

INSTITUTO ENSINAR BRASIL
FACULDADES UNIFICADAS DE TEÓFILO OTONI

**VERIFICAÇÃO DA IMPORTÂNCIA DO SISTEMA CONTRA DESCARGAS
ATMOSFÉRICAS PARA OS PROFISSIONAIS HABILITADOS DA ENGENHARIA E
SUA INSERÇÃO NOS PROJETOS INICIAIS**

TEÓFILO OTONI
2017

**ANTONIO GEORGES GAVALAS
DIOGO CHÁCARA LUIZ
LUIZ CARLOS XAVIER MARTINS**

FACULDADES UNIFICADAS DE TEÓFILO OTONI

**VERIFICAÇÃO DA IMPORTÂNCIA DO SISTEMA CONTRA DESCARGAS
ATMOSFÉRICAS PARA OS PROFISSIONAIS HABILITADOS DA ENGENHARIA E
SUA INSERÇÃO NOS PROJETOS INICIAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Elétrica das Faculdades Unificadas de Teófilo Otoni, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Área de Concentração: Projetos Elétricos.

Orientadora: Prof. Keytiane Iolanda Moura

TEÓFILO OTONI

2017

FACULDADES UNIFICADAS DE TEÓFILO OTONI

FOLHA DE APROVAÇÃO

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: VERIFICAÇÃO DA IMPORTÂNCIA DO SISTEMA CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS PARA OS PROFISSIONAIS HABILITADOS DA ENGENHARIA E SUA INSERÇÃO NOS PROJETOS INICIAIS, elaborado pelos alunos ANTONIO GEORGES GAVALAS, DIOGO CHÁCARA LUIZ e LUIZ CARLOS XAVIER MARTINS foi aprovado por todos os membros da Banca Examinadora e aceita pelo curso de Engenharia Elétrica das Faculdades Unificadas Teófilo Otoni, como requisito parcial da obtenção do título de

BACHAREL ENGENHARIA ELÉTRICA.

Teófilo Otoni, ___de _____ 20__

Prof. Orientador

Prof. Examinador 1

Prof. Examinador 2

AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus que foi a minha fortaleza em todas as circunstâncias.

Aos meus familiares que sempre estiveram ao meu lado e me apoiaram em todos os momentos.

Aos meus colegas de classe que tornaram essa caminhada mais divertida e proveitosa, que me trouxeram grande aprendizado.

Aos mestres que dividiram o conhecimento e que nos incentivaram a crescer cada vez mais.

Em suma, agradeço a todos os que tiveram uma participação neste sonho, em busca da minha formação profissional.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Sistema de Aterramento com Haste.....	17
Figura 2: Sistema de Aterramento em Anel.....	17
Figura 3: Tomadas Elétricas de Três Pinos	18
Figura 4: Esquema TN-S.....	19
Figura 5: Esquema TN-C-S.....	19
Figura 6: Esquema TN-C	20
Figura 7: Esquema TT.....	20
Figura 8: Esquema IT.....	21
Figura 9: Esquema IT	22
Figura 10: Terrômetro	23

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Formação acadêmica dos profissionais pesquisados.....	32
Gráfico 2: Profissionais que incluem o SPDA em seus projetos	33
Gráfico 3: Motivos que os profissionais habilitados não elaboram o projeto de SPDA	34
Gráfico 4: Aterramento mais utilizado nos projetos de SPDA	35
Gráfico 5: Indicação de profissional habilitado	36
Gráfico 6: Motivo pelo qual não se indica o profissional para elaborarem o SPDA...	37
Gráfico 7: Importância do SPDA para o cliente	37
Gráfico 8: Aquisição do projeto de SPDA.....	38

RESUMO

O Brasil é o país que lidera o ranking mundial de incidência de raios, com mais de 50 milhões de descargas atmosféricas por ano. Sendo assim, os sistemas de proteção contra descargas atmosférica (SPDA) surge como uma necessidade e importante forma de evitar e minimizar os danos advindos das descargas elétricas. Diante disto, o presente trabalho apresenta um estudo acerca dos profissionais habilitados da engenharia e a importância que os mesmos dão para o SPDA em seus projetos no município de Teófilo Otoni e região. Para isso, foram realizadas entrevistas com 45 profissionais habilitados da engenharia que são autorizados a elaborar este tipo de projeto. Para amostragem dos resultados foi utilizado o método de amostragem aleatória simples, os dados coletados foram expostos em gráficos de barras, identificando o percentual dos profissionais que fazem o uso do SPDA como uma necessidade em seus projetos e os que não utilizam o SPDA em seus projetos. Com o trabalho foi possível observar que 67% dos engenheiros entrevistado, não incluem o SPDA em seus projetos.

Palavras-Chave: Descargas Atmosféricas. Engenheiros. Sistemas de Proteção. Profissional Habilitado. Projetos.

ABSTRACT

Brazil is the country that leads the world ranking of rays with more than 50 million of atmospheric discharges per year. So the systems of protection against atmospheric discharges (SPDA) arises as a necessity and important way to avoid and to minimize the damages coming from the electrical discharges, in view of this present work presents a study about the qualified professionals of the engineering and the importance that they give to the SPDA in their projects, in the municipality of Teófilo Otoni and region. Brazil is the country that leads the world ranking of rays with more than 50 million of atmospheric discharges per year. So the systems of protection against atmospheric discharges (SPDA) arises as a necessity and important way to avoid and to minimize the damages coming from the electrical discharges, in view of this present work presents a study about the qualified professionals of the engineering and the importance that they give to the SPDA in their projects, in the municipality of Teófilo Otoni and region. For this purpose, interviews were conducted with 45 authorized professionals of the engineering who are authorized to elaborate this type of projects for sampling the results the "simple random sampling method" was used. The data collected were exposed in bar graphs, identifying the percentage of professionals who use SPDA as a necessity in their projects, and those who not use SPDA in their projects with the work, it was possible to observe that 67% of the engineers interviewed do not include SPDA in their projects.

Keywords: Atmospheric Discharges. Engineers. Protection Systems. Qualified professionals. Projects.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1 Conceitos básicos sobre instalações elétricas	11
2.2 O choque elétrico	12
2.3 Aterramento	14
2.4 Tipos de Sistema de Aterramento	16
2.4.1 Sistemas de aterramento em hastes	16
2.4.2 Sistema de aterramento em anel	17
2.5 Esquemas de aterramento	18
2.6 O fio terra	22
2.6.1 Verificador da eficiência do fio terra	23
2.7 Norma Regulamentadora Brasileira para projeto de sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA)	24
2.8 Benefícios do SPDA	25
2.9 A resistividade elétrica do solo	26
2.10 A equipotencialização	28
3 METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS TÉCNICOS DA PESQUISA	29
3.1 Classificação da pesquisa quanto aos fins	29
3.2 Classificação da pesquisa quanto aos meios	30
3.2.1 Delimitação da pesquisa	30
3.3 Tratamento de dados	31
4 RESULTADO E DISCUSSÃO	32
5 CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
ANEXO	43

1 INTRODUÇÃO

De acordo o site do INPE (2017) devido a algumas características físicas e geográficas que o Brasil possui, coloca o país como o líder no ranking mundial de incidência de raios, com 50 milhões de descargas atmosféricas por ano, onde ocasionou a morte de 1790 pessoas entre os anos de 2000 e 2014.

De acordo o site do INPE (2017), o sistema de proteção contra descargas atmosférica (SPDA) surgiu como necessidade, a cada 50 mortes no mundo, uma acontece no Brasil. As circunstâncias das fatalidades são: 25% em área rural, 19% dentro de casa, 11% próximo a veículos, 8% embaixo de árvore, 8% jogando futebol, 5% sob coberturas, 5% nas praias e 19% outros casos.

Segundo Mamede Filho (2012), toda instalação elétrica de média e baixa tensão para funcionar com desempenho satisfatório e ser suficientemente segura contra risco de acidentes fatais deve possuir um sistema de aterramento dimensionado adequadamente para as condições de cada projeto.

A utilização da instalação de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas em residências e edificações é necessária para proporcionar segurança pessoal aos usuários. O uso da técnica tem por finalidade proteger as pessoas e o patrimônio residencial contra falhas no circuito e nas instalações domésticas. Além do mais, com o novo modelo do setor elétrico nacional, associado à crise energética vivida pelo país no ano de 2001, os consumidores industriais estão buscando novas formas de assegurar o fornecimento de energia elétrica a seus empreendimentos a custos cada vez menores, para enfrentar a concorrência no mercado doméstico e internacional.

Diante deste cenário, este trabalho tem por objetivo analisar se os profissionais habilitados da engenharia na região de Teófilo Otoni-MG e devidamente registrados no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA) de Teófilo Otoni-MG e região, levam em considerações nos seus projetos, a instalação do Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas, verificando o percentual dos profissionais que incluem em seus projetos o SPDA e para os que não incluem, qual o motivo pelo qual eles não consideram o SPDA em seus projetos e qual o tipo de aterramento mais utilizado pelos profissionais habilitados da engenharia em seus projetos de SPDA.

Utilizou-se neste trabalho de conclusão de curso uma análise metodológica quantitativa de dados, bem como pesquisas bibliográficas utilizando-se os principais autores que abordam sobre o tema.

A análise metodológica explanada na pesquisa a seguir é de cunho descritivo. Além disso foram realizadas um total de 45 entrevistas com profissionais habilitados da engenharia.

Os dados foram tratados estatisticamente pelo método de análise casual ou aleatória simples.

O presente estudo permitiu analisar qual a porcentagem que os profissionais habilitados da engenharia na região de Teófilo Otoni-MG incluem em seus projetos o SPDA. Diante do presente estudo, alguns autores como Kindermann (2009) e Visacro (2005) sugerem que se o Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas for implementado adequadamente, os proprietários vão usufruir de muitos benefícios, tais como redução dos danos às pessoas e aos patrimônios, além da segurança que se obterão com este sistema, onde constatou-se que dos 45 profissionais habilitados da engenharia entrevistados, aproximadamente 67%, não utilizam o SPDA em seus projetos iniciais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Conceitos básicos sobre instalações elétricas

Existem alguns conceitos básicos sobre instalações elétricas que um projetista deve possuir conhecimento para tomar por base a estruturação de um aterramento elétrico de forma eficiente e segura.

Instalações elétricas consistem em a parte determinada de um sistema elétrico, juntamente com as estruturas de montagem, obras civis e demais auxiliares necessários ao funcionamento dessa parte do sistema (CAVALIN, 2006).

De acordo com Cavalin (2006) podemos definir como:

- Sistema Elétrico: Circuito ou conjunto de circuitos interligados, destinado a levar energia elétrica gerada no sistema, ou recebida de outros sistemas, até os pontos de utilização e/ou até os pontos em que essa energia é transferida para outros sistemas, e incluindo os circuitos e equipamentos auxiliares destinados ao seu funcionamento.
- Equipamento Elétrico: Cada uma das partes constituintes do esquema de uma instalação elétrica, distintas entre si e essenciais ao funcionamento da instalação. Este termo é também usado para designar o conjunto das partes acima referida.
- Carga: Conjunto dos valores das grandezas físicas que caracterizam as solicitações impostas em dado instante a um sistema ou equipamento elétrico, ou a um componente, por um sistema ou equipamento, elétrico ou não, a ele ligado. A carga pode ser expressa em termos de impedância, de corrente, de potência ativa, reativa ou aparente, ou de uma característica não elétrica, conforme as circunstâncias peculiares a cada caso.
- Entrada: conjunto de condutores que se estende desde a linha de distribuição da concessionária de energia elétrica até o dispositivo de seccionamento do sistema, ou até o equipamento de medição, ou até o centro de distribuição principal do sistema.

- Ponto de Entrega: ponto de junção entre as linhas da concessionária e do consumidor.
- Carga Instalada: Somatório das potências nominais de todos os equipamentos elétricos e dos pontos de luz instalados na unidade consumidora.
- Seccionador: Chave cuja finalidade é interromper um circuito pelo qual não circula corrente de carga.
- Disjuntor: Dispositivo que tem a capacidade de interromper circuitos pelos quais pode circular uma corrente cujo valor pode elevar-se até o da corrente de curto circuito.

Os tipos de cargas são:

I) Industriais: Motores, fornos, caldeiras, máquinas de solda e etc.

II) Não Industriais: Iluminação, aquecimento, ventilação, ar condicionado, equipamentos de cozinha e lavanderia e etc.

Demanda (D): valor médio da carga em um intervalo de tempo especificado – geralmente 15 minutos.

2.2 O choque elétrico

É o efeito fisiológico que resulta na passagem de uma corrente elétrica pelo corpo humano, determinada corrente de choque (CAVALIN, 2006).

As pessoas e os animais devem ser preservados contra os riscos que possam resultar de um contato direto e/ou indireto com as instalações elétricas e de seus elementos e equipamentos, evitando a provocação de choques elétricos.

De acordo com Figueiredo (2014), choque elétrico é a agitação de natureza e consequências diversas, que se demonstra no corpo humano ou de animais, quando este é explorado por uma corrente elétrica. Os efeitos da agitação gerado pelo choque elétrico variam e dependem de certas condições, tais como:

- O avanço da corrente no corpo humano;
- A força, o tempo de duração, a espécie e a continuidade da corrente elétrica;
- As circunstâncias biológicas da individualidade de cada pessoa;

O efeito do choque elétrico nas pessoas e animais pode causar resultados graves e que não podem ser revertidos, como uma parada cardiorrespiratória. Os transtornos causados por um choque elétrico são principalmente:

- Dificuldade dos centros nervosos, inclusive os que regem a respiração, com possível asfixia;
- Causam arritmia cardíacas, interferindo no ritmo de batimento do coração, podendo produzir tremulação (fibrilação) do músculo cardíaco, com conseqüente parada cardíaca;
- Podendo ocasionar queimaduras de 1º, 2º e 3º grau;

As perturbações produzidas pelo choque elétrico podem variar com a intensidade do choque elétrico desde uma ligeira contração muscular, até alterações de conseqüência mais graves. Quando esta contração atinge o músculo cardíaco, pode paralisá-lo, podendo ocasionar a morte instantânea de quem é acometido com o choque elétrico.

É muito grande o número de pessoas que morrem por contatos acidentais com partes de instalações elétricas, por imperícia, por negligência ou por descuido. Os choques elétricos acontecem devido defeitos ocorridos em isolação de um aparelho ou de um equipamento, o que deve ser corrigido imediatamente, pois os equipamentos ou componentes elétricos utilizados em uma instalação elétrica, não devem produzir choques elétricos, por isso é fundamental a utilização do aterramento elétrico residencial para a segurança das instalações elétricas residenciais.

Quando acontece o choque elétrico é porque está havendo um defeito na instalação. O choque por contato direto é caracterizado por um contato acidental ou então pelo contato chamado de imprudente ou negligente de uma pessoa em uma parte da instalação elétrica energizada, que esteja com o isolamento elétrico danificado (FIGUEIREDO, 2014).

Segundo Mamede Filho (2012), o limite de corrente alternada suportada pelo corpo humano é de 25 mA; e na faixa entre 15 e 25 mA o indivíduo sente dificuldades em soltar o objeto energizado. Entre 15 e 80 mA, o indivíduo é acometido de grandes contrações e asfixia. Acima de 80 mA até a ordem de grandeza de poucos ampères, o indivíduo sofre graves lesões musculares e queimaduras, além de asfixia imediata.

VALOR DA CORRENTE DE CHOQUE (MA)	EFEITOS SOBRE O CORPO HUMANO
Até 0,5mA	Geralmente nenhum efeito perceptível, no máximo, um pequeno “formigamento”.
Entre 0,5 a 10mA	Efeitos geralmente não danosos, paralisia parcial e moderada dos músculos do braço e início de tetanização.
Entre 10 a 30mA	Mesmos efeitos da faixa anterior, geralmente sem nenhum efeito patológico perigoso, se houver interrupção da corrente em até 5 segundos.
Entre 30 a 500mA	Efeitos notáveis, tontura, sufocamento, possível parada respiratória; caso a corrente persista por um período superior a 150ms poderá haver fibrilação cardíaca.
Acima de 500mA	Efeitos graves e irreversíveis; parada respiratória e fibrilação cardíaca; possibilidade de reversão somente com utilização imediata de socorro médico e equipamento especializado (desfibrilador).

Qu
adr
o
1:
Efe
itos
da
cor
ren
te
elét
rica
sob
re
o
cor
po
hu
ma
no
Fon
te:

Portal eletricista

O isolamento danificado pode ocorrer devido a: falhas no isolamento, ruptura ou remoção indevida dos isolamentos elétricos, o contato direto é muito frequente e de consequência imprevisível, por exemplo, uma pessoa em contato com um fio energizado e desencapado (FIGUEIREDO, 2014).

2.3 Aterramento

O aterramento é descrito por Santos e Lima (2011) como aquele que recebe as correntes elétricas das descidas e as dissipam no solo. Tem também a função de equalizar os potenciais das descidas e os potenciais no solo, devendo haver preocupação com locais de frequência de pessoas, minimizando as tensões de passo nestes locais. Santos e Lima (2011) ressaltam que para um bom dimensionamento da malha de aterramento é imprescindível a execução prévia de uma prospecção da resistividade de solo.

O sistema de aterramento tem a função de dispersar a energia elétrica da descarga no solo, oriundos dos condutores de descida. Sua baixa impedância destina-se a reduzir as tensões de passo e de toque. Deve suportar os efeitos térmicos e resistir ao processo de corrosão imposto pelos diferentes tipos de solos (VISACRO FILHO, 2005).

Segundo Figueiredo (2014), o primeiro objetivo do aterramento dos sistemas elétricos é resguardar as pessoas e o patrimônio contra uma falha ou um surto nas instalações elétricas, proporcionando assim um escoamento diretamente para a terra, captando as descargas atmosféricas e as dissipando diretamente na terra. Assegurando que nenhum equipamento pare de funcionar e que as pessoas dentro das edificações não corram o risco de serem acometidas por alguma descarga atmosféricas.

O segundo objetivo de um sistema de aterramento segundo Figueiredo (2014) é desviar as descargas atmosféricas através de um caminho seguro, direcionando para a terra, facilitando o funcionamento de dispositivos eletroeletrônicos.

O aterramento elétrico tem por finalidade proteger as instalações e seus usuários de uma ligação a terra, onde a corrente elétrica flui sem riscos, para manter uma resistência da terra abaixo de 10 ohms exigida pela NBR 5419/2001 item 5.1.3.3.2, nota 2, é necessário conhecer o tipo de solo e as opções de aterramento. “o eletrodo de aterramento”, é uma infraestrutura, e portanto, parte integrante da edificação (CAVALIN, 2006).

De acordo com Mamede Filho (2012), um sistema de aterramento visa:

- Segurança de atuação da proteção;
- Proteção das instalações contra descargas atmosféricas;
- Proteção do indivíduo contra contatos com partes metálicas da instalação energizadas acidentalmente;

- Uniformização do potencial em toda área do projeto, prevenindo contra lesões perigosas que possam surgir durante uma falta fase-terra.

Ainda de acordo com Mamede Filho (2012), toda instalação elétrica de média e baixa tensão para funcionar com desempenho satisfatório e ser suficientemente segura contra risco de acidentes fatais deve possuir um sistema de aterramento dimensionado adequadamente para as condições de cada projeto.

Para Beltani (2007) a elaboração de um projeto elétrico, fundamentado no dimensionamento adequado dos aterramentos é de extrema importância, sendo que esse proporciona vantagens técnicas e econômicas ao projeto, limitando as sobretensões na rede e fenômenos transitórios através do escoamento das correntes para o solo.

A geometria do sistema de aterramento é muito complexa e requer o conhecimento das características do solo e subsolo. Uma estação com resistência de terra baixa pode ser perigosa em algumas circunstâncias. Por outro lado, algumas estações com resistência de terra alta são seguras ou podem tornar-se seguras através de certos ajustes em um projeto (CHIOVATTO; BISPO; CAMACHO, 2005).

Resistência de aterramento é dada pela relação da tensão medida entre o eletrodo e o terra remoto pela corrente injetada nesse eletrodo. ANBR- 5419 não indicam um valor como sendo o Máximo valor admissível e sim aponta 10 Ω como um bom valor a ser trabalhado, suficiente para evitar sobtensões e centelhamento perigoso em estruturas normais (NBR-5419, 2015).

A composição de um aterramento é dada basicamente por materiais condutores no formato de hastes, cabos, encanamentos, anéis e até mesmo a própria armação de aço presente na fundação da edificação que deseja proteger. Todos esses elementos devem ser devidamente conectados e imersos na terra para formarem juntos a malha de aterramento.

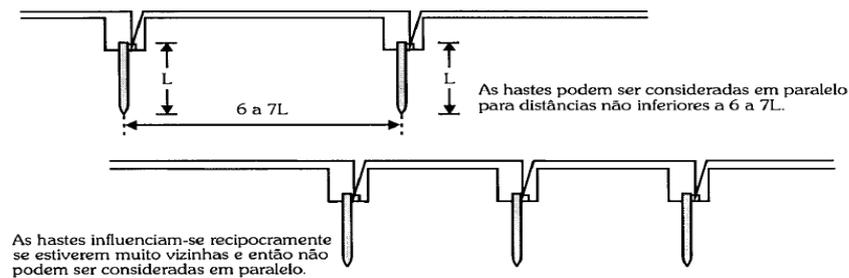
2.4 Tipos de Sistema de Aterramento

A seguir serão abordados neste estudo os principais tipos de aterramento.

2.4.1 Sistemas de aterramento em hastes

De acordo com Cavalin (2006), as hastes (Eletrodos), possuem um formato alongado cuja função é “injetar” a corrente no solo para dispersá-la, perturbando o menos possível a superfície.

Figura 1: Sistema de Aterramento com Haste

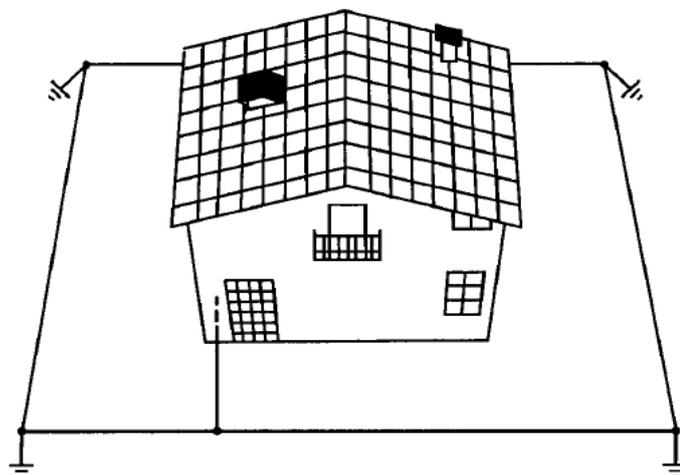


Fonte: (CAVALIN, 2006).

2.4.2 Sistema de aterramento em anel

O eletrodo em anel é constituído por um condutor (geralmente de cobre nu) enterrado ao longo do perímetro do prédio a uma profundidade de no mínimo, $0,5\text{m}$. Do ponto de vista do campo de dispersão, o condutor é análogo a uma haste horizontal muito longa devido a simplicidade de instalação, esse tipo de eletrodo é largamente utilizado; a resistência é inversamente proporcional ao condutor, desde que a distância entre os lados seja ordem de 20 a 30m (CAVALIN, 2006).

Figura 2: Sistema de Aterramento em Anel

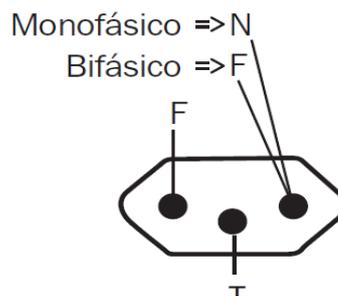


Fonte: (CAVALIN, 2006).

O aterramento deve proporcionar uma sólida ligação às partes metálicas dos equipamentos. Em uma residência, os seguintes equipamentos devem ser aterrados: Condicionador de ar, chuveiro elétrico, fogão, quadro de medição e distribuição, lavadora e secadora de roupas, torneira elétrica, lava-louça, refrigerador e freezer, forno elétrico, tubulação metálica, tubulação de cobre dos aquecedores, cercas metálicas longas, postes metálicos e projetores luminosos (CEMIG, 2005).

Deve-se salientar que nos projetos elaborados para obtenção de energia elétrica residencial na maioria das tomadas elétricas contém três pinos, dispostos em formação triangular, sendo que o terceiro pino é conectado ao aterramento elétrico e está relacionado a saída de descarga elétrica; esse método garante que cada item ligado a uma tomada elétrica pode ser conectado à terra.

Figura 3: Tomadas Elétricas de Três Pinos



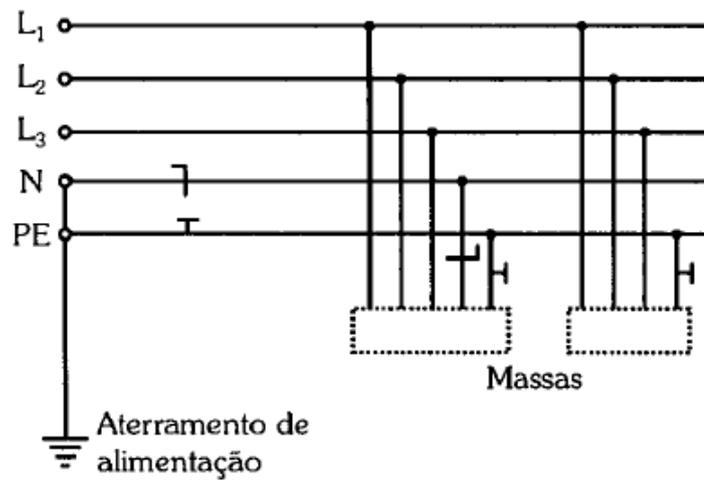
Fonte: (SENAI/ UNITEC, 2012).

2.5 Esquemas de aterramento

De acordo com a norma brasileira NBR5410, que trata de instalações elétricas de baixa tensão, existem os seguintes esquemas de aterramento:

TN-S: esquema em que os condutores de proteção elétrica (terra) e neutro encontram-se conectados em um mesmo ponto na alimentação do circuito, porém distribuídos de forma independente por toda a instalação.

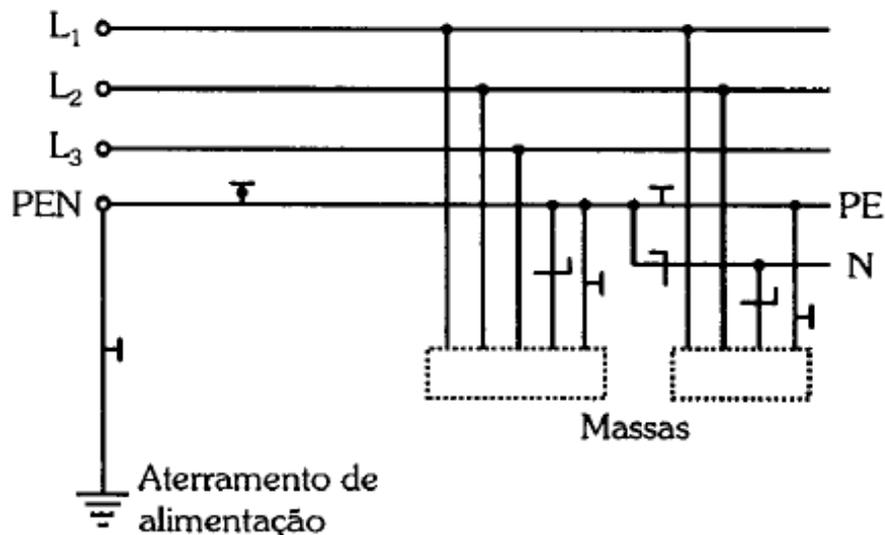
Figura 4: Esquema TN-S



Fonte: (CAVALIN, 2006).

TN-C-S: esquema em que os condutores de proteção elétrica (terra) e neutro encontram-se conectados em um mesmo ponto na alimentação do circuito e distribuídos em parte da instalação por um único condutor (que combina as funções de neutro e terra) e em outra parte desta mesma instalação através de dois condutores distintos.

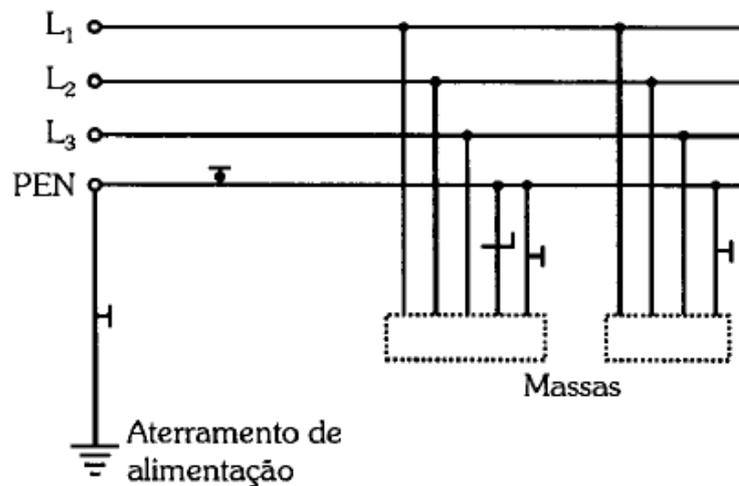
Figura 5: Esquema TN-C-S



Fonte: (CAVALIN, 2006).

TN-C: Esquema em que os condutores de proteção elétrica (terra) e neutro encontram-se conectados em um mesmo ponto na alimentação do circuito e distribuídos por um único condutor, combinando as funções de neutro e terra por toda a instalação.

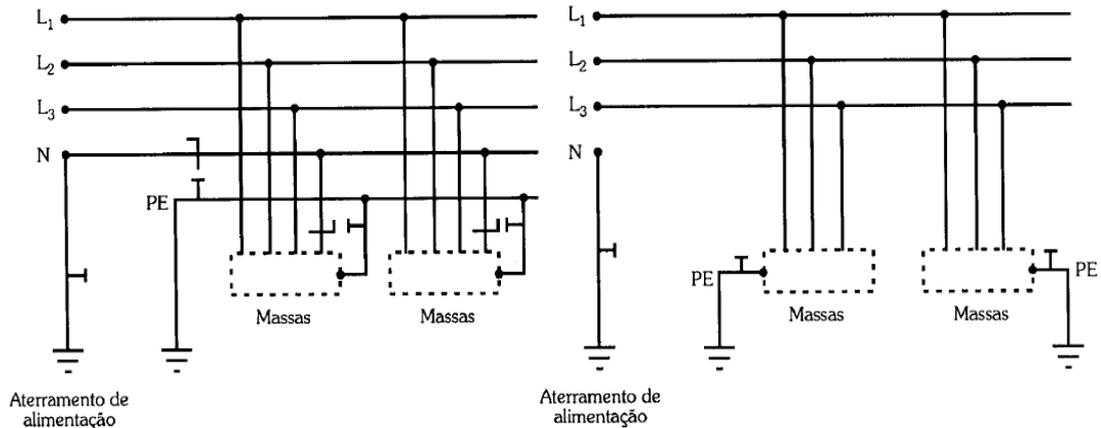
Figura 6: Esquema TN-C



Fonte: (CAVALIN, 2006).

TT: esquema em que o condutor neutro é aterrado em um eletrodo distinto do eletrodo destinado ao condutor de proteção elétrica. Desta forma, as massas do sistema elétrico estão aterradas em um eletrodo de aterramento eletricamente distinto do eletrodo de aterramento da alimentação.

Figura 7: Esquema TT



Fonte: (CAVALIN, 2006).

IT: esquema em que as partes vivas são isoladas da terra ou o ponto de alimentação é aterrado através de uma impedância. As massas são aterradas ou em eletrodos distintos para cada uma delas, ou um eletrodo comum para todas elas ou ainda partilhar do mesmo eletrodo de aterramento da alimentação, porém não passando pela intendência. O neutro não pode ser distribuído, nas figuras abaixo tem-se as seguintes situações:

A= sem aterramento da alimentação;

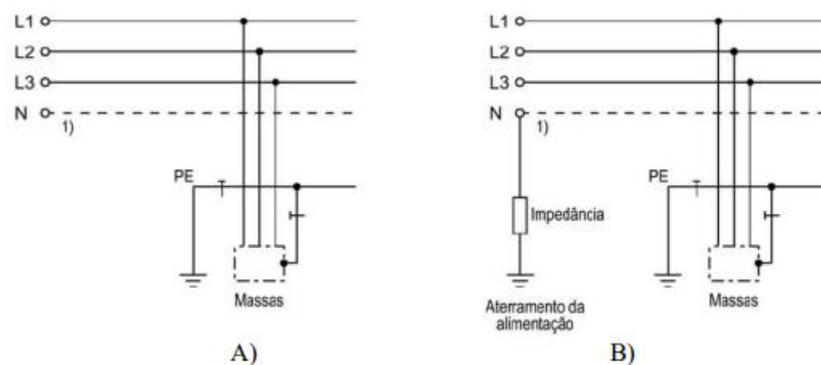
B= alimentação aterrada através da impedância;

B.1= massas aterradas em eletrodos separados e independentes do eletrodo de aterramento da alimentação;

B.2= massas coletivamente aterradas em eletrodo independente do eletrodo de aterramento da alimentação;

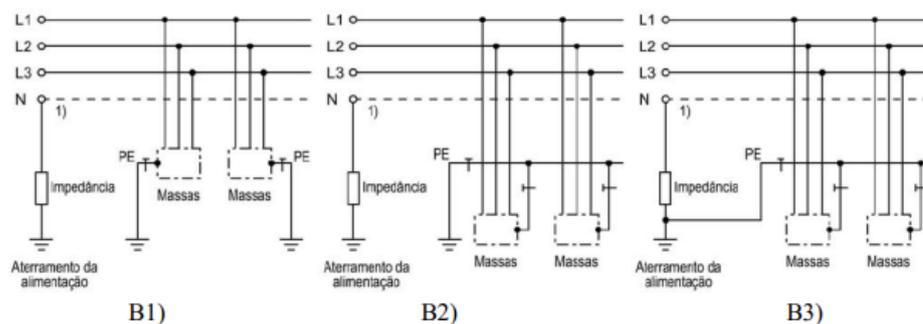
B.3= massas coletivamente aterradas no mesmo eletrodo da alimentação.

Figura 8: Esquema IT



Fonte: (CAVALIN, 2006).

Figura 9: Esquema IT



Fonte: (CAVALIN, 2006)

2.6 O fio terra

O terra é um condutor construído através de uma haste metálica e que, em situações normais, não deve possuir corrente elétrica circulante. O fio terra é de grande importância para garantir a segurança da residência; sua função é recolher elétrons “fugitivos” nos circuitos elétricos (CAPELLI, 2000).

Dentro de todos os aparelhos elétricos existem elétrons que querem “fugir” do interior dos condutores, como o corpo humano é capaz de conduzir eletricidade, se uma pessoa encostar-se a esses equipamentos, ela estará sujeita a levar um choque, que nada mais é do que a sensação desagradável provocada pela passagem dos elétrons pelo corpo, sendo que, correntes elétricas de apenas 0,05 ampère já podem provocar graves danos ao organismo (BRAGA, 2010).

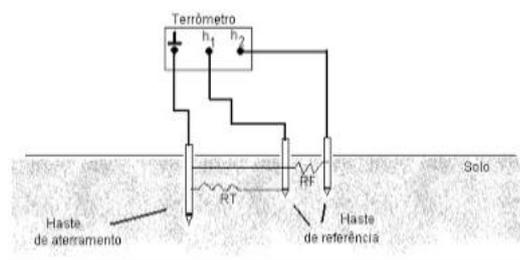
O conceito básico da proteção contra choques é o de que os elétrons devem ser “desviados” da pessoa, para isso utiliza-se o fio terra, sabendo-se que o mesmo é um fio de cobre que é um milhão de vezes melhor condutor do que o corpo humano, fica evidente que, se oferecermos aos elétrons dois caminhos para eles circularem, sendo um o corpo e o outro um fio, a enorme maioria deles irá circular pelo último, minimizando os efeitos do choque na pessoa (BRAGA, 2010).

O fio terra deve ser instalado em todas as tomadas e pontos de energia da casa, independentemente do local, isso possibilita que todo equipamento com fio terra seja conectado ao sistema de aterramento.

2.6.1 Verificador da eficiência do fio terra

O instrumento mais utilizado para medir a resistência do fio terra é o terrômetro, este possui duas hastes de referência, que servem como divisores resistivos conforme a figura:

Figura 10: Terrômetro



Fonte: (SENAI/ UNITEC, 2012).

Existem três tipos de Terrômetros:

- O terrômetro de três pontos, para medição somente da resistência;
- O terrômetro de quatro pontos, para medição não só da resistência, como também da resistividade do terreno;
- Terrômetro com garras ou tipo alicate, cujas medições são feitas diretamente na haste (SENAI/UNITEC, 2012).

Na verdade, o terrômetro “injeta” uma corrente pela terra que é transformada em “quedas” de tensão pelos resistores formados pelas hastes de referência, e pela própria haste de terra. Através do valor dessa queda de tensão, o mostrador é

calibrado para indicar o valor ôhmico da resistência do fio terra (SENAI/UNITEC, 2012).

Apesar de não haver uma exigência única, a norma NBR-5419 (2015), especifica intervalos de 3 anos no caso geral, e de 1 ano nas instalações mais críticas, entre cada medição, enquanto outras normas especificam outros períodos, o que não impede que se faça medições em períodos menores, para um melhor controle. É interessante realizar medições com o solo seco, pois, dessa maneira, estaremos medindo, possivelmente, o pior valor de resistência para aquele aterramento, uma vez que seu valor será maior se o solo estiver seco.

Contudo, pode-se verificar que um projeto de instalações elétricas residenciais bem com a utilização do aterramento elétrico é fundamental para garantir a segurança do usuário podendo proteger do contato acidental que possa causar danos físicos no corpo humano através de perturbações elétricas advindas de choques.

2.7 Norma Regulamentadora Brasileira para projeto de sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA)

Todo projeto de Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas, bem como o sistema de aterramento elétrico realizados no Brasil devem atender a requisitos básicos existentes na Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR-5419.

De acordo com Machado (2008), o Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA) classificam -se de acordo com o Sistema Externo de Proteção em: subsistema de captadores, subsistema de condutores de descida e subsistema de aterramento.

De acordo com Visacro Filho (2005), os efeitos agressivos do fenômeno das descargas atmosféricas são muito severos para a sociedade. E a perda de umas centenas de vidas e perdas de centenas de milhões de dólares.

A NBR-5419 estabelece dentre outros alguns critérios para a elaboração de projetos de aterramento elétrico os quais, devemos destacar:

- Subsistema de aterramento: Parte do SPDA externo destinada a conduzir e a dispersar a corrente de descarga atmosférica na terra. Este elemento pode também estar embutido na estrutura;

- Em solos de alta resistividade, as instalações de aterramento podem interceptar correntes fluindo pelo solo, provenientes de descargas atmosféricas ocorridas nas proximidades;
- Eletrodo de aterramento: Elemento ou conjunto de elementos do subsistema de aterramento que assegura o contato elétrico como solo e dispersa a corrente de descarga atmosférica na terra;
- Eletrodo de aterramento em anel: Eletrodo de aterramento formando um anel fechado em volta da estrutura;
- Eletrodo de aterramento de fundação: Eletrodo de aterramento embutido nas fundações da estrutura;
- Resistência de aterramento de um eletrodo: Relação entre a tensão medida entre o eletrodo e o terra remoto e corrente injetada no eletrodo;
- Tensão de eletrodo de aterramento: Diferença de potencial entre o eletrodo de aterramento considerado e o terra de referência;
- Terra de referência (de um eletrodo de aterramento): Região na terra, suficientemente afastada do eletrodo considerado, na qual a diferença de potencial entre dois pontos quaisquer, causados pela corrente nesse eletrodo, é desprezível.

Os sistemas implantados de acordo com a norma visam à proteção da estrutura das edificações contra as descargas que a atinjam de forma direta. Não é função do sistema de para-raios proteger equipamentos eletroeletrônicos, pois mesmo uma descarga captada e conduzida à terra com segurança, produz forte interferência eletromagnética, capaz de danificar estes equipamentos (TERMOTÉCNICA, 2010).

Estes são alguns aspectos, dentre outros, com relevância fundamental para que todos profissionais projetistas de aterramento elétrico residencial devem possuir conhecimento para a fundamentação de seu trabalho.

Segundo o CONFEA (2001), o Conselho Federal de Engenharia, e agronomia-CONFEA, estabeleceu uma decisão normativa nº070, de 26 de outubro de 2001, em seu parágrafo único, os profissionais responsáveis pela elaboração de um projeto de SPDA são engenheiros, Engenheiro Eletricista, engenheiro de computação, engenheiro mecânico-eletricista; engenheiro de produção (modalidade eletricista), engenheiros de operação (modalidade eletricista), tecnólogo na área de

engenharia elétrica e técnico industrial (modalidade eletrotécnica). Ainda segundo o CONFEA, o profissional estabelece a segurança e a qualidade da obra, é de extrema importância que a sociedade compreenda que o profissional que estudou por vários anos está apto para desenvolver suas atividades profissionais, executando o serviço com qualidade, economia e prevendo possíveis problemas que podem surgir durante a execução da obra.

2.8 Benefícios do SPDA

O sistema de SPDA é destinado para a proteção dos sistemas elétricos, das estruturas e edifícios, conhecido popularmente como Para-raios. Existem várias crenças populares em que a instalação de Para-raios, atraia raios para a edificação, na realidade os para-raios, são instalados para captar as descargas atmosféricas.

Os benefícios em se ter um sistema de SPDA, são que ele protege a edificação, os equipamentos eletrônicos, direciona a corrente elétrica provenientes de queda para os sistemas de aterramento e garante a segurança das pessoas, a vida.

Segundo dados do INPE 2017, cada raio custa ao país aproximadamente R\$25,00 reais em trocas de equipamentos eletrônicos. Vale ressaltar que o Brasil é recorde em descargas atmosféricas com 50 milhões de cargas atmosféricas anuais.

O esclarecimento deste fenômeno mostra a sociedade necessidade da instalação do SPDA resultando vantagens quanto a nos proteger.

2.9 A resistividade elétrica do solo

Para o projeto de um sistema de aterramento é de primordial importância o conhecimento prévio das características do solo, principalmente no que diz respeito à homogeneidade de sua constituição (MAMEDE FILHO, 2012)

A terra é um condutor elétrico, com isso é necessário levar em consideração que o caminho percorrido pelas correntes no solo pode se apresentar de forma complexa, ou seja, ao ser injetada ao solo, a corrente elétrica tende a dissipar em várias direções, especialmente nas que apresentarem menor restrição.

Geralmente a resistividade varia com a profundidade ou sofre variações horizontais, portanto, pode-se afirmar que o solo possui características heterogêneas. Desta forma, há a necessidade de desenvolver meios que possam representar o solo com formato homogêneo para utilização em projetos de aterramento.

Após realização de estudos, foi possível representar as camadas através de modelos de solo estratificado, os quais os modelos de estratificação do solo em camadas horizontais trazem excelentes resultados para o projeto (RAGGI, 2009).

Segundo a Norma ABNT NBR 7117, para a determinação da resistência do terreno é possível utilizar-se prospecções geológicas, contudo esse método inviabiliza os estudos para a malha. Assim, houve a necessidade do desenvolvimento de um novo método para este caso, mais especificamente o método de prospecções Geométricas, o qual auxilia a identificação das propriedades elétricas das rochas como a condutividade elétrica e a resistividade do solo, de forma simplificada e com ótima precisão.

De acordo com Visacro Filho (2005), a resistividade do solo pode ser obtida basicamente de duas formas: através de medição por amostragem, a qual é realizada em laboratório, analisando-se uma amostra de solo coletada no local desejado; e através de medições locais utilizando sinais eletromagnéticos inseridos ao solo por meio de eletrodos, podendo desta maneira detectar a queda de potencial da região em estudo.

A medição consiste em se estabelecer uma diferença de potencial entre dois eletrodos cravados a terra, separados por uma distância muito superior ao diâmetro de cada eletrodo (VISACRO FILHO, 2005).

Ao inserir uma fonte de tensão alternada, é necessário ser alternada para evitar interferência dos efeitos galvânicos do solo, faz-se circular uma corrente através dos eletrodos de aterramento e, assim, a corrente flui para o solo espalhando-se em todas as direções, então, dois eletrodos de potencial detectam qual foi a diferença obtida (VISACRO FILHO, 2005).

Com esse simples procedimento pode-se verificar não só a resistividade do solo, como também afirmar que o solo obedece a lei de ohm, ou seja, a tensão aplicada nos terminais de certo condutor é proporcional à corrente que passa por ele, desta maneira $R=V/I$ (VISACRO FILHO, 2005).

Todos os métodos utilizados têm por finalidade medir a resistividade do solo para o aprimoramento mais adequado do aterramento elétrico. A resistividade do solo é função de vários fatores que podem variar, dependendo das condições a que este está submetido no instante da medição (MAMEDE FILHO, 2012).

Para cálculos precisos de resistividade do solo realiza-se a medição com instrumentos denominado terrômetro. Assim, são realizadas várias medições a partir de diferentes espaçamentos entre hastes, o que resulta em distintos valores de resistividades que, ao serem plotadas em função do espaçamento, indica a variação da resistividade com a profundidade (VISACRO FILHO, 2005).

Neste estudo será especificado, dentre vários métodos anteriormente citados, o de amostragem física do solo que não muito utilizados devido as inúmeras variações do solo e o método de Wenner considerado mais eficiente por ser realizado através da introdução de eletrodos no solo.

2.10 A equipotencialização

Procedimento que consiste na interligação de elementos especificados, visando obter a equipotencialidade necessária para os fins desejados. Por extensão, a propria rede de elementos interligados resultante.

Em linhas gerais, toda a edificação deve possuir infraestrutura de aterramento composta por armaduras de concreto das fundações, fitas, barras ou cabos metálicos, especialmente previstos. Essa infraestrutura deve está imersa no concreto das fundações, cobrindo a area da edificação e complementadas, quando necessário, por hastes verticais e/ou cabos dispostos radialmente (SENAI/UNITEC, 2012)

A NBR 5410:2004, item 3.3.1 define equipotencialização como procedimento que consiste na interligação de elementos especificados (todos os barramentos e infra-estrutura), visando obter a equipotencialização necessária para os fins desejados.

Tem a função de proteção contra choques eletricos e contra sobretensões e perturbações eletromagnéticas. Uma determinada equipotencialização pode ser

satisfatória para proteção contra choques elétricos, mas insuficiente para proteção contra perturbações eletromagnéticas (CAVALIN, 2006).

3 METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS TÉCNICOS DA PESQUISA

Observando a necessidade de elaboração de um projeto Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA), de forma eficiente e segura fundamentou-se os procedimentos metodológicos desta pesquisa.

De forma a proporcionar um entendimento amplo sobre os profissionais habilitados da engenharia e a importância que os mesmos dão para o SPDA em seus projetos no município de Teófilo Otoni-MG, verificando a técnica e os métodos utilizados para a elaboração de um aterramento elétrico de forma segura e confiável.

3.1 Classificação da pesquisa quanto aos fins

Quanto aos fins, a pesquisa é uma pesquisa descritiva, onde serão observados, coletados e analisado os dados, com a imparcialidade de seus pesquisadores. A pesquisa é de caráter descritivo onde foi utilizada de forma a proporcionar um entendimento amplo sobre a técnica utilizada e os métodos

utilizados para a elaboração de um projeto de SPDA de forma segura e confiável. O levantamento de dados advém de estudos e observações sobre a estruturação de um projeto elaborado com finalidade proporcionar uma maior confiabilidade para os usuários

De acordo com Gil (2002), algumas pesquisas descritivas vão além da simples identificação da existência de relações entre variáveis, pretendendo determinar a natureza dessa relação. Ainda segundo Gil (2002), por outro lado há pesquisa que, embora definidas como descritivas a partir de seus objetivos, acabam servindo mais para proporcionar uma nova visão do problema, o que as aproxima das pesquisas exploratórias.

Ao final do presente estudo, poderá seguir uma vertente exploratória, pois abordará uma nova perspectiva em relação a utilização e consideração do SPDA (Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas) nos projetos iniciais, nas empresas de Engenharia na cidade de Teófilo Otoni-MG.

3.2 Classificação da pesquisa quanto aos meios

Quanto aos meios, a pesquisa se caracteriza como uma pesquisa de campo, pois define a quantidade de profissionais habilitados da engenharia que adotam em seus projetos iniciais a instalação do SPDA, no município de Teófilo Otoni-MG.

De acordo com Marconi e Lakatos (2003), pesquisa de campo é aquela utilizada com o objetivo de conseguir informações e/ou conhecimentos acerca de um problema, para o qual se procura uma resposta, ou de uma hipótese que se queira comprovar, ou ainda, descobrir novos fenômenos ou as relações entre eles.

Marconi e Lakatos (2003), reconhecem que para se realizar uma pesquisa de campo, o primeiro passo é a realização de uma pesquisa bibliográfica, acerca do tema proposto, com objetivo de se posicionar em relação ao problema, e bem como, determinar um modelo de referencial teórico, de maneira que irá auxiliar na determinação das variáveis e na elaboração de um plano geral para a pesquisa.

3.2.1 Delimitação da pesquisa

A presente pesquisa foi realizada em Teófilo Otoni-MG, um município brasileiro no interior do estado de Minas Gerais, Região Sudeste do país. Pertencente à Mesorregião do Vale do Mucuri e Microrregião de Teófilo Otoni e localiza-se a nordeste da capital do estado.

Há registro no CREA de Teófilo Otoni-MG de 232 profissionais da engenharia (engenheiros civis, engenheiros eletricitas, engenheiros mecânicos e arquitetos), habilitados a fazerem projetos de SPDA e a pesquisa abrangerá a cidade de Teófilo Otoni-MG e sua região. Procedeu-se à amostragem aleatória simples (CRESPO, 2009) e dos 232 profissionais, obteve-se uma amostra de 45, aproximadamente 19% da população analisada. A esses profissionais foi aplicado um questionário com 8 perguntas, cujas respostas foram expostas em gráficos de barras.

O profissional habilitado da engenharia, no entanto, deve elaborar e executar os projetos elétricos de acordo com as normas técnicas relacionadas sistemas de proteção contra descargas atmosféricas, ou seja, a elaboração do SPDA é de fundamental relevância para implementação do projeto de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas em residências e edificações.

3.3 Tratamento de dados

Ao desenvolver o projeto foi levantado requisitos como: normas técnicas vigentes exigidas para o a implantação do SPDA, entrevistas com profissionais habilitados da engenharia no município da cidade de Teófilo Otoni-MG e devidamente registrado no CREA de Teófilo Otoni, através de um questionários vide ANEXO 1 desta pesquisa e foram realizados dados estatísticos/comparativo dos profissionais habilitados da engenharia que utilizam e levam em consideração o SPDA em seus projetos e os que não utilizam os SPDA em seus projetos iniciais.

O perigo atribuído às pessoas pode existir em um projeto sem aterramento; a falta de um caminho de escoamento de descargas atmosféricas ou correntes indesejáveis devido a falhas para a terra; escoar as cargas estáticas geradas nos equipamentos, promovendo no operador / usuário um choque elétrico de várias proporções, pois uma residência ou edificações sem aterramento, ou seja, sem dispositivos de proteção não tem a capacidade de isolar as falhas na terra.

O dano causado pela não utilização de um aterramento elétrico ou a utilização inadequada pode provocar inúmeros prejuízos às residências e edificações e principalmente aos usuários que ficarão expostos aos perigos inerentes a descargas elétricas. Para a garantia de um funcionamento eficiente deve ser tomado por base, procedimentos realizados por profissionais da área, que possuem conduta técnica ética para a realização do projeto.

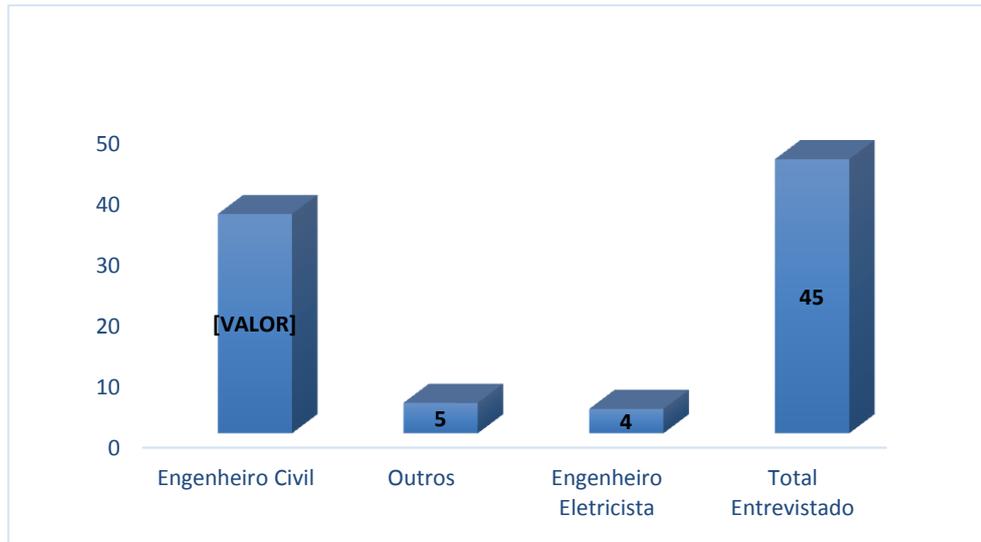
A análise de dados foi realizada através do método matemático de estatísticas aleatória simples ou casual, posteriormente os dados foram inseridos em gráficos gerando percentual de cada pergunta relacionada ao questionário que se encontra no anexo 1 deste trabalho.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

A seguir estão apresentados os resultados da pesquisa, expostos em gráficos, obtidos a partir da aplicação do questionário já citado. Tais resultados estão devidamente discutidos.

No Gráfico 1 está apresentada a formação acadêmica dos profissionais que responderam ao questionário aplicado.

Gráfico 1: Formação acadêmica dos profissionais pesquisados



Fonte: Dados da própria pesquisa

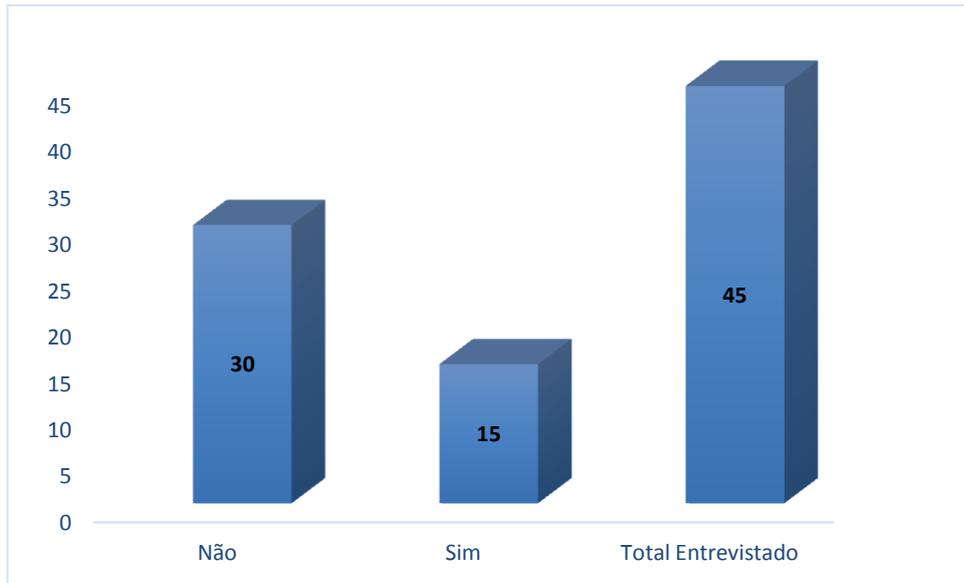
Pelo Gráfico 1, dos 45 profissionais da engenharia, pesquisados, 36 eram engenheiros civis, 4 eram engenheiros eletricitas e 5 compunham outro tipo de engenheiro.

Percebe-se que 80% dos profissionais entrevistados eram engenheiros civis, aproximadamente 9% eram engenheiros eletricitas e os outros, aproximadamente 11% compunham outro tipo de engenheiro. É interessante ressaltar que dos 232 profissionais inscritos no CREA da região que a pesquisa abrangeu, a grande maioria é de engenheiros civis, daí a amostra trabalhada ter obtido também um percentual alto de engenheiros civis.

Segundo o CONFEA (2001), o Conselho Federal de Engenharia e agronomia-CONFEA, estabeleceu uma decisão normativa nº070, de 26 de outubro de 2001, em seu parágrafo único, os profissionais responsáveis pela elaboração de um projeto de SPDA são engenheiros: Engenheiro Eletricista, engenheiro de computação, engenheiro mecânico-eletricista; engenheiro de produção (modalidade eletricitista), engenheiros de operação (modalidade eletricitista), tecnólogo na área de engenharia elétrica e técnico industrial (modalidade eletrotécnica). Esses profissionais estão devidamente habilitados a desenvolver tais projetos.

O Gráfico 2 apresenta o total de profissionais que incluem o SPDA em seus projetos.

Gráfico 2: Profissionais que incluem o SPDA em seus projetos



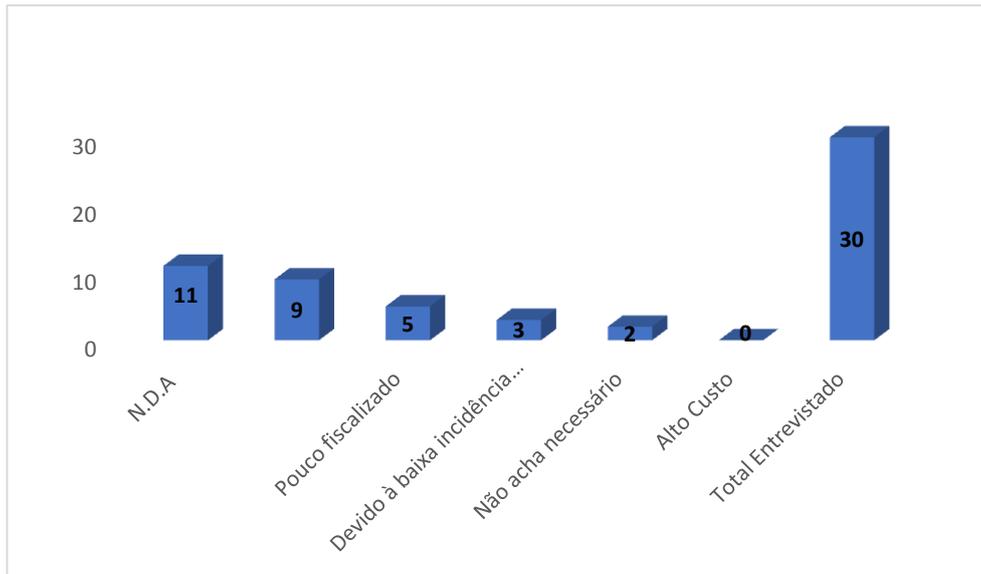
Fonte: Dados da própria pesquisa

O Gráfico 2 informa que, dos 45 profissionais pesquisados, 15 utilizam o SPDA em seus projetos. Assim, aproximadamente 33% dos projetos são desenvolvidos utilizando SPDA, mas a grande maioria, de aproximadamente 67% não fazem uso desse sistema.

Alguns autores como Kindermann (2009) e Visacro Filho (2005) sugerem que se o Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas for implementado adequadamente, os proprietários usufruirão de muitos benefícios, tais como redução dos danos às pessoas e aos patrimônios, além da segurança que se obterão com este sistema.

O gráfico 3 apresenta os motivos nos quais os profissionais entrevistados não inserem o SPDA em seus projetos.

Gráfico 3: Motivos que os profissionais habilitados não elaboram o projeto de SPDA



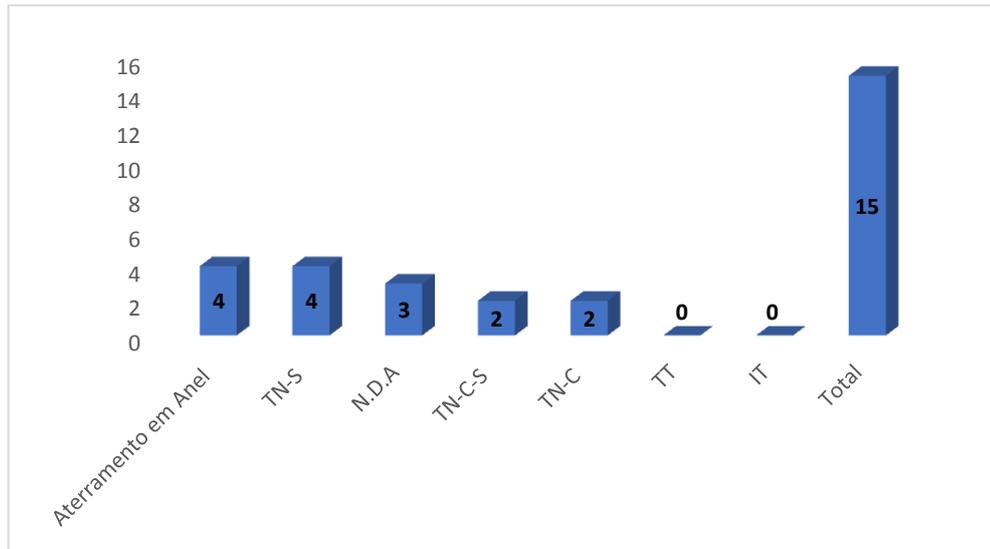
Fonte: Dados da própria pesquisa

O gráfico 3 informa os motivos nos quais os profissionais habilitados não incluem o projeto de SPDA em seus projetos iniciais. Assim, aproximadamente 37% não quiseram relatar os motivos que os levam a não considerar o SPDA em seus projetos, 30% dos profissionais entrevistados não têm afinidade para este tipo de projeto, 17% não realizam o projeto de SPDA devido ao mesmo ser pouco fiscalizado, 10% dos entrevistados não incluem o SPDA em seus projetos devido à baixa incidência de raios na região e 7% dos entrevistados não acham necessário o projeto de SPDA.

O SPDA é um sistema estratégico para a proteção contra as descargas atmosféricas. O SPDA começou a ser desenvolvido através de estudo do inventor Benjamin Franklin no século XVIII. De acordo com Visacro Filho (2005), os efeitos agressivos do fenômeno das descargas atmosféricas são muito severos para a sociedade. E a perda de umas centenas de vidas e perdas de centenas de milhões de dólares. Logo em tese, todos os projetos desenvolvidos deveriam contemplar o SPDA.

O gráfico 4 apresenta quais aterramentos são mais utilizados pelos engenheiros que fazem o uso do SPDA.

Gráfico 4: Aterramento mais utilizado nos projetos de SPDA



Fonte: Dados da própria pesquisa

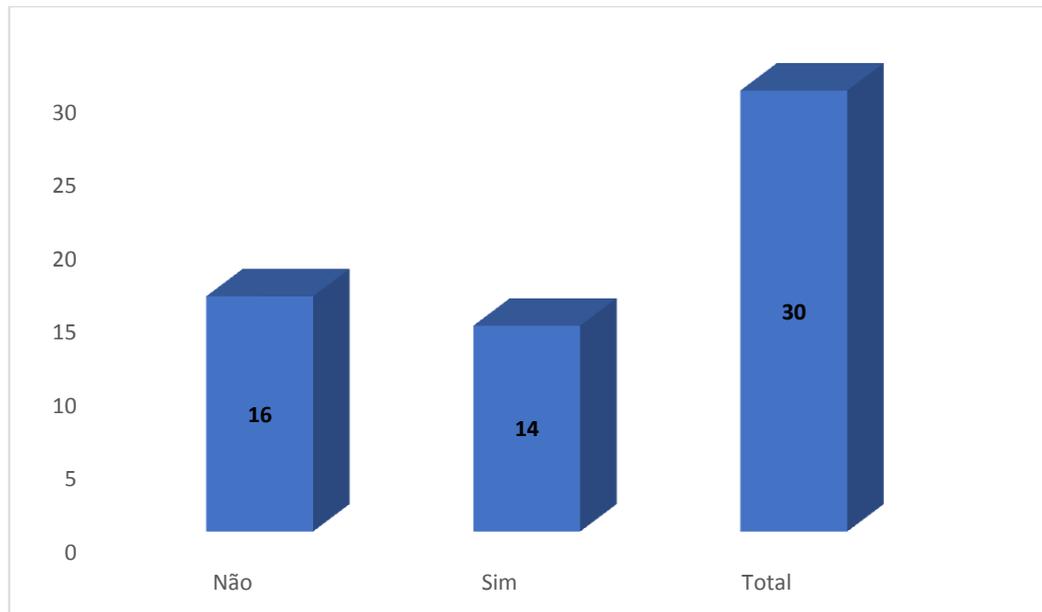
O gráfico 4 informa quais são os tipos de aterramento mais utilizados pelos profissionais habilitados da engenharia para a realização de um projeto de SPDA.

Dos 15 engenheiros entrevistados que incluem o SPDA em seus projetos, percebe-se que 27% utilizam o aterramento em anel, 27% utilizam o sistema de aterramento TN-S, 20% não têm uma média exata, de qual utiliza mais, utilizando o que for melhor para estrutura, na inspeção *in loco*, 13% utilizam o TN-C-S e 13% utilizam o TN-C, nas informações obtidas os sistemas de aterramento TT e It não são utilizados.

De acordo com Santos e Lima (2011), o aterramento é aquele que recebe as correntes elétricas das descidas e as dissipam no solo. Ainda segundo Visacro Filho (2010), toda instalação elétrica de média e baixa tensão para funcionar com desempenho satisfatório e ser suficientemente segura contra risco de acidentes fatais deve possuir um sistema de aterramento dimensionado adequadamente para as condições de cada projeto. Segundo Figueiredo (2014), o primeiro objetivo do aterramento dos sistemas elétricos é resguardar as pessoas e o patrimônio contra uma falha ou um surto nas instalações elétricas, proporcionando assim um escoamento diretamente para a terra, captando as descargas atmosféricas e as dissipando diretamente na terra.

O gráfico 5 apresenta se o profissional habilitado não faz o SPDA se ele indica algum outro profissional habilitado a realizar tal projeto.

Gráfico 5: Indicação de profissional habilitado



Fonte: Dados da própria pesquisa

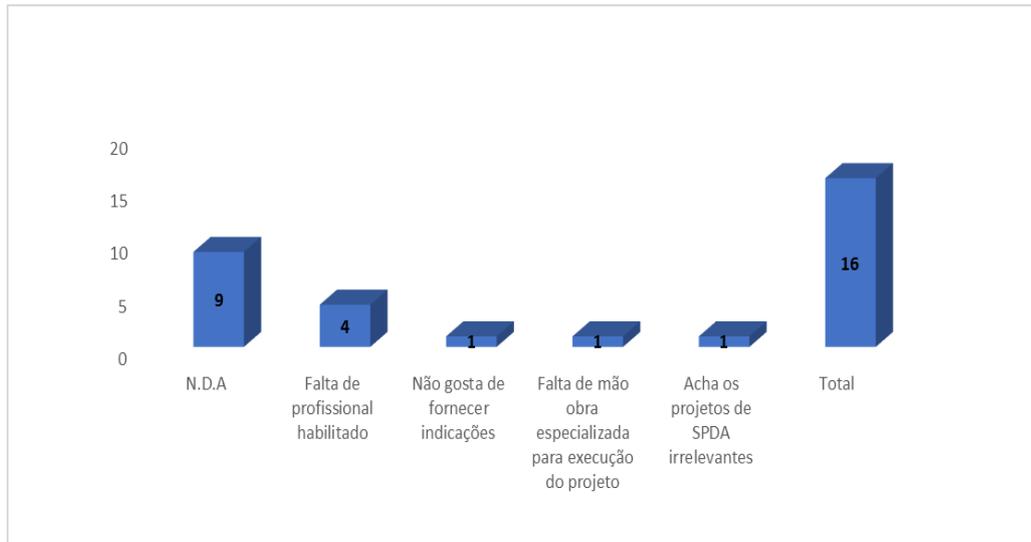
O gráfico 5 informa que dos 30 profissionais habilitados da engenharia entrevistados que não incluem o SPDA em seus projetos, assim, aproximadamente 53% destes profissionais não indicam nenhum outro profissional para realização do projeto de SPDA e aproximadamente, 47% dos profissionais indicam um profissional habilitado da engenharia para a realização do projeto de SPDA.

De acordo com Vanderson (2011), para o desempenho das suas atividades profissionais, o projetista deverá estar legalmente habilitado através de formação em centros educacionais especializados e registrado nos seus respectivos Conselhos.

Segundo o CREA, a função destes profissionais é atuar em defesa da sociedade contra os maus profissionais e não como associado de classe. Ainda segundo o CONFEA, o profissional estabelece a segurança e a qualidade da obra e é de extrema importância que a sociedade compreenda que o profissional que estudou por vários anos está apto para desenvolver suas atividades profissionais, executando o serviço com qualidade, economia e prevendo possível problemas que podem surgir durante a execução da obra.

O gráfico 6 apresenta o porquê os profissionais que não incluem o SPDA em seus projetos, não indicam profissionais habilitados da área de engenharia para realizar o projeto.

Gráfico 6: Motivo pelo qual não se indica o profissional para elaborarem o SPDA

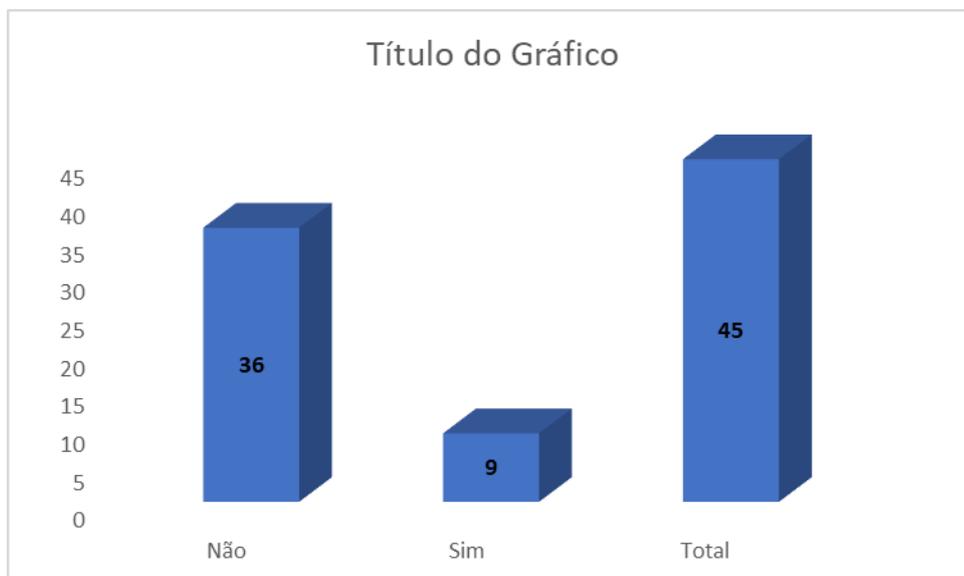


Fonte: Dados da própria pesquisa

O gráfico 6 informa que dos 16 profissionais que não indicam algum outro profissional habilitado da engenharia, observou-se que 56% não quiseram especificar o motivo pelo qual não indica, 25% disseram que falta profissional habilitado para executar o projeto de SPDA, 6% não gostam de fornecer informações, 6% falta de mão de obra especializada para execução do projeto e 6% acham os projetos de SPDA irrelevantes.

O gráfico 7 apresenta se os clientes sabem da importância do SPDA, perante os engenheiros entrevistados.

Gráfico 7: importância do SPDA para o cliente



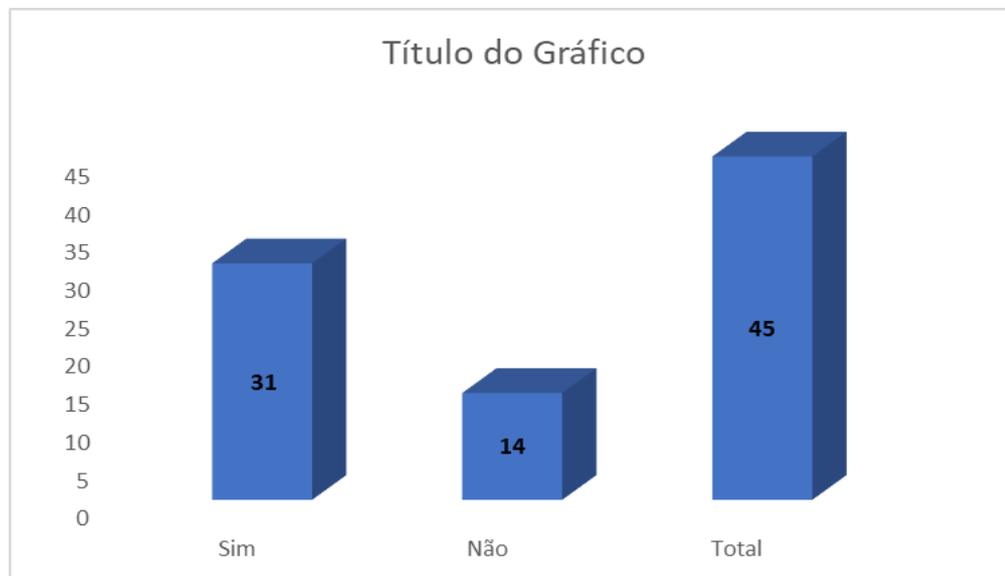
Fonte: Dados da própria pesquisa

O gráfico 7 informa se os clientes sabem da importância do SPDA perante aos engenheiros no momento da elaboração do projeto, 80% desconhece a importância do SPDA e somente 20% das pessoas sabem da importância do SPDA.

De acordo com o INPE (2017) a cada 50 mortes ocorridas por descargas atmosféricas no mundo, 1 acontece no Brasil, 19% dessas fatalidades acontecem dentro de casa, somente entre os anos de 2000 a 2014 ocasionou a morte de 1790 pessoas.

O gráfico 8 apresenta se os engenheiros entrevistados orientam seus clientes a adquirirem o projeto de SPDA em suas edificações.

Gráfico 8: aquisição do projeto de SPDA



Fonte: Dados da própria pesquisa

O gráfico 8 informa se os engenheiros entrevistados indicam o projeto de SPDA para os seus clientes. Diante disto, observou-se que 69% dos engenheiros indicam aos seus clientes a aquisição do projeto SPDA e que 31% dos engenheiros não indicam o projeto de SPDA para os seus clientes.

Para Beltani (2007), a elaboração de um projeto elétrico fundamentado no dimensionamento adequado dos aterramentos é de extrema importância, sendo que este proporciona vantagens técnicas e econômicas ao projeto, limitando as sobretensões na rede e fenômenos transitórios através do escoamento das correntes para o solo.

5 CONCLUSÃO

Diante das informações coletadas neste trabalho e do cenário energético do país, é crescente a necessidade de se pensar em alternativas para se diminuir os danos causados por descargas atmosféricas. Sobre isto, o Brasil apresenta índices altos de incidência de descargas atmosféricas.

Observou-se diante deste trabalho que a instalação de um projeto de SPDA, deve-se estar de acordo com a norma técnica NBR 5419/2015, da Associação Brasileira de Normas Técnica (ABNT). A norma especifica e detalha todo o processo de instalação e manutenção do SPDA.

Notou-se com este trabalho, a necessidade do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) para a sociedade, reduzindo-se consideravelmente com a implantação do SPDA, os perigos e riscos de danos ao patrimônio e as pessoas, pois o sistema capta os raios que atingem diretamente o local. Verificou-se assim que o SPDA é necessário pois o Brasil é uma região com grande incidência de descargas atmosféricas, em um total de 50 milhões de descargas atmosféricas por ano.

Sendo assim, concluiu-se com esta pesquisa que, mesmo conhecendo a importância do SPDA, aproximadamente 67% dos engenheiros entrevistados, não incluem o SPDA em seus projetos.

Dos 45 engenheiros entrevistados, 30 não realizam o projeto SPDA e desses 30 que não realizam o projeto de SPDA, 37% dos engenheiros não quiseram revelar o motivo no qual não incluem este tipo de projeto em suas atividades, (sendo que aproximadamente 30% não tem afinidade com este tipo de projeto, devido a sua formação ser voltada para área civil (construção), 17% não realizam este tipo de projeto devido a ser pouco fiscalizado pelo órgão responsável, o ideal que para edificações com até 15 anos, deveriam se realizar inspeções a cada 3 anos, para edificações acima de 15 anos, deveriam se realizar inspeções a cada 2 anos.

A falta de legislação que garanta essas inspeções e a falsa ideia de que as edificações estão totalmente garantidas pelo construtor no período de cinco anos, retardam a disseminação da cultura da inspeção predial preventiva. 10% dos entrevistados não incluem o SPDA em seus projetos devido à baixa incidência de raios na região e 7% dos entrevistados não acham necessário o projeto de SPDA.

Tendo em vista que somente 15 profissionais habilitados da engenharia, consideram em seus projetos o SPDA, 27% utilizam-se o aterramento em anel e 27% utilizam o aterramento TN-S.

Percebeu-se com este estudo, que a inclusão do SPDA nos projetos ainda é de difícil aceitação entre os profissionais habilitados da engenharia, tendo em vista que somente 33% dos profissionais consideram o SPDA importante e os aderem em seus projetos. O projeto de SPDA é um processo que necessita de grande estudo, por apresentar proteção e segurança para a sociedade, garantindo assim, o bem maior do ser humano: a vida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5419/01: Proteção de Estruturas contra Descargas Atmosféricas**. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://www.comservicefire.com.br/docs/Para-raios/NBR%205419%20-%20Para-raios.pdf>> Acesso em: 10 nov. 2017.

BELTANI, Juliano M. **Medição de Malha de Terra em Subestações Energizadas**. 2007. 82p. Dissertação - Mestrado Engenharia Elétrica - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2007. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/87268/beltani_jm_me_ilha.pdf?sequence=1> Acesso em: 12 mar. 2017.

BRAGA, Newton C. **Instalações Elétricas sem Mistérios**. 2005. Disponível em: <http://www.newtoncbraga.com.br>

CAPELLI, Alexandre. **Aterramento elétrico**. Saber eletrônica nº 330, julho, 2000. Disponível em: <http://www.lissandro.com.br/eletrica/Aterramento_capelli.pdf> Acesso em: 12 mar. 2017.

CAVALIN, Geraldo. **Instalações Elétricas Prediais**. 16ª edição, São Paulo, Ed. Érica Ltda.

CEMIG - **Manual de Fornecimento de Energia Elétrica em Baixa Tensão**. Disponível em: <www.cemig.com.br> 2005. Acesso em: 13 out. 2017.

CHIOVATTO, Ciciane. BISPO, Décio. CAMACHO, José Roberto. **Mapeamento de Tensão de Passo em Sistemas de Aterramento Utilizando o Método dos Elementos Finitos**. Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Elétrica, 2005. Disponível em: <http://www.ceel.eletrica.ufu.br/artigos2010/ceel2010_11.pdf> Acesso em: 12 mar. 2017.

CONFEEA. Disponível em: <<http://www.confear.org.br>>. Acesso em: 17 nov. 2017.

CREA-MG. Disponível em: <<http://www.crea-mg.com.br>>. Acesso em: 17 nov. 2017.

CRESPO, Antonio. **Estatística Fácil**. 18ª Edição. Porto Velho: 2009

FIGUEIREDO, Luiz Antônio. **International Copper Association Brazil – Manual de Aterramento Elétrico**, 2014. Disponível em: <www.procobre.org/pt/> Acesso em: 05 de ago. 2017.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisas**. São Paulo. Altar, 4 ed. 2002.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA ESPACIAL. www.inpe.br Acesso em: 10 ago. 2017. <http://www.inpe.br/webelat/homepage/>

KINDERMAN, Geraldo. **Proteção contra Descargas Atmosféricas em Estruturas Edificadas**. 4ª Edição. Florianópolis/SC: Edição do autor, 2009.

MACHADO, C. **Manual de projetos elétricos**. 1.ed. São Paulo: Biblioteca 24x7, 2008, p.127-129.

MAMEDE FILHO, João. **Instalações Elétricas Industriais**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

RAGGI, Livia M. R. **Projeto de Malhas de Aterramento**: Contribuição a Cômputo da Estratificação do Solo. 2009. 110p. Dissertação - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica - PPGEE - Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/BUOS-8CUEJG?show=full>>. Acesso em 18 abr. 2017.

SANTOS, L. D.; LIMA, R. S; **SPDA**: Sistema de Proteção contra descargas atmosféricas. Universidade Estadual do Piauí, Teresina, 2011. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAe9sYAK/trabalho-spda#>> Acesso em 20 set. 2017.

SENAI/ UNITEC, Projeto BipBop Brasil. Disponível em: <www.schneider-electric.com.br/bipbop>. 2012. Acesso em 25 abr. 2017.

TERMOTÉCNICA.2010. <http://www.tel.com.br/>. Acesso em 27 de set. 2017. <https://tel.com.br/conteudo-tecnico/spda-estrutural/>

VANDERSON, Flávio. ENE065 - **Instalações Elétricas I** - Introdução às Instalações Elétricas de Baixa Tensão. 2011. Disponível em: <http://www.ufjf.br/flavio_gomes/files/2011/03/Material_Curso_Instalacoes_I.pdf>. Acesso em: 27 de set. 2017.

VISACRO FILHO, S. **Descargas Atmosféricas**: Uma Abordagem de Engenharia. 1.ed. São Paulo: Artiber, 2005, 272p.

ANEXO 1**FORMULÁRIO REFERENTE AO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
SOBRE A IMPORTÂNCIA DO SPDA PERANTE O OLHAR DOS PROFISSIONAIS
HABILITADOS DE TEÓFILO OTONI-MG E REGIÃO**

Nome do Entrevistado:

Data:

1. Qual a sua formação acadêmica?

() Engenheiro Civil () Engenheiro Eletricista () Outros. Qual?

2. Você inclui o SPDA em seus projetos?

() Sim () Não

3. Em caso negativo, Por que não inclui em seus projetos?

() Alto Custo () Pouco fiscalizado () Profissional não tem afinidade com este tipo de projeto () Não acha necessário () Devido à baixa incidência de raio na região () N.D.A

4. Se você elabora projetos de SPDA, qual aterramento você mais utiliza?

() Aterramento em Anel () TN-S () TN-C-S () TN-C () TT () IT () N.D.A

5. Caso você não elabore projetos de SPDA, você indica algum profissional habilitado aos seus clientes, para a realização do mesmo?

() Sim () Não

6. Em caso negativo, por que não indica?

() Falta de profissional habilitado () Não gosta de fornecer indicações () Falta de mão obra especializada para execução do projeto () Acha os projetos de SPDA irrelevantes () N.D.A

7. Os clientes sabem da importância do SPDA?

() Sim () Não

8. Se não, você os orienta a adquirir o SPDA em sua residência?

() Sim () Não

Assinatura do Entrevistado:
