILUMINAÇÃO*. Catalogo de produtos. Belo Horizonte: Philips Iluminação, 2015. Disponível em < <http://www.ecat.lighting.philips.com.br/l/lampadas/41334/cat/>>. Acesso em: 23 set. 2016.

SANTOS, C. J. G. dos. *Tipos de Pesquisa*. Disponível em: <[http://www.oficinadapesquisa.com.br/APOSTILAS/METODOL/\\_OF.TIPOS\\_PESQUISA.PDF](http://www.oficinadapesquisa.com.br/APOSTILAS/METODOL/_OF.TIPOS_PESQUISA.PDF)>. Acesso em: 09 out. 2016.

VILLANUEVA, M. M. *A importância da manutenção preventiva para o bom desempenho da edificação*. 2015. 159 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

ZANCHETA, M. N. *Fundamentos de Segurança no Setor Elétrico*. São Paulo: Érica, 2002.



## **APÊNDICE A**

### **APRESENTAÇÃO DO PROJETO ELÉTRICO**



## **APÊNDICE B**

### **APRESENTAÇÃO DOS DETALHAMENTOS DO PROJETO ELÉTRICO**



## **APÊNDICE C**

### **APRESENTAÇÃO DO PROJETO PADRÃO CEMIG**



## APÊNDICE D

### PLANILHA ORÇAMENTÁRIA

| QUANTIDADE | DESCRIÇÃO   | UNITÁRIO   | TOTAL        |
|------------|---|------------|--------------|
| 1          | CAIXA DE PASSAGEM COM TAMPA<br>PARAFUSADA 15 X 15 X 8 | R\$ 21,00  | R\$ 21,00    |
| 117        | CAIXA PARA LUZ 4X2                                    | R\$ 1,90   | R\$ 222,30   |
| 33         | CAIXA PARA LUZ 4X4                                    | R\$ 3,55   | R\$ 117,15   |
| 10         | CONJ. DE 2 INTERRUPTORES SIMPLES<br>COM ESPELHO       | R\$ 3,75   | R\$ 37,50    |
| 10         | CONJ. DE 3 INTERRUPTORES SIMPLES<br>COM ESPELHO       | R\$ 3,75   | R\$ 37,50    |
| 695        | ELETRODUTO CORRUGADO                                  | R\$ 0,55   | R\$ 382,25   |
| 4          | INTERRUPTOR PARALELO COM<br>ESPELHO                   | R\$ 7,40   | R\$ 29,60    |
| 3          | INTERRUPTOR SIMPLES COM<br>ESPELHO                    | R\$ 6,20   | R\$ 18,60    |
| 2          | QUADRO DE FORÇA METALICO 18<br>DISJUNTORES            | R\$ 444,63 | R\$ 889,26   |
| 12         | TOMADA UNIVERSAL DE 2 PINOS + T<br>COM ESPELHO 20A    | R\$ 8,72   | R\$ 104,64   |
| 50         | TOMADA UNIVERSAL DE 2 PINOS + T<br>COM ESPELHO 10A    | R\$ 6,61   | R\$ 330,50   |
| 2          | ARANDELAS 1X10W                                       | R\$ 75,90  | R\$ 151,80   |
| 32         | ARANDELAS 1X9W  | R\$ 39,99  | R\$ 1.279,68 |
| 40         | CONDUTOR FASE 2.5mm2 BRANCO                           | R\$ 0,91   | R\$ 36,40    |
| 40         | CONDUTOR FASE 2.5mm2 BRANCO                           | R\$ 0,91   | R\$ 36,40    |
| 371        | CONDUTOR FASE 2.5mm2 PRETO                            | R\$ 0,91   | R\$ 337,61   |
| 523        | CONDUTOR FASE 2.5mm2 PRETO                            | R\$ 0,91   | R\$ 475,93   |
| 60         | CONDUTOR FASE 2.5mm2 VERMELHO                         | R\$ 0,91   | R\$ 54,60    |
| 113        | CONDUTOR FASE 2.5mm2 VERMELHO                         | R\$ 0,91   | R\$ 102,83   |
| 91         | CONDUTOR FASE 4mm2 PRETO                              | R\$ 1,45   | R\$ 131,95   |
| 91         | CONDUTOR FASE 6mm2 VERMELHO                           | R\$ 2,19   | R\$ 199,29   |
| 8          | CONDUTOR NEUTRO 2.5mm2 AZUL                           | R\$ 0,91   | R\$ 7,28     |

| QUANTIDADE | DESCRIÇÃO                              | UNITÁRIO      | TOTAL         |
|------------|--|---------------|---------------|
| 91         | CONDUTOR NEUTRO 4mm2 AZUL              | R\$ 1,45      | R\$ 131,95    |
| 13         | CONDUTOR NEUTRO 6mm2 AZUL              | R\$ 2,19      | R\$ 28,47     |
| 716        | FIO PARA RETORNO 2.5mm2                | R\$ 0,91      | R\$ 651,56    |
| 8          | FIO PARA RETORNO 2.5mm2<br>AMARELO     | R\$ 0,91      | R\$ 7,28      |
| 119        | FIO TERRA 1.5mm2 AZUL                  | R\$ 0,58      | R\$ 69,02     |
| 29         | FIO TERRA 2.5mm2 AZUL                  | R\$ 0,91      | R\$ 26,39     |
| 40         | FIO TERRA 4mm2 AZUL                    | R\$ 1,45      | R\$ 58,00     |
| 91         | FIO TERRA 4mm2 VERDE                   | R\$ 1,45      | R\$ 131,95    |
| 39         | FIO TERRA 6mm2 AZUL                    | R\$ 2,19      | R\$ 85,41     |
| 2          | LÂMPADA DE LED 10W                     | R\$ 12,70     | R\$ 25,40     |
| 32         | LÂMPADA DE LED 9W                      | R\$ 12,00     | R\$ 384,00    |
| 14         | LÂMPADA DE PISO LED 5W                 | R\$ 54,90     | R\$ 768,60    |
| 12         | LÂMPADA DE POSTE LED 25W               | R\$ 39,99     | R\$ 479,88    |
| 6          | LÂMPADA DE LED 30W                     | R\$ 36,90     | R\$ 221,40    |
| 2          | LÂMPADA DE LED 20W                     | R\$ 29,80     | R\$ 59,60     |
| 4          | LÂMPADA DE LED 7W                      | R\$ 12,90     | R\$ 51,60     |
| 40         | LÂMPADA DE LED 4W                      | R\$ 10,12     | R\$ 404,80    |
| 8          | LÂMPADA DE LED 12W                     | R\$ 16,90     | R\$ 135,20    |
| 3          | AR CONDICIONADO 42.000 BTU             | R\$ 10.500,00 | R\$ 31.500,00 |
| 3          | LUMINÁRIA DE PAREDE 1X5W               | R\$ 15,40     | R\$ 46,20     |
| 4          | LUMINÁRIA DE PAREDE 1X7W               | R\$ 15,40     | R\$ 61,60     |
| 8          | LUMINÁRIA DE PISO 1X5W                 | R\$ 15,40     | R\$ 123,20    |
| 3          | Luminárias de teto 1x5w                | R\$ 15,40     | R\$ 46,20     |
| 5          | Lustre 8x4W                            | R\$ 1.490,00  | R\$ 7.450,00  |
| 6          | POSTE PARA ILUMINAÇÃO EXTERNA<br>2X25W | R\$ 148,83    | R\$ 892,98    |
| 2          | REFLETORES PARA ÁREA EXTERNA<br>1X30W  | R\$ 217,80    | R\$ 435,60    |

| <b>QUANTIDADE</b> | <b>DESCRIÇÃO</b>                      | <b>UNITÁRIO</b>               | <b>TOTAL</b>  |
|-------------------|---------------------------------------|-------------------------------|---------------|
| 8                 | REFLETORES PARA ÁREA INTERNA<br>1X20W | R\$ 137,50                    | R\$ 1.100,00  |
|                   |                                       | <b>TOTAL DO<br/>ORÇAMENTO</b> | R\$ 50.380,36 |



## APÊNDICE E

### PLANILHA ORÇAMENTÁRIA DO PROJETO PADRÃO CEMIG

| ITEM | DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS - PADRÃO       | UNIDADE | QUANT. | UNITÁRIO | TOTAL     |
|------|--|---------|--------|----------|-----------|
| 1    | CAIXA PASSAGEM 15x15                   | UNI     | 1      | 25,9     | R\$5,90   |
| 2    | BUCHA PLÁSTICO 1 1/2" COM ARRUELA      | UNI     | 2      | 0,7      | R\$1,40   |
| 3    | BUCHA REDUÇÃO 1 1/2" x 3/4"            | UNI     | 1      | 0,9      | R\$0,90   |
| 4    | DISJUNTOR 3x60A                        | UNI     | 1      | 118,90   | R\$1,00   |
| 5    | CAIXA CM 2 OU CM 14                    | UNI     | 1      | 75,74    | R\$1,00   |
| 6    | CONECTOR 16 mm <sup>2</sup>            | UNI     | 4      | 3,65     | R\$14,60  |
| 7    | TERMINAL 10 mm <sup>2</sup>            | UNI     | 1      | 0,24     | R\$0,24   |
| 8    | HASTE TERRA                            | UNI     | 2      | 98,63    | \$197,26  |
| 9    | TAMPÃO ATERRAMENTO 25x25 FERRO FUNDIDO | UNI     | 2      | 60,69    | R\$121,38 |
| 10   | TUBO ELETRODUTO 1 1/2" PVC             | UNI     | 2      | 27,90    | R\$2,00   |
| 11   | TUBO ELETRODUTO 3/4" PVC               | UNI     | 1      | 8,99     | R\$1,00   |
| 12   | CABEÇOTE PVC 1 1/2"                    | UNI     | 1      | 8,99     | R\$8,99   |
| 13   | CURVA S 1 1/2" PVC                     | UNI     | 2      | 4,6      | R\$9,20   |
| 14   | CURVA 90° 1 1/2" PVC                   | UNI     | 1      | 1,19     | R\$1,19   |
| 15   | CURVA 90° 3/4" PVC                     | UNI     | 1      | 1,12     | R\$1,12   |
| 16   | CURVA S 3/4" PVC                       | UNI     | 1      | 1,09     | R\$1,09   |
| 17   | LUVA 1 1/2" PVC                        | UNI     | 4      | 1,17     | R\$4,68   |
| 18   | LUVA 3/4" PVC                          | UNI     | 4      | 1,66     | R\$6,64   |
| 19   | TUBO 7 m 102 mm (PA 4)                 | UNI     | 1      | 360      | R\$360,00 |
| 20   | TAMPÃO 102 mm <sup>2</sup> ALUMÍNIO    | UNI     | 1      | 116,30   | R\$1,00   |
| 21   | ABRAÇADEIRA 102 mm                     | UNI     | 1      | 2,75     | R\$2,75   |
| 22   | ARMAÇÃO REX 1 LINHA                    | UNI     | 1      | 6        | R\$6,00   |

| <b>ITEM</b> | <b>DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS - PADRÃO</b> | <b>UNIDADE</b> | <b>QUANT.</b> | <b>UNITÁRIO</b>        | <b>TOTAL</b> |
|-------------|---|----------------|---------------|------------------------|--------------|
| 23          | ISOLADOR ROLDANA 72 x 72                | UNI            | 1             | 4,12                   | R\$4,12      |
| 24          | FITA ISOLANTE AMARELA                   | UNI            | 1             | 21,67                  | R\$1,00      |
| 25          | FITA ISOLANTE BRANCA                    | UNI            | 1             | 38                     | R\$38,00     |
| 26          | FITA ISOLANTE VERMELHA                  | UNI            | 1             | 30,23                  | R\$30,23     |
| 27          | FITA AUTO FUSÃO                         | UNI            | 1             | 16,5                   | R\$16,50     |
| 28          | FITA VEDA - ROSCA                       | UNI            | 1             | 12,90                  | R\$1,00      |
| 29          | ARAME GALV. 14                          | KG             | 1             | 14,9                   | R\$4,90      |
| 30          | PARAFUSO OLHAL                          | UNI            | 1             | 2,69                   | R\$1,00      |
| 31          | CABO 16 mm <sup>2</sup> simples verde   | M              | 6             | 6,11                   | R\$6,00      |
| 32          | CABO 16 mm <sup>2</sup> simples azul    | M              | 10            | 6,11                   | R\$61,10     |
| 33          | CABO 16 mm <sup>2</sup> simples preto   | M              | 30            | 6,11                   | R\$183,30    |
|             |   |                |               | <b>ORÇAMENTO TOTAL</b> | R\$1.126,49  |