

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
**INSTITUTO DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

**REZERNEIDE GUIMARÃES MELO**

**PLANEJAMENTO PARA MINIMIZAÇÃO DE FATORES DE RISCOS  
RELACIONADOS A DESCARGAS ELÉTRICAS EM PROGRAMAS DE  
HABITAÇÃO E URBANIZAÇÃO NO ESTADO DO PARÁ**

**DM:25/2014**

**UFPA / ITEC / PPGEE**  
**Belém-Pará-Brasil**  
**2014**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
**INSTITUTO DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

REZERNEIDE GUIMARÃES MELO

**PLANEJAMENTO PARA MINIMIZAÇÃO DE FATORES DE RISCOS  
RELACIONADOS A DESCARGAS ELÉTRICAS EM PROGRAMAS DE  
HABITAÇÃO E URBANIZAÇÃO NO ESTADO DO PARÁ**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, da Universidade Federal do Pará, requisito obrigatório para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica.

Área de concentração: Sistema de Energia Elétrica

Linha de Pesquisa: Planejamento Energético

Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Brígida Ramati Pereira da Rocha

**UFPA / ITEC / PPGEE**

**Belém-Pará-Brasil**

**2014**

Dados Internacionais de Catalogação – na – Publicação (CIP)

---

Melo, Rezerneide Guimarães, 1974 -

Planejamento para minimização de fatores de riscos relacionados a descargas elétricas em programas de habitação e urbanização no Estado do Pará / Rezerneide Guimarães Melo, orientadora, Brígida Ramati Pereira da Rocha – 2014. 148 p.

Orientadora: Brígida Ramati Pereira da Rocha

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Programas de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Belém, 2014.

1. Descarga Elétrica. 2. Riscos e Cuidados. 3. Prevenção de Acidentes. 4. Amazônia. I. Título.

CDD 25. ed. 551.5632

---

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
**INSTITUTO DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

**PLANEJAMENTO PARA MINIMIZAÇÃO DE FATORES DE RISCOS  
RELACIONADOS A DESCARGAS ELÉTRICAS EM PROGRAMAS DE  
HABITAÇÃO E URBANIZAÇÃO NO ESTADO DO PARÁ**

AUTORA: REZERNEIDE GUIMARÃES MELO

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À AVALIAÇÃO DA BANCA EXAMINADORA APROVADA PELO COLEGIADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ E JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM ENGENHARIA ELÉTRICA NA ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: SISTEMA DE ENERGIA ELÉTRICA.

APROVADA EM \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_\_.

BANCA EXAMIINADORA:

\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Brígida Ramati Pereira da Rocha, (Orientadora – UFPA).

\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Valquíria Gusmão Macedo (Membro – UFPA)

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. José Alberto Silva de Sá (Membro – UEPA)

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Arthur da Costa Almeida (Membro – UFPA)

VISTO: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Evaldo Gonçalves Pelaes  
(Coordenador PPGEE / ITEC / UFPA)

## DEDICATÓRIA

Este trabalho não existiria sem a compreensão da minha família, sem o crédito de confiança da minha orientadora e sem os conhecimentos repassados pelos professores internos e externos ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica. A estes, com profundo agradecimento, dedico este trabalho.

## AGRADECIMENTOS

A minha família por compreender os momentos de ausência durante as realizações das atividades do curso.

A minha orientadora Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Brígida Ramati que viu em mim a capacidade de superar desafios. Muito obrigada!

Aos queridos Eng.<sup>o</sup>(s) Olavo Rocha e Valquíria Gusmão, que mesmo não pertencendo ao corpo docente do PPGEE, foram fundamentais para a compreensão de vários conceitos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, PPGEE, pela oportunidade de realização de trabalhos em minha área de pesquisa.

A Dr.<sup>a</sup> Danielle Costa pela proposição deste estudo.

A Dr.<sup>a</sup> Shirley Santos pelas sucessivas discussões dos vários temas sociais.

Ao CENSIPAM pelo crédito de confiança à execução das atividades referentes ao Projeto PAE e a todos da equipe, para com os quais sou muito grata pela acolhida e companheirismo.

Aos colegas do PPGEE, em especial ao Eng.<sup>o</sup> Benedito Rodrigues, pelo grande auxílio no início do curso e aos demais por todas as tarefas desenvolvidas.

A Secretaria de Estado de Educação por incentivar a formação continuada de seus profissionais.

A todos os colaboradores e incentivadores para a conclusão deste trabalho. Aos quais serei eternamente grata.

## SUMÁRIO

<b>Lista de Figuras .....</b>	<b>12</b>
<b>Lista de Gráficos .....</b>	<b>14</b>
<b>Lista de Tabelas .....</b>	<b>16</b>
<b>Lista de Siglas .....</b>	<b>18</b>
<b>Capítulo 1 – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>20</b>
<b>1.1 Breves considerações sobre o consumo de eletricidade no Brasil e no Pará .....</b>	<b>20</b>
<b>1.2 Questão norteadora .....</b>	<b>23</b>
<b>1.3 Objetivos .....</b>	<b>23</b>
<b>1.3.1 Objetivo Geral .....</b>	<b>23</b>
<b>1.3.2 Objetivos Específicos .....</b>	<b>23</b>
<b>1.4 Estrutura .....</b>	<b>23</b>
<b>Capítulo 2 – PROGRAMAS HABITACIONAIS DO GOVERNO FEDERAL .....</b>	<b>25</b>
<b>2.1 PAC – Urbanização de Assentamentos Precários .....</b>	<b>30</b>
<b>2.2 Programa Minha Casa Minha Vida .....</b>	<b>32</b>
<b>Capítulo 3 – DESCARGAS ELÉTRICAS .....</b>	<b>36</b>
<b>3.1 Descarga atmosférica .....</b>	<b>36</b>
3.1.1 Do mito a explicação científica .....	36
3.1.2 O processo de formação das descargas atmosféricas .....	39
3.1.3 Classificações das descargas atmosféricas .....	40
3.1.4 Métodos e experiências para mecanismos de proteção.....	41
3.1.4.1 Monitoramento de chuvas e tempestades .....	42
3.1.4.2 Detecção de descargas atmosféricas .....	42
3.1.4.3 Raios induzidos .....	44
3.1.5 Produções acadêmica sobre descargas atmosféricas na Região Amazônica .....	45
<b>3.2 Descarga não atmosférica .....</b>	<b>48</b>
3.2.1 Um pouco da história .....	48
3.2.2 Tensão, Corrente e Potência Elétrica .....	50
3.2.3 Tipos de descarga não atmosférica .....	50
3.2.4 Instalações elétricas em baixa tensão .....	51
3.2.4.1 Projeto de instalações elétricas em baixa tensão .....	53
<b>Capítulo 4 – SEGURANÇA CONTRA DESCARGAS ELÉTRICAS .....</b>	<b>56</b>

<b>4.1 Efeitos fisiológicos da eletricidade .....</b>	<b>56</b>
<b>4.2 Acidentes elétricos no Brasil .....</b>	<b>58</b>
<b>4.3 ABNT NBR 5410:2004 .....</b>	<b>60</b>
4.3.1 Origem, definições e objeto .....	60
4.3.2 Padronização brasileira de plugues de tomada prediais .....	64
4.3.3 Proteção contra choques .....	65
<b>4.4 ABNT NBR 5419:2005 .....</b>	<b>67</b>
4.4.1 Origem, definições e objeto .....	67
4.4.2 Principais características do SPDA .....	68
4.4.2.1 Gaiola de Faraday: Princípios e componentes .....	68
4.4.2.2 Para-raios de Franklin: Princípios e componentes .....	70
4.4.3 Proteção de estruturas residenciais .....	71
<b>Capítulo 5 – EMPREENDIMENTOS HABITACIONAIS EM ESTUDO.....</b>	<b>73</b>
<b>5.1 Localização dos empreendimentos .....</b>	<b>73</b>
5.1.1 Município de Belém .....	73
5.1.2 Município de Santa Isabel do Pará .....	75
5.1.3 Comunidade Pratinha .....	76
5.1.4 Comunidade Fé em Deus .....	76
5.1.5 Residencial Taboquinha .....	77
5.1.6 Urbanização Riacho Doce e Pantanal 1ª Etapa.....	78
5.1.7 Residencial Jardim da Garças I e II .....	78
<b>5.2 Benfeitorias previstas .....</b>	<b>79</b>
<b>5.3 Descrições físicas das unidades residenciais para a Provisão Habitacional e PMCMV Faixa 1.....</b>	<b>80</b>
<b>5.4 Análises dos projetos elétricos das unidades residenciais do item Provisão Habitacional do PAC e do PMCMV Faixa 1.....</b>	<b>82</b>
5.4.1 Comunidades Pratinha e Fé em Deus .....	82
5.4.2 Residencial Taboquinha .....	84
5.4.3 Provisão Habitacional para a Comunidade Riacho Doce e Pantanal 1ª Etapa .....	88
5.4.4 Residencial Jardim das Garças I e II .....	92
<b>Capítulo 6 – METODOLOGIA .....</b>	<b>96</b>
<b>6.1 Processos construtivo do questionário sobre fatores de riscos elétricos .....</b>	<b>97</b>
<b>Capítulo 7 – RESULTADOS .....</b>	<b>103</b>

<b>7.1 Apuração e análise dos questionários sobre fatores de riscos elétricos .....</b>	<b>103</b>
<b>7.2 Análises dos casos de acidentes elétricos no Estado do Pará retroativo de 10 anos .....</b>	<b>114</b>
<b>Capítulo 8– RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS DE PRÁTICAS PARA PROTEÇÃO ELÉTRICA EM RESIDÊNCIAS POPULARES FINANCIADAS PELO GOVERNO FEDERAL NO ESTADO DO PARÁ .....</b>	<b>121</b>
<b>Capítulo 9 – CONCLUSÕES .....</b>	<b>129</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>131</b>
<b>ANEXO 1 .....</b>	<b>138</b>

## RESUMO

A casa própria representa a segurança familiar para muitos brasileiros. É um bem durável e transferível, por isso é necessário maximizar a segurança para a prevenção de acidentes que envolvem pessoas ou a estrutura. Diminuir o déficit habitacional é parte da missão dos programas habitacionais do Brasil. Como estes são financiados com dinheiro público, também está definida segurança elétrica do imóvel. As estatísticas nacionais indicam que os acidentes elétricos podem culminar em situações graves e irreversíveis. Diante do contexto, o planejamento para minimização de fatores de riscos relacionados as descargas elétricas nas unidades residenciais dos programas de habitação e urbanização no Estado do Pará se justifica. Neste trabalho, são discutidas as circunstâncias dos acidentes elétricos no Estado do Pará, com o objetivo de direcionar as medidas de prevenção e recomendações técnicas de segurança elétrica para as habitações populares. Uma amostra foi propositalmente escolhida, entre os empreendimentos da provisão habitacional do PAC Fase 1 e do PMCMV Faixa 1 localizados nos municípios de Belém e Santa Isabel do Pará, para ser o objeto de estudo, por representar as necessidades elétricas de uma grande metrópole e de um município com menos de setenta mil habitantes. A instrumentação do questionário sobre “Fatores de Riscos Elétricos” aos beneficiários de moradias populares, no mínimo, com um ano de residência, entre os meses de outubro e dezembro de 2013, permitiu a discussão dos resultados relacionados à verificação dos projetos elétricos residenciais e a análise das circunstâncias de ocorrência de acidentes elétricos no Pará (período retroativo de dez anos). Resultando em recomendações técnicas sobre segurança elétrica residencial, para a qual se considerou a revisão da literatura e as características econômicas e socioambientais da Região Amazônica. Durante a análise técnica não foram encontradas não conformidades graves com as NBR 5410:2004 e NBR 5419:2005, mas ficou evidente a necessidade pensar em modelos habitacionais personalizados, principalmente, os projetos de segurança elétrica que consideram as necessidades e características socioambientais da Região Amazônica.

**Palavras-chave: Descarga Elétrica. Riscos e Cuidados. Prevenção de Acidentes. Amazônia.**

## ABSTRACT

The homeownership represents family security for many Brazilians. It is a durable and transferable, therefore is need to maximize safety for the prevention of accidents involving people or structure. Reduce the housing deficit is part of the mission of housing programs in Brazil. These are financed with public money, is also defined the electrical safety of the property. National statistics indicate that electrical accidents can lead to serious and irreversible situations. Faced the context, planning for minimization of risk factors related electrical discharges in residential units of housing and urban development programs in the State of Pará is justified. This work, are discussed the circumstances of electrical accidents in the Pará, in order to direct prevention measures and techniques of electrical safety recommendations for affordable housing. A sample was purposively selected, among the enterprises of housing provision of the PAC Phase 1 and PMCMV Track 1 located in the municipalities of Belém and Santa Isabel do Pará, for to be the object of study, by to represent the electrical needs of a large city and of the a municipality with less than seventy thousand inhabitants. The instrumentation of the questionnaire on "Risk Factors Electric" among beneficiaries of affordable housing, at least with one year of residence, between the months of October and December 2013. Allowed the discussion related the verification of residential electrical design and analysis of the circumstances of the occurrence of electrical accidents on Pará (retroactive period of ten years). Resulting in technical recommendations on residential electrical safety, for which we considered the literature review and the economic, social and environmental characteristics of the Amazon Region. During the technical analysis were not found serious non-conformities with NBR 5410:2004 and NBR 5419:2005, but it was evident the need to think of popular models of home, principally, electrical safety projects that consider the needs and socio-environmental characteristics of the Amazon Region.

**Keywords: Electrical Discharge. Risks and Care. Accident Prevention. Amazon.**

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Hierarquia da PNH.	27
Figura 2	Déficit Habitacional Brasileiro, ano base 2010.	33
Figura 3	Capa do texto que descreve a experiências e observações realizado por Benjamin Franklin sobre a eletricidade.	38
Figura 4	Características dos tipos de raios.	41
Figura 5	Mapa da Precipitação Pluviométrica Média Anual do Pará.	45
Figura 6	Mapa da densidade de ocorrência de raios detectados pela RDR – SIPAM, eventos/km <sup>2</sup> /ano.	46
Figura 7	Densidade corrigida média (raios/km <sup>2</sup> /ano) 2008-2011.	47
Figura 8	Ocorrência de raios em 2010. (a) Ocorrência não corrigida, (b) Ocorrência corrigida e (c) Diferença entre (a) e (b).	48
Figura 9	Arco Elétrico.	51
Figura 10	Visão conjunta do Sistema Elétrico.	51
Figura 11	Sistema Interligado Nacional Horizonte 2014.	52
Figura 12	Rede de distribuição de baixa tensão.	53
Figura 13	Fluxograma da elaboração de um projeto elétrico	55
Figura 14	Consequências da exposição a corrente elétrica.	57
Figura 15	Organograma explicativo da previsão de carga de tomadas conforme a NBR 5410:2004.	63
Figura 16	Principais especificações da padronização de plugues e tomadas no Brasil.	64
Figura 17	Os casos e exceções que a norma exige proteção diferencial-residual de alta sensibilidade.	66
Figura 18	Experiência de Michael Faraday “A Gaiola de Faraday”.	69
Figura 19	Captação, descida e Aterramento dos para-raios s: Gaiola de Faraday e Franklin.	70
Figura 20	Captação, descida e aterramento do para-raios s de Franklin	70
Figura 21	Mapa da Localização dos Bairros de Belém e áreas distritais.	74
Figura 22	Mapa da Localização dos Bairros de Santa Isabel do Pará.	75
Figura 23	Situação e delimitação do bairro Pratinha, Belém, Pará.	76
Figura 24	Situação e delimitação do bairro Tenoné, Belém, Pará.	77
Figura 25	Poligonal do bairro do Cruzeiro, distrito de Icoaraci, Belém, Pará.	77
Figura 26	Poligonal do bairro do Guamá, Belém, Pará.	78
Figura 27	Residencial Jardim das Garças I e II, Santa Isabel do Pará, Pará.	79

Figura 28	Plantas baixas das unidades residenciais nas comunidades da Pratinha e Fé em Deus e no Residencial Jardim das Garças I e II.	81
Figura 29	Plantas baixas das unidades habitacionais dos Residencial Taboquinha e Comunidade Riacho Doce e Pantanal, respectivamente.	81
Figura 30	Projeto elétrico Planta Tipo 1 (esquerda) e Planta Tipo 2 (direita) das unidades residenciais da Comunidades Pratinha e Fé em Deus, Belém – Pará.	83
Figura 31	Visão lateral do Residencial Taboquinha, Belém - PA.	85
Figura 32	Projeto elétrico por unidade de apartamento e quadro de carga no Residencial Taboquinha.	86
Figura 33	Visão do quadro de disjuntores no interior das residências.	87
Figura 34	Vista frontal do bloco conjugado para a provisão habitacional da comunidade Riacho Doce e Pantanal.	88
Figura 35	Projeto Elétrico Planta com três dormitórios.	90
Figura 36	Detalhes do SPDA e furto dos cabos de aterramento.	91
Figura 37	Disposição da habitação com 35 m <sup>2</sup> no terreno unifamiliar de 20 x 8 metros.	92
Figura 38	Planta Elétrica e quadro de cargas da unidade habitacional 35 m <sup>2</sup> (2 quartos, banheiro, sala/cozinha).	93
Figura 39	Presença de grande número de antenas para o sinal de televisão.	94
Figura 40	(a) Simulação de área protegida e (b) Diagrama de proteção por cabo para-raios.	95
Figura 41	Fluxograma da metodologia do estudo.	97
Figura 42	Apresentação das intensões da pesquisa aos membros da CAO “Comunidade Pratinha”.	102
Figura 43	Unidades residenciais (a) Comunidade Fé em Deus e (b) Comunidade.	121
Figura 44	Blocos residenciais (a) Comunidade Riacho Doce e Pantanal e (b) Taboquinha.	121
Figura 45	(a) Extensão elétrica tipo “benjamin” verificadas durante as vistorias e (b) Incêndio no bairro do Jurunas, Belém – PA.	123

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Matriz Elétrica Brasileira, 2012.	20
Gráfico 2	Comportamento evolutivo de residências consumidoras de energia elétrica no Brasil, período de 2003 a 2012.	21
Gráfico 3	Consumo trimestral (MWh) de energia elétrica no Pará.	21
Gráfico 4	Análise do Consumo Residencial de Eletricidade no Brasil, período 2000-2012.	22
Gráfico 5	Demonstrativo gráfico do saldo de acidentes com populares envolvendo particularidades do SE conforme informações da Fundação COGE.	59
Gráfico 6	Tempo de moradia.	105
Gráfico 7	Faixa etária dos moradores.	105
Gráfico 8	Gênero dos moradores.	106
Gráfico 9	Principal atividade econômica.	106
Gráfico 10	Renda Familiar Estimada.	106
Gráfico 11	Beneficiário de Auxílio Social.	106
Gráfico 12	Situação de posse do imóvel.	107
Gráfico 13	Famílias com aparelhos danificados por problemas no fornecimento de energia elétrica	107
Gráfica 14	Falhas na instalação elétrica.	107
Gráfico 15	Experiência do respondente com acidente elétrico envolvendo pessoas.	107
Gráfico 16	Relato de aparelhos danificados por problemas elétricos.	108
Gráfico 17	Experiência do respondente com acidente atmosférico envolvendo pessoas.	108
Gráfico 18	Conhecimento do respondente sobre proteção ou práticas preventivas para evitar acidentes elétricos.	109
Gráfico 19	Outras informações recebidas sobre prevenção de acidentes elétricos.	109
Gráfico 20	Importância dada as informações de prevenção de acidentes elétricos.	109
Gráfico 21	Autorização do respondente para uso e divulgação das informações.	109
Gráfico 22	Aparelho elétrico declarados por 187 famílias.	110
Gráfico 23	Totais de aparelhos elétricos por família pesquisada.	110
Gráfico 24	Carga real declarada por família.	111

Gráfico 25	(a) Demanda real por família em kW, segundo Lima (2010) e (b) Máximo, mínimo e média da demanda real por família em kW.	111
Gráfico 26	Resumo dos depoimentos de acidentes elétricos envolvendo pessoas relacionados a distribuição e consumo de energia elétrica.	113
Gráfico 27	Famílias residentes em domicílios particulares e número de componentes das famílias.	122

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Principais resultados da Habitação de Interesse Social, período de 2004 a 2011.	29
Tabela 2	Efeitos estimados da corrente elétrica de 60 Hz no corpo humano.	57
Tabela 3	Total de beneficiados e investimento.	80
Tabela 4	Destaque para as divergências de Projeto e Norma relacionada aos elementos elétricos descritos nos Projetos Elétricos das casas populares Tipo 1 e 2.	82
Tabela 5	Descrição de elementos elétricos das unidades residenciais.	85
Tabela 6	Dimensionamento dos disjuntores por circuito.	86
Tabela 7	Análise do projeto elétrico conforme a NBR 5410:2004.	89
Tabela 8	Análise do projeto elétrico conforme a NBR 5410:2004	93
Tabela 9	Questionários sobre os fatores de riscos elétricos aplicados e percentual do total da produção habitacional referente aos cinco empreendimentos do estudo.	96
Tabela 10	Competências dos integrantes da equipe responsável pela construção e validação semântica do questionário sobre os fatores de riscos elétricos.	98
Tabela 11	Atribuições de valores 1 e 0 para as respostas sim e não, respectivamente de um conjunto de 30 respondentes e sete itens.	100
Tabela 12	Média e variância das atribuições de valores 1 e 0 para as respostas sim e não, respectivamente de um conjunto de 30 respondentes e sete itens.	101
Tabela 13	Tempo de moradia.	105
Tabela 14	Faixa etária dos moradores.	105
Tabela 15	Gênero dos moradores.	106
Tabela 16	Principal atividade econômica.	106
Tabela 17	Renda Familiar Estimada.	106
Tabela 18	Beneficiário de Auxílio Social.	106
Tabela 19	Situação de posse do imóvel.	107
Tabela 20	Famílias com aparelhos danificados por problemas no fornecimento de energia elétrica.	107
Tabela 21	Falhas na instalação elétrica.	107
Tabela 22	Experiência do respondente com acidente elétrico não atmosférico envolvendo pessoas.	107
Tabela 23	Relato de aparelhos danificados por problemas elétricos.	108
Tabela 24	Experiência do respondente com acidente atmosférico envolvendo pessoas.	108
Tabela 25	Conhecimento do respondente sobre proteção ou práticas preventivas para evitar acidentes elétricos.	109

Tabela 26	Outras informações recebidas sobre prevenção de acidentes elétricos.	109
Tabela 27	Importância dada as informações de prevenção de acidentes elétricos.	109
Tabela 28	Autorização do respondente para uso e divulgação das informações.	109
Tabela 29	Perfil dos respondentes das comunidades analisadas.	112
Tabela 30	Resumo dos depoimentos de acidentes elétricos envolvendo pessoas relacionados a distribuição e consumo de energia elétrica.	113
Tabela 31	Resumo dos cuidados praticados (que foram possível segmentar) declarados pelos respondentes.	114
Tabela 32	Demonstrativo do número de acidentes elétricos por ano e fonte.	115
Tabela 33	Vítima de acidentes elétricos por ano.	115
Tabela 34	Eventos origem por ano.	116
Tabela 35	Gênero das vítimas por ano.	116
Tabela 36	Gênero das vítimas por ano e tipo de descarga (Os que foram possível segmentar de 226 vítimas).	117
Tabela 37	Faixa etária da vítima por ano e tipo de descarga (Os que foram possível segmentar de 226 vítimas).	117
Tabela 38	Profissão das vítimas por ano.	118
Tabela 39	Atividade no Instante do Acidente.	118
Tabela 40	Vítimas por município e ano.	119
Tabela 41	Recomendações de instalações de tomadas por ambiente.	124

## LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRACOPEL – Associação Brasileira para Conscientização dos Perigos com a Eletricidade

ART – Anotação de Responsabilidade Técnica

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

BCB – Banco Central do Brasil

BEP - Barramento de Equipotencialização Principal

BEL - Barramento de Equipotencialização Suplementar ou Barramento de Equipotencialização Local

BNH – Banco Nacional de Habitação

CAO – Comissão de Acompanhamento de Obras

CA – Corrente Alternada

CC – Corrente Contínua

CELPA – Centrais Elétricas do Pará S.A

CENSIPAM – Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia

COGE – Comitê de Gestão Empresarial

COHAB – Companhia de Habitação do Estado do Pará

CONMETRO – Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

CREA – Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia

DataSUS – Banco de Dados do Sistema Único de Saúde

EPE – Empresa de Pesquisas Energéticas

FAZ – Fundo de Apoio ao Desenvolvimento Social

FDS – Fundo de Desenvolvimento Social

FGHab – Fundo Garantidor da Habitação

FGTS – Fundo de Garantia do Tempo de Serviço

FICAM – Financiamento da Construção, Conclusão, Ampliação ou Melhoria da Habitação de Interesse Social

FNHIS – Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social

GCAR – Grupo de Controle, Automação e Robótica

IAGUA – Instituto Amazônico de Planejamento, Gestão Urbana e Ambiental

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

NR – Norma Regulamentadora

OGU – Orçamento Geral da União

ONU – Organização das Nações Unidas

ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico

PAC – Programa de Aceleração do Crescimento

PAR – Programa de Arrendamento Residencial

PNH – Plano Nacional de Habitação

PPGEE – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

PROLIBURB – Programa de Erradicação da Sub-habitação

PROMORAR – Programa de Financiamento à Autoconstrução

RDR-SIPAM – Rede de Detecção de Raios do Sistema de Proteção da Amazônia

SEB – Setor Elétrico Brasileiro

SEHAB – Secretaria Municipal de Habitação

SIN – Sistema Interligado Nacional

SIPAM – Sistema de Proteção da Amazônia

SNHIS – Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social

SPDA – Sistema de Proteção de Descargas Atmosférica

STARNET – *Sferics Timing and Ranging NETWORK*

TUE – Tomada de Uso Específico

TUG – Tomada de Uso Geral

## Capítulo 1 – INTRODUÇÃO

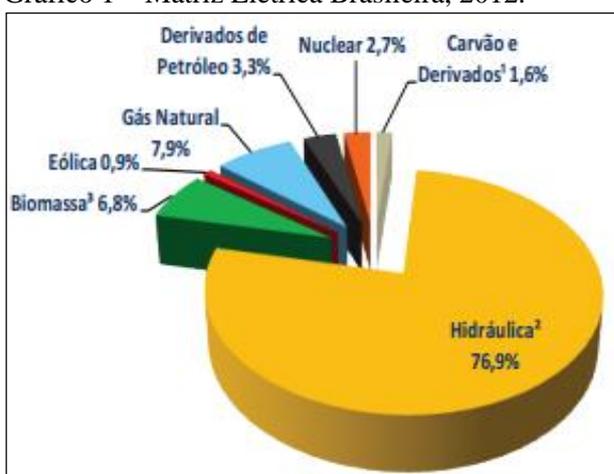
### 1.1 Breves considerações sobre o consumo de eletricidade no Brasil e no Pará

Thomas Alva Edison, em 1879, desenvolveu a lâmpada incandescente e despertou o mundo para uma das mais importantes práticas da eletricidade, a iluminação. Essa invenção, depois do telégrafo (1837), foi um ponto forte para a versatilidade dos desdobramentos do uso da eletricidade nos séculos posteriores.

Hoje, a eletricidade figura como a principal fonte de energia capaz de satisfazer as necessidades cotidianas da família, da indústria, do comércio, do transporte, da saúde, da comunicação, de governo e dos mais diversos setores da vida moderna (BUENOS, 2012, p.89).

Existe uma dependência mundial por essa energia, impulsionando a geração elétrica nacional a manter o ritmo de crescimento acelerado, pautados nas necessidades regulares de expansão. No Brasil, de acordo com a estatística nacional, 76,9% da energia elétrica gerada vem da força potencial das águas represadas em grandes rios (Gráfico 1). As hidrelétricas estão geralmente localizadas a longas distâncias dos centros consumidores, o que acarreta necessidades singulares para a regulamentação, implantação e operação de grandes extensões de linhas de alta, média e baixa tensão que formam a rede de transmissão e distribuição por todo o país (BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL, 2013).

Gráfico 1 – Matriz Elétrica Brasileira, 2012.

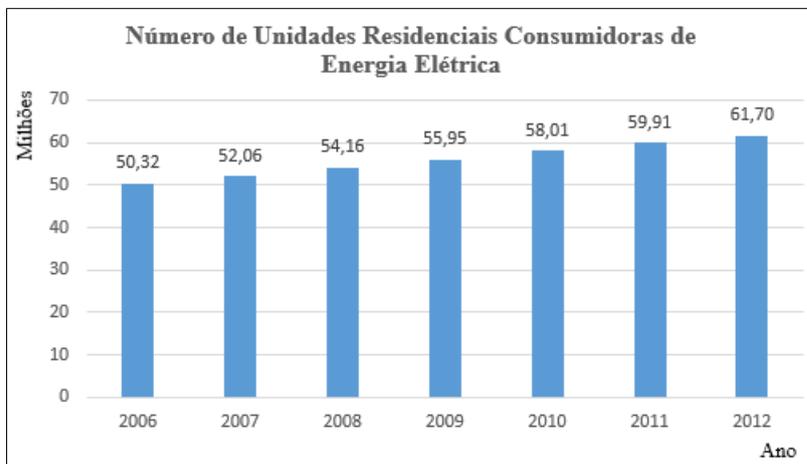


Fonte: Balanço Energético Nacional (2013, p.16)

“Um quarto de toda energia elétrica do país é gasta em residências” (CINTRA, 2013). Segundo os dados da ANEEL, o Brasil registrou 68,6 milhões de unidades consumidoras de energia elétrica até outubro de 2010, volume 39% maior que o registrado em 2001 quando eram 49,35 milhões. Nesse cenário a classe residencial destaca-se com maior expressão tanto em números de unidade

consumidoras como em consumo (BRASIL ECONÔMICO, 2011). Para compreender a evolução desse crescimento foi elaborado o Gráfico 2, com base nos dados disponibilizados pela EPE.

Gráfico 2 – Comportamento evolutivo de residências consumidoras de energia elétrica no Brasil, período de 2006 a 2012.

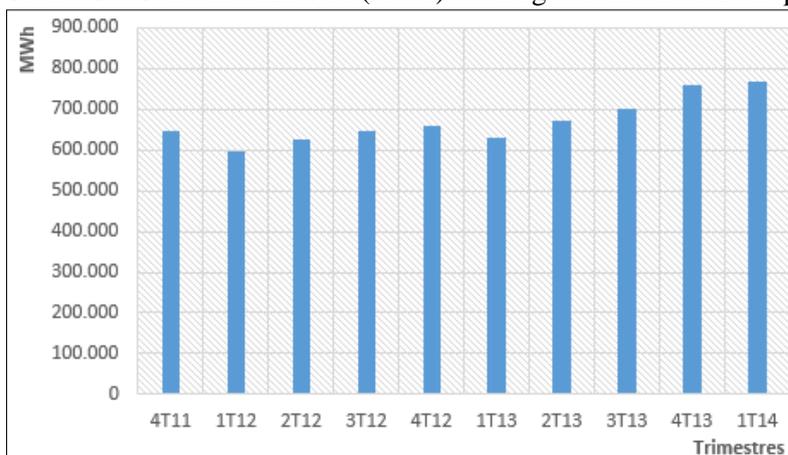


Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (2011; 2012; 2013).

O crescimento de unidades consumidoras residenciais de energia elétrica também é sentido no estado do Pará, no qual a CELPA, concessionária responsável pela distribuição local, alcançou no quarto trimestre de 2013 a marca de 1.734.076 clientes, o que representa 85,4% da base de clientes por classe referente a venda de energia elétrica (CENTRAIS ELÉTRICAS DO PARÁ, 2013).

Conseqüentemente, o consumo de energia elétrica em residências no Pará apresenta tendências de crescimento (Gráfico 3), impulsionado pelos programas sociais do Governo Federal para a universalização da energia elétrica, aumento de renda e facilidades de créditos.

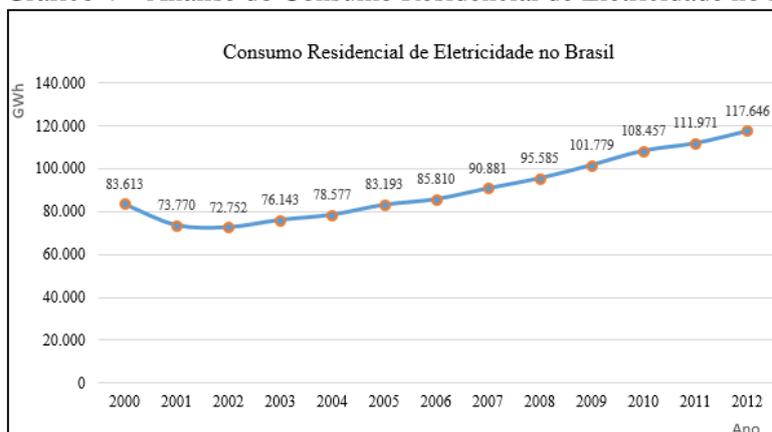
Gráfico 3 – Consumo trimestral (MWh) de energia elétrica no Pará no período 2011 a 2014.



Fonte: Centrais Elétricas do Pará (2013).

No cenário nacional, o período observado de doze anos de consumo elétrico (Gráfico 4), é possível perceber o crescimento progressivo da curva de consumo residencial de energia elétrica a partir de 2002.

Gráfico 4 – Análise do Consumo Residencial de Eletricidade no Brasil, período 2000-2012.



Fonte: Balanço Energético Nacional (2008; 2013).

Para satisfazer as necessidades de tantos usuários, são necessários expressivo número de equipamentos de potência, transmissão, distribuição, que alargam as chances da ocorrência de acidentes com choques elétricos ou curtos-circuitos. Na região amazônica as possibilidades reais de acidente elétricos estão relacionadas as descargas atmosféricas ou ao mau uso das instalações e/ou aparelhos elétricos pertinentes a rede de baixa, média e alta tensão. De forma, que a análise para o planejamento de ações que minimizem esses riscos é indispensável à preservação da vida, à proteção de imóveis, equipamentos e instalações.

Diante da complexidade que é desenvolver pesquisa significativa em âmbito nacional, estadual ou municipal sobre as necessidades de proteção elétrica, que estejam respaldadas na origem dos acidentes, na interpretação das características locais, do modo de vida das comunidades e mensuração de prejuízos entre outras variáveis, optou-se por começar analisando as comunidades assistidas pelos programas habitacionais do Governo Federal do PAC – UAP e do Programa Minha Casa Minha Vida implementadas em dois municípios do Estado do Pará: Belém (capital do estado) e Santa Isabel do Pará (município com menos que 70 mil habitantes). Por compreender que esses programas, são iniciativas do Governo Federal, que utilizam recursos públicos para minimizar o déficit habitacional do país e melhorar a qualidade de vida das populações de baixa renda, portanto devem ser maximizadas as questões de segurança.

Para a formação do conjunto amostral desse estudo, foi admitida como principal característica a presença de unidades habitadas nos empreendimentos de habitação popular, há pelo menos um ano. Os selecionados foram: Comunidade Pratinha, Comunidade Fé em Deus, Urbanização Riacho Doce e Pantanal 1ª Etapa e o Residencial Taboquinha localizados no município de Belém e, Residencial Jardim das Garças I e II no município de Santa Isabel do Pará.

## **1.2 Questão norteadora**

Como minimizar os riscos de acidentes elétricos em Programas de Habitação Popular no Pará?

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo Geral**

Recomendar técnicas que minimizem os riscos elétricos nas unidades residenciais populares, propostas pelo Governo Federal para o Estado do Pará, e que estejam adaptáveis as necessidades de consumo elétrico local.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Refazer a análise do projeto elétrico residencial dos empreendimentos selecionados, com ênfase nas considerações de previsão de carga, tipo de energia de entrada, dimensionamento do quadro elétrico, fios e cabos e sistemas de proteção contra surtos considerando as normas da ABNT: NBR 5410:2004 e 5419:2005.
- Verificar se os projetos elétricos atendem as necessidades reais dos beneficiários ou mutuários, carga e proteção contra acidentes elétricos mediados pela aplicação de questionários sobre os fatores de riscos elétricos nos municípios Belém e Santa Isabel do Pará.
- Realizar pesquisa sobre as circunstâncias de acidentes elétricos no Pará no período retroativo de 10 anos.
- Propor recomendações técnicas, sustentáveis e seguras para futuros projetos de habitação popular.

## **1.4 Estrutura**

O trabalho está dividido em 9 capítulos.

No primeiro capítulo se resume a introdução do tema, a questão norteadora, objetivos, procedimentos metodológicos e estrutura.

No segundo capítulo é feita a revisão da literatura sobre os Programas de Habitações Populares do Governo Federal com ênfase nos itens urbanização de assentamentos precários e o Programa Minha Casa Minha Vida.

No terceiro capítulo são tratadas as peculiaridades das Descargas Elétricas.

No quarto capítulo é feita a revisão sobre Segurança das Instalações Elétricas referente as normas vigentes da ABNT NBR 5410:2004 e NBR 5419:2005.

No quinto capítulo estão as considerações sobre os empreendimentos habitacionais em estudo destacando a origem do recurso, localização, descrição das unidades residenciais, as análises dos projetos elétricos das unidades residenciais e as verificações das normas vigentes da ABNT NBR 5410:2004 e NBR 5419:2005;

No sexto capítulo é descrita a metodologia aplicada para a obtenção dos resultados que direcionaram as conclusões desse estudo.

No sétimo capítulo são apresentados os resultados da apuração dos dados obtidos com a instrumentação do questionário sobre os fatores de riscos elétricos e da segmentação dos acidentes elétricos ocorridos no estado do Pará no período retroativo de 10 anos.

No oitavo capítulo são apresentadas propostas para eficiência da segurança elétrica das unidades residenciais considerando as particularidades socioeconômicas, ambientais e culturais do estado do Pará

Por fim, o nono capítulo traz as conclusões deste trabalho respaldadas nas análises anteriores.

## Capítulo 2 – PROGRAMAS HABITACIONAIS DO GOVERNO FEDERAL

O Banco Nacional de Habitação – BNH<sup>1</sup> foi instituído em 1964 e extinto em 1986. Durante vinte e dois anos foi uma empresa pública com sede em Brasília – DF, subordinada ao Banco Central do Brasil – BCB e estava destinada à gestão, implementação e financiamento de políticas públicas para habitações no Brasil.

No período de 1964 a 1985, o BNH foi caracterizado como a principal instituição federal para o desenvolvimento urbano. Realizava práticas de financiamento de empreendimentos imobiliários, gestão do Fundo de Garantia de Tempo de Serviço – FGTS e do Sistema Financeiro de Habitação – SFH. A criação do BNH foi impulsionada pela crise de moradia com origem na urbanização acelerada que era sentida no país, configurando como uma das principais bases de sustentação do governo populista<sup>2</sup> e da estruturação capitalista do setor da construção civil habitacional (BONDUKI, 2008).

A política habitacional do BNH envolvia padrões convencionais de produção, financiamento e comercialização de unidades habitacionais acabadas que acarretavam alto custo aos mutuários, condição que afastou gradativamente as populações de baixa renda. A partir de 1975, a insatisfação social favoreceu a organização popular forçando os gestores públicos a instituírem ao BNH, um conjunto de programas de fomento<sup>3</sup> destinados às famílias com renda de até três salários mínimos – PROLIBURB, FICAM, PROMORAR e João de Barro (CARVALHO, 2010).

Mesmo com todo o empenho do BNH em retomar as bases sociais e políticas, o acumulado de problemas originados no gerenciamento dos programas, na gestão de recursos, no descrédito popular e potencializados pelos problemas da crise econômica na década de 1980 como recessão, inflação, desemprego e queda dos níveis salariais, forçaram em 1986 a incorporação do BNH à Caixa Econômica Federal, caracterizada como banco de primeira linha

---

<sup>1</sup> A política habitacional brasileira, antes de 1964, fazia-se sobre a lógica da Fundação da Casa Popular, fundada em 1946, com registro de poucos resultados quantitativos (CARVALHO, 2010).

<sup>2</sup> O governo populista fundamenta-se em estabelecer laços emocionais e não racionais com as massas, o governante desse sistema procura implementar medidas diretamente com o povo, faz uso da propaganda pessoal, autoritário julga-se autossuficiente para resolver todos os problemas sociais de um país ignorando partidos políticos e/ou instituições democráticas (WEFFORT, 1980).

<sup>3</sup> A estratégia adotada pelo governo para conciliar custo e benefício de unidades populares envolvia a oferta de financiamento de lotes urbanizados, materiais de construção e o incentivo a mutirão entre os mutuários. Permanecendo a aplicação das mesmas regras de programas tradicionais: construção de conjuntos habitacionais nas periferias das grandes cidades (CARVALHO, 1991).

que objetivava a captação de recursos, realização de operações ativas e prestação de serviços e não de fomento. Fato, que redefiniu a proposta habitacional no país (BONDUKI, 2008).

A inadimplência da década de 1980 e a redução de valores das prestações, segundo Bonduki (2008), fazem parte dos fatores que dificultaram a reposição dos fundos do SFH acarretando a queda expressiva de novos financiamentos.

O empobrecimento que se seguiu na década de 1990 colaborou para elevar os índices da necessidade de moradia da população urbana, forçando o governo a procurar outras fontes de recursos e a parceria com a sociedade organizada.

Frente às necessidades de minimizar os problemas das cidades, ocorre uma redemocratização no país que amplia a participação dos Municípios e Estados nos programas habitacionais<sup>4</sup> permitindo-lhes a autonomia para o planejamento, captação de recursos alternativos e execução de obras habitacionais que contemplem as particularidades regionais, como urbanização de favelas<sup>5</sup> e assentamentos precários, construção de moradias novas por mutirão e autogestão, apoio à autoconstrução, intervenções em cortiços<sup>6</sup> e outras habitações em áreas no centro das cidades (FERNANDES, 2009).

Nos dezessete anos entre a extinção do BNH (1986) e a criação do Ministério das Cidades (2003) o Brasil passou por diversas experimentações<sup>7</sup>, para estabelecer uma postura de enfrentamento do problema habitacional, apoiada na transferência de atribuições para os Estados e Municípios, que assumiam o papel de interlocutores das organizações populares e quantificação das demandas sociais, embora estivessem pouco articuladas por decorrência da falta de uma política nacional (BONDUKI, 2008; FERNANDES, 2009).

Nabil Bonduki (2008) associa a criação do Ministério das Cidades à discussão sobre o conceito de moradia digna proporcionada pelo Projeto “Moradia”, quando em maio/2000 foram reunidos profissionais da área, representantes dos movimentos sociais e dos setores

---

<sup>4</sup> A Constituição Federal, no artigo 23 e § 9.º, dispõem: ser competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios promover programas de construção de moradias e a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico.

<sup>5</sup>Favelas: aglomerados de domicílios autoconstruídos em terrenos de propriedade alheia, em geral constituídos de muitas moradias dispostas de forma desordenada e carentes de serviços públicos essenciais.

<sup>6</sup>Cortiços: habitações coletivas, constituída por edificações subdivididas em pequenos cômodos e com instalações sanitárias de uso comum dos moradores dos diversos cômodos

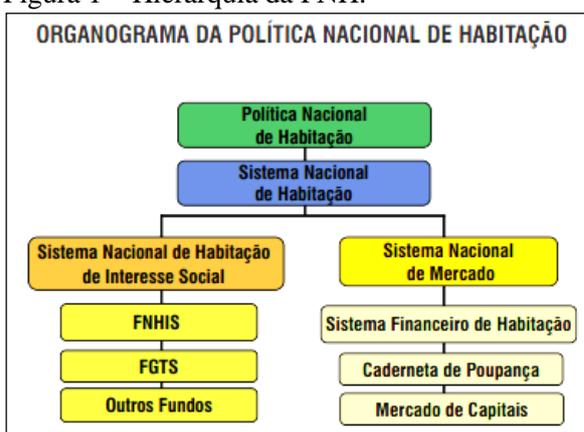
<sup>7</sup> Nesta fase, surgem, ao lado de intervenções tradicionais, programas que adotam pressupostos inovadores como desenvolvimento sustentável, diversidade de tipologias, estímulo a processos participativos e auto gestãoários, parceria com a sociedade organizada, reconhecimento da cidade real, projetos integrados e a articulação com a política urbana. Esta postura diferenciava-se claramente do modelo que orientou a ação do BNH e com estes pressupostos emergem programas alternativos (BONDUKI, 2008).

empresariais para discutir e propor soluções concretas para as necessidades habitacionais no Brasil<sup>8</sup>.

O recente Ministério das Cidades incorporou as áreas de habitação, saneamento ambiental, política de ordenação territorial, transporte urbano e trânsito. Na qualidade de gestor, desenvolve a coordenação articulada de toda política urbana e habitacional abrangendo os Estados, Municípios, Movimentos Sociais, Setores Privados e demais segmentos com o interesse na melhoria das cidades<sup>9</sup>. Sua missão prevê o combate às desigualdades sociais e a ampliação do acesso à moradia, ao saneamento e ao transporte transformando as cidades em espaços humanizados e dignos. Nessa nova estrutura política, passa a ser o principal agente do Sistema Nacional de Habitação (Figura 1), responsável pela elaboração do Plano Nacional de Habitação e pela homologação de regras gerais para o financiamento urbano e habitacional, cabendo a Caixa Econômica Federal a operação dos recursos financeiros (BRASIL, 2012).

Na atual configuração, os agentes da política habitacional estão subordinados a diferentes ministérios; por exemplo, a elaboração do Plano Nacional de Habitação é responsabilidade do Ministério das Cidades, mas a administração de recursos financeiros é uma particularidade da Caixa Econômica Federal – CEF que, por vez, está subordinada ao Ministério da Fazenda. Isso de certa forma é sentida como uma dificuldade operacional, porém estimula os critérios de avaliação e fiscalização.

Figura 1 – Hierarquia da PNH.



Fonte: Ministério das Cidades (2010, p.22).

O Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social – SNHIS, instituído pela Lei Federal nº 11.124 de 16 de junho de 2005, objetiva a implementação de políticas e programas que

<sup>8</sup> O censo de 2000 aponta o déficit habitacional do País de 7.222.645 moradias, representando 16,1% do total (AZEVEDO, 2007).

<sup>9</sup> Os setores da sociedade estão representados no Conselho das Cidades (CONCIDADES) instituído em 2003.

promovam o acesso à moradia digna para a população de baixa renda. O SNHIS centraliza todos os programas e projetos destinados à habitação de interesse social que estejam integrados ao Ministério das Cidades, ao Conselho Gestor do Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social, a Caixa Econômica Federal, a Órgãos e Instituições da Administração Pública direta e indireta dos Estados, Distrito Federal e Municípios, ao Conselho das Cidades e outros que tem relação com às questões urbanas e habitacionais, assim como as entidades privadas que desempenham atividades na área habitacional e agentes financeiros autorizados pelo Conselho Monetário Nacional.

Na mesma Lei nº 11.124/2005, foi instituído o Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social – FNHIS, que a partir de 2006 centraliza os recursos orçamentários dos programas de Urbanização de Assentamentos Subnormais e de Habitação de Interesse Social, inseridos no SNHIS. A composição desse fundo tem origem nos recursos do Orçamento Geral da União – OGU, do Fundo de Apoio ao Desenvolvimento Social – FAS, recursos de empréstimos externos e internos, contribuições e doações de pessoas físicas ou jurídicas, entidades e organismos de cooperação nacionais ou internacionais e outras receitas de operações realizadas com recursos do FNHIS.

Os recursos do FNHIS destinam-se por lei à aquisição; construção; conclusão; melhoria; reforma; locação social e arrendamento de unidades habitacionais; à produção de lotes urbanizados para fins habitacionais; à regularização fundiária e urbanística de áreas de interesse social; ou a implantação de saneamento básico; infraestrutura e equipamentos urbanos complementares aos programas de habitação de interesse social.

Com a criação do Plano Nacional de Habitação – PNH e do SNHIS, os programas federais foram divididos em dois eixos de atuação: (a) Urbanização de Assentamentos Precários e (b) Produção Habitacional.

Dos Relatórios Anuais de Avaliação do Plano Plurianual do Ministério das Cidades relativo aos anos 2004 a 2011 foi construída a Tabela 1 com os principais resultados do item “Habitação de Interesse Social”.

Tabela 1 – Principais resultados da Habitação de Interesse Social, período de 2004 a 2011.

RELATÓRIO REFERÊNCIA	PRINCIPAIS RESULTADOS		
	DESCRIÇÃO	FAIXA DE RENDA	NÚMEROS
Plurianual 2004-2007 (Ano base 2005)	FACCP	Até cinco salários mínimos	251.832 famílias beneficiadas
	PAR	Até seis salários mínimos	13.991 famílias beneficiadas
	PAR	Até quatro salários mínimos	20.000 famílias beneficiadas
	CH	Até três salários mínimos	12.707 famílias beneficiadas
Plurianual 2004-2007 (Ano base 2006)	FACCP	Até cinco salários mínimos	222.700 famílias beneficiadas
	PAR	-----	40.247 famílias beneficiadas
	FHCAP	Até três salários mínimos	4.390 famílias beneficiadas
	SUR		21.492 famílias beneficiadas
Plurianual 2004-2007 (Ano base 2007)	FGTS - PAINU	Até cinco salários mínimos	175.584 famílias beneficiadas
	PAR	-----	1.677 empreendimentos
	ACS	Rendimentos até R\$ 1.050,00	5.655 famílias beneficiadas
Plurianual 2008-2011 (Ano base 2008)	FPFCC	Até cinco salários mínimos	125.815 famílias beneficiadas
	EPHIS	-----	161 planos
	PHIS	-----	2.796 famílias beneficiadas
Plurianual 2008-2011 (Ano base 2009)	PHIS	-----	7.245 famílias beneficiadas
	PAR	Até cinco salários mínimos	143.740 famílias beneficiadas
	FPFCC		133.498 famílias beneficiadas
	FPFCS		1.781 famílias beneficiadas
	FPFCC		37.422 famílias beneficiadas
Plurianual 2008-2011 (Ano base 2010)	PAR	Até cinco salários mínimos	331.569 famílias beneficiadas
	PHIS		631 planos
	FPFCC		268.899 famílias beneficiadas
	FPJCH		51.430 famílias beneficiadas
Plurianual 2008-2011 (Ano base 2011)	PHIS	Até cinco salários mínimos	536 famílias beneficiadas
	FPFCC		272.566 famílias beneficiadas
	PAR		800 famílias beneficiadas
	FPJCH		76.050 famílias beneficiadas

**Legenda:** FACCP - Financiamento para aquisição ou construção da casa própria; PAR - Programa de Arredamento Residencial; CH - Construção Habitacional; FHCAP - Financiamento habitacional para cooperativas e associações populares; SUR - Subsídio a unidades habitacionais; FGTS-PAINU - Aplicações de Recursos do FGTS para a produção/aquisição de imóveis novos e usados; ACS - Ação Crédito Solidário; FPFCC - Financiamento a pessoas físicas (Carta de Crédito); EPHIS - Elaboração de Planos Habitacionais de Interesse Social; PHIS - Provisão Habitacional de Interesse social; FPFCS - Financiamento a Pessoas Físicas Organizadas em Cooperativas e Associações Populares (Crédito Solidário); FPJCH - Financiamento a Pessoas Jurídicas para Construção Habitacional (Apoio à Produção)

Fonte: Relatórios Ministério das Cidades (2004 a 2011).

Os números da Tabela 1 referentes a Carta de Crédito, Arrendamento Residencial, Financiamento de Pessoas Jurídicas para Construção de Moradias e Provisão Habitacional juntos, beneficiam 2.484.320 famílias.

Com relação à pesquisa de Satisfação dos Beneficiários aparece grafado nos Relatórios Anuais de Avaliação do Plano Plurianual do Ministério das Cidades ano base 2008, 2009 e

2010 que não é realizada por diversas dificuldades<sup>10</sup> de acesso e, no relatório ano base 2011 o tema não é mencionado.

## **2.1 PAC - Urbanização de Assentamentos Precários**

O Programa de Aceleração do Crescimento – PAC foi lançado em janeiro de 2007, com o propósito de alavancar o crescimento econômico, aumentar os postos de emprego e a melhorar as condições de vida da população brasileira. Para alcançar os objetivos são praticadas um conjunto de medidas para incentivar o investimento privado, aumentar o investimento público em infraestrutura e remover os obstáculos ao crescimento originados nas atividades burocráticas, administrativas, normativas, jurídicas e legislativas (MINISTÉRIO DA CIDADES, 2010, p. 12).

O PAC está organizado em cinco blocos: (a) Investimento em Infraestrutura, (b) Melhora do Ambiente de Investimento, (c) Medidas Fiscais de Longo Prazo, (d) Desoneração e Aperfeiçoamento do Sistema Tributário e (e) Estímulo ao Crédito e ao Financiamento.

Destaque para Infraestrutura Social e Urbana<sup>11</sup>, que é um dos três eixos estratégicos do bloco Investimento em Infraestrutura, cujo objetivo é desenvolver de forma sustentável os setores produtivos ligados à habitação, promovendo um ambiente favorável ao crescimento e a universalização dos benefícios econômicos e sociais a todas as regiões do país.

Compreende-se como assentamento precário as inúmeras situações de inadequação habitacional e de irregularidade fundiária que constituem as formas predominantes de moradias de baixa renda no Brasil: cortiços, favelas, loteamentos irregulares<sup>12</sup> e conjuntos habitacionais inacabados e/ou degradados<sup>13</sup>. A Urbanização de Assentamentos Precários deve ser entendida

---

<sup>10</sup> As dificuldades para avaliar são diferentes em cada ação. As operações como o FGTS se caracterizam por operações individualizadas, realizadas por diversas Instituições Financeiras. Quanto ao Programa de Arrendamento Residencial (PAR) que compõe as operações do PMCMV (renda familiar de até 3 salários mínimos) a Secretaria Nacional de Habitação (SNH) contratou consultoria para o desenvolvimento de ações de monitoramento e avaliação, cujos instrumentos já foram produzidos (incluindo a questão da satisfação dos beneficiários) que deveriam ser aplicados em 2011 (MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO, 2011). O apoio à Provisão Habitacional de Interesse Social, à execução da obra e à indicação da demanda é feita de forma descentralizada, pelo poder público local. Não existe pesquisa nacional que agregue informações da satisfação dos beneficiários (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2010).

<sup>11</sup> A Infraestrutura Social e Urbana contempla os programas de universalização da energia elétrica (Luz para Todos), saneamento, habitação, metrô e recursos hídricos (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2010).

<sup>12</sup> Loteamento irregulares: apropriação de terreno que não possui autorização do poder público, onde são autoconstruídas habitações sem planejamento adequado de ruas, praças, escolas, posto de saúde, presença de lotes urbanos de diversos tamanhos, sem respeito as áreas de risco e preservação ambiental.

<sup>13</sup> Conjuntos habitacionais construídos pelo poder público que se acham degradados por falta de manutenção ou porque sua execução foi incompleta, com reais necessidades de intervenções para a reabilitação e adequação.

no contexto da garantia do direito à cidade promovendo qualidade ambiental, integração a infraestrutura urbana instalada e a equipamentos públicos, no propósito de superação das desigualdades sociais no Brasil.

As intervenções aos assentamentos precários abrangem: (a) implantação de infraestrutura básica, que inclui a rede elétrica, iluminação pública, redes de água, esgoto, drenagem pluvial e adequações na coleta de lixo; (b) eliminação das situações de risco geotécnico como deslizamentos de encostas, desmoronamentos e redução significativa da frequência de inundações; (c) adequação do sistema viário de forma que o assentamento esteja integrado a malha urbana existente; (d) recuperação ambiental e arborização de áreas impróprias ao uso residência e comercial; (e) apoiar melhorias de habitações existentes e (f) construção de novas unidades habitacionais e espaços comunitários.

O processo operacional do PAC–UAP é formado por conjunto de órgãos administrativos e financeiros: (a) Casa Civil e a Secretaria de Relações Institucionais da Presidência da República tem a função de coordenação central; (b) Ministério das Cidades a gestão geral; (c) Caixa Econômica é responsável pela operação financeira; (d) BNDES figura como agente financeiro; (e) Administração Pública dos Estados, Distrito Federal ou Municípios assumem a qualidade de proponentes e agentes executores e (f) as famílias atendidas compõem os beneficiários finais.

As tomadas de decisões sobre qual metodologia seguir nas intervenções aos assentamentos precários, necessitou a formação de parceria entre Governo Federal, o Investidor Privado e os entes federativos: Estados e Municípios. Após a discussão sobre as prioridades para as intervenções, em geral, realiza-se a elaboração do Plano Local de Habitação e concomitante inicia-se o processo para a Regularização Fundiária e o Trabalho Social.

Cabe ao Plano Local de Habitação a realização do estudo geral das condições do assentamento, considerando as potencialidades da área e o custo benefício de cada ação a ser implementada, respaldado na análise de resultados de experiências de intervenções anteriores, considerações de órgãos do poder público correlacionados a programas de urbanização, política urbana e meio ambiente.

A Regularização Fundiária está dividida em duas etapas: (a) regularização patrimonial, assegurando juridicamente a propriedade ou a posse caracterizada por título devidamente registrado em Cartório de Registro de Imóveis e (b) a regularização urbanística que é a adequação do assentamento à legislação urbana e ambiental.

O Trabalho Social divide-se em duas dimensões: (a) estabelecimento de mediações sociais, por meio de mecanismos que garantam a formação de Comissões de Acompanhamento de Obras – CAO(s) que são compostas por representantes das famílias beneficiárias e (b) fomento do desenvolvimento socioeconômico das comunidades, por meio de ações educativas e de enfrentamento das vulnerabilidades diagnosticadas.

A Ministra do Planejamento, Orçamento e Gestão, Miriam Belchior, em 10/05/2013 apresentou as ações do PAC para o desenvolvimento do Pará no período de 2011-2014, que contemplam os setores de transporte (R\$ 3.688.100,00), energia (R\$ 31.216.400,00), casa melhor (R\$ 606.300,00), comunidade cidadã (R\$ 454.900,00), PMCMV (R\$ 4.477.300,00) e água e luz para todos (R\$ 2.529.800,00). Ao total deverão ser investidos R\$ 42.972.800,00.

Na análise dos contratos acordados na Fase 1 do PAC–UAP para o Estado do Pará, foram encontradas 120 intervenções distribuídas em 62 municípios. Das quais, 10 intervenções (8,3%) configuram a contratação de assistência técnica; 34 (28,3%) a projetos de urbanização; 46 (38,3%) a construção do plano local de habitação de interesse social; 29 (24,1%) a provisão habitacional e 1 (0,8%) a requalificação de imóvel. O investimento total dessa Fase, equivale a R\$ 665.846.649,27 com origem nos recursos da OGU e dos municípios (SECRETARIA NACIONAL DE HABITAÇÃO, 2013).

## **2.2 Programas Minha Casa Minha Vida**

As políticas de fortalecimento da economia, regulações de mercado, incentivo ao crescimento e as intervenções políticas/administrativas direcionadas ao setor habitacional formaram no Brasil um cenário propício ao surgimento, em 2009, do Programa Minha Casa Minha Vida – PMCMV, que tem no objetivo central a promoção de diferentes estratégias que favoreçam a aquisição de moradias, por meio da concessão de crédito associado (ou não) a subsídios (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2010).

O PMCMV pode ser dividido em duas fases:

(1) Contratação de um milhão de moradias para famílias com renda até dez salários mínimos distribuídas em todo o Brasil, nesta fase, o total do recurso inicial foi de R\$ 34 bilhões divididos em 82,3% para programas de subsídios, 14,7% para infraestrutura e 2,9% para a cadeia produtiva.

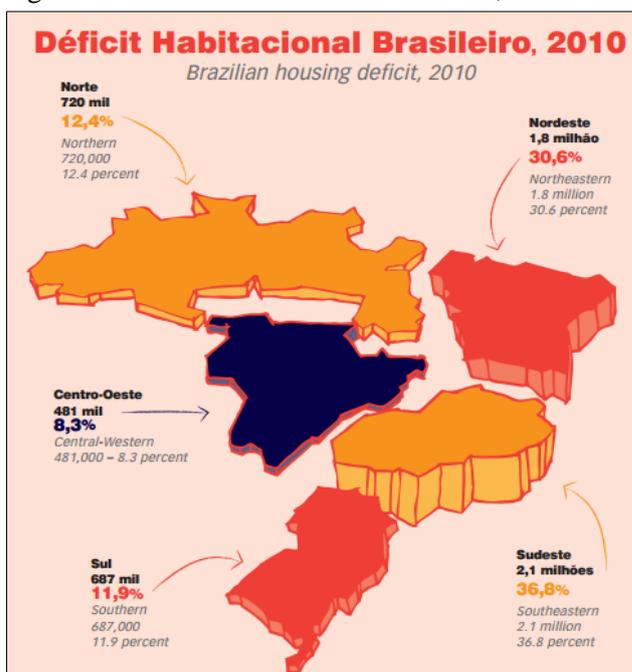
(2) A etapa atual foi lançada com meta de atingir 2 milhões de unidades até 2014. Para equacionar a prestação da casa própria com a capacidade de pagamento da família mutuária,

foram estabelecidas as diretrizes: (a) a primeira prestação só seria paga com a entrega do imóvel, pagamento opcional de entrada, redução do risco do financiamento com o Fundo Garantidor, barateamento do seguro e desoneração fiscal e de custos cartoriais e (b) ajustamento dos valores de faixas de renda<sup>14</sup>, ampliação de metas e desígnios, ampliação do atendimento as família com renda até R\$ 1.600,00 e melhoramento das especificações das unidades habitacionais.

As modificações para a segunda fase, estão correlacionadas com os resultados do Censo Demográfico de 2010, em especial o índice do déficit habitacional de 5,8 milhões de unidades que representava 10,1% do total de domicílios no país (Figura 2).

As análises com respeito a situação socioeconômica, tipos de habitação, custo de locação e condições das moradias expressas no déficit habitacional revelaram que 72% são de famílias com renda até três salários mínimos<sup>15</sup>; 42% são famílias que compartilham do mesmo domicílio; 35% são famílias com renda até três salários mínimos, que comprometem mensalmente em média, 30% da renda com aluguel residencial e 23% dos domicílios então configurados como habitações precárias. Do déficit habitacional total, 83% (equivalente a 4,8 milhões) dos domicílios então situados na zona urbana e 17% (equivalente a um milhão) na zona rural.

Figura 2 – Déficit Habitacional Brasileiro, ano base 2010.



Fonte: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (2011).

<sup>14</sup> Segmentação faixa de renda: Faixa 1 – famílias com renda até R\$ 1.600,00, Faixa 2 – famílias com renda até R\$ 3.275,00 e Faixa 3 – famílias com renda até R\$ 3.275,01 e R\$ 5.000,00.

<sup>15</sup> Na ocasião da redação o salário mínimo era de R\$ 510,00.

Atualmente, as famílias que desejam participar do Programa Minha Casa, Minha Vida precisam estar enquadradas em uma das faixas de renda pré-definidas como Faixa 1, Faixa 2 ou Faixa 3, que não possuam casa própria ou financiada em qualquer unidade da federação e/ou qualquer outro benefício anterior de natureza habitacional do Governo Federal.

A seleção das famílias é responsabilidade das Prefeituras Municipais, portanto as famílias interessadas devem realizar cadastro na sede da Administração Municipal, mais precisamente na Secretaria Municipal de Ação Social.

Na Faixa 1, os recursos podem ser acionados por cinco modalidades: Empresas, Entidades, Municípios pequenos com até 50 mil habitantes, FGTS e Programa Nacional de Habitação Rural – PNHR.

Quando empresas são licitadas para atender as famílias com renda até R\$ 1.600,00 são acionados os recursos do FAR, com a maior parte do subsídio provendo do OGU, a parcela que o mutuário deverá arcar mensalmente não pode ultrapassar 5% da sua renda mensal, resultando na prestação mínima de R\$ 25,00 e máxima de R\$ 80,00. Mas, quando as famílias se organizam em cooperativas, associações ou outra entidade sem fins lucrativos habilitadas pelo Ministério das Cidades, neste caso o recurso provém apenas do OGU, o valor das prestações também não podem ultrapassar 5% da renda do mutuário. Em ambas as situações da Faixa 1 não são cobradas taxas de juros.

Para as Prefeituras dos municípios com até 50 mil habitantes que não estejam em regiões metropolitanas das capitais, o OGU arca com o subsídio total, com possibilidade de não ser cobrada a contrapartida dos beneficiários.

O PNHR Grupo 1, destinado a agricultores familiares e trabalhadores rurais com renda anual até R\$ 15.000,00, o OGU é a fonte dos subsídios, dos quais 4% do valor recebido pelo beneficiário deverá ser devolvido, dividido em quatro parcelas anuais, sem juros e sem atualização monetária, com o vencimento da primeira parcela após um ano da assinatura do contrato.

Para os beneficiários da Faixa 1 do PMCMV não são cobrados seguros, no entanto estão garantidos a cobertura por morte ou invalidez permanente e danos físicos do imóvel; dependendo da região o valor do imóvel pode alcançar até R\$ 96.000,00 com auxílio maior que 90%.

Na Faixa 2 e Faixa 3 os recursos também são originários do OGU aportado ao FAR e ao Fundo de Desenvolvimento Social – FDS e do FGTS, porém o diferencial está no reembolso e

na redução dos subsídios concedidos que acarretam maiores valores de parcelas, encargos e a contratação de seguros como o Fundo Garantidor da Habitação – FGHab<sup>16</sup>.

Pelo menos, duas linhas desse Programa são consideradas positivas: (a) o combate do déficit habitacional com a inserção de condições sólidas para a contratação de unidades habitacionais destinadas as famílias com baixa renda e (b) o aquecimento da economia por meio da geração de renda e emprego correlacionadas com as atividades de produção de imóveis.

As ações do PMCMV relacionadas a Infraestrutura Social e Urbana (Fase 1 e 2) estão presentes em 128 municípios do Pará, priorizando projetos para abastecimento de água, saneamento, urbanização de assentamentos precários, pavimentação e prevenção em áreas de risco.

O PMCMV Fase 1 no Pará, referente as contratações até 31/12/2012 envolveram 172 empreendimentos, distribuídos em 77 municípios. Dos quais, 131 (76,1%) referem-se a Faixa 1; 6 (3,5%) a Faixa 2 e 35 (20,3%) a Faixa 3. Somando as unidades residenciais entre os empreendimentos da Fase 1 do PMCMV são 31.074 unidades contratadas. Destas, 24.217 unidades (77,9%) são para oferta as famílias que se enquadram na Faixa 1 do programa; 946 unidades (3%) para as famílias da Faixa 2 e 5.911 unidades (19,1%) para as famílias da Faixa 3. O investimento<sup>17</sup> total operacional da Fase 1 do PMCMV equivale a R\$ 1.370.826.720,80 com contrapartida de R\$ 11.717,71. As unidades entregues até 31/12/2012 somam 14.175 unidades que corresponde a 45,6% do total de unidades contratadas para o Pará nessa Fase. (SECRETARIA NACIONAL DE HABITAÇÃO, 2013).

---

<sup>16</sup> O FGHab cobre os casos de morte ou invalidez permanente, danos físicos do imóvel e financiamento de prestações não quitadas por perda temporária de renda.

<sup>17</sup> Origem dos recursos da Faixa 1 estão distribuídas entre as modalidades: FAR (47 empreendimentos), Oferta Pública (83 empreendimentos) e Entidades (1 empreendimento). A origem dos recursos da Faixa 2 e Faixa 3 correspondem a modalidade CCFGTS com 6 e 35 empreendimentos, respectivamente.

## Capítulo 3 – DESCARGAS ELÉTRICAS

Para conceituar descarga elétrica é preciso compreender os termos individualmente. O termo descarga significa o mesmo que descarregar, denota os sentidos de disparar e libertar. Por vez, o termo elétrico (ou elétrica) é relativo à eletricidade, nome dado a forma de energia, que age por meio de forças de atração ou repulsão (FERREIRA, 2009). Logo, o evento descarga elétrica pode ser compreendida como a liberação de eletricidade.

Para a melhor compreensão do evento serão considerados dois tipos de descarga elétrica: (a) Descarga Atmosférica e (b) Descarga Não Atmosférica.

### 3.1 Descargas atmosféricas

Segundo Rakov e Uman (2003), a descarga atmosférica (raio) consiste em uma intensa descarga elétrica na atmosfera caracterizada por um fluxo de corrente impetuosa de alta intensidade e curta duração.

#### 3.1.1 Do mito a explicação científica

As civilizações antigas não dispunham de mecanismos apropriados para compreender cientificamente o processo natural de formação dos raios, mas essa condição não as impediu de perceber o poder avassalador e o exuberante espetáculo proporcionado por esse evento extremo da natureza. Na ausência de uma explicação científica, foi atribuído aos eventos de raios características divinas, na configuração de armas e/ou dons que os Deuses usavam para impor superioridade (PEREIRA, 2010); (PINTO JUNIOR, 2005).

Fique bem claro, que o mito não pode ser considerado como asneira ou atitude irracional, pelo contrário ele é uma primeira tentativa da inteligência humana para colocar ordem nas coisas que aparentam desordem. Os mitos assumiram, em muitos momentos, a forma de narrativas místicas/religiosas, das quais, várias culturas valeram-se para explicar, entre outros, a existência da natureza e da humanidade (SEVERINO, 1999).

Por todo o planeta, em vários períodos históricos, foram sendo elaboradas crendices e/ou adotadas práticas de proteção contra raios, intrinsicamente ligadas aos costumes locais e algumas delas perduram até aos dias de hoje.

Na Europa, há pouco tempo atrás, era comum portar uma lasca de uma “pedra de raio” para se proteger dos raios, baseada na crendice que um raio não cai no mesmo lugar duas vezes,

então, quem carregasse consigo uma “pedra de raio” estaria protegido (VISACRO FILHO, 2005). No Brasil, principalmente entre as populações menos favorecidas, em geral idosos, algumas práticas, baseadas em observações de regularidades ou não, são repetidas durante as tempestades severas, como: (a) o ato de cobrir espelhos com pano no momento das tempestades; (b) dependurar em janelas e portas cruzeiros feitos de palha de coqueiro; (c) pronunciar rezas e ladainhas; (d) desligar aparelhos elétricos; (e) não tomar banho de chuva e (f) não portar instrumentos metálicos durante as tempestades. Práticas, que de certa forma, tem contribuído para a prevenção de acidentes (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002).

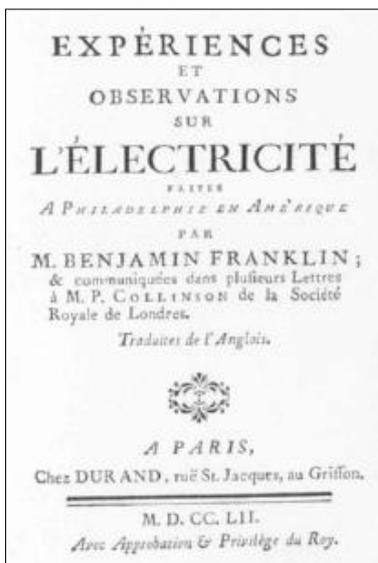
O filósofo grego Aristóteles (384-322 a.C.) é autor do primeiro registro que descreve conclusões baseadas em observações, para explicar a origem dos raios. Em sua obra “*Meteorology*” (350 a.C.), postulou que as nuvens são oriundas do encontro entre massas de ar quente e frio, que os trovões têm origem nas colisões entre elas e que o raio era provocado pelo sopro de calor procedente do interior das nuvens, que quando inflamado gerava um fogo fino e letal (ARISTÓTELES 350 a.C. apud STEVENSON, 2000).

É possível perceber, que mesmo não entendendo cientificamente o princípio elétrico dos raios, determinadas pessoas tinham noção de que algo acontecia no interior de nuvens específicas e, que sobre condições especiais um ‘fogo’ podia escapar e chegar ao solo, capaz de gerar prejuízos à vida e à propriedade; então buscavam proteção dentro de suas possibilidades.

O norte-americano Benjamin Franklin (1706-1790), homem do iluminismo, acreditava que o homem podia dominar a natureza e seus estudos foram de grande valia para o estudo da eletricidade em geral e em particular a atmosférica.

A mais famosa de suas experiências, relacionada a eletricidade atmosférica, foi realizada em 1752 (Figura 3). Durante uma tempestade, empinou uma pipa de seda com o barbante ligado a um pedaço seco de seda (fator isolante) e a uma chave (fator condutor). Franklin segurava o pedaço seco da seda. Se tudo corresse bem o barbante encharcado proporcionaria um caminho mais fácil para a descarga elétrica e ele constataria faíscas na chave, assim estaria provada a natureza elétrica dos raios, pois o fio condutor estava conectado a um eletrômetro. E, foi exatamente o que ocorreu; com muita sorte Franklin não sofreu nenhum acidente e comprovou que as nuvens de tempestades produzem eletricidade (SABA, 2001).

Figura 3 – Capa do texto que descreve a experiências e observações realizado por Benjamin Franklin sobre a eletricidade.



Fonte: Engelmann; Großmann (2013, p.12).

Na Europa, um grupo de pesquisadores realizou outro experimento que consistia na introdução de uma haste metálica no alto de uma montanha para verificar a ocorrência de faíscas. Esse experimento, foi realizado em vários locais do território francês entre os meses de Maio e Junho: (a) Thomas-François Dalibard (1703-1779) o realizou em Marly la Ville; (b) M. Delor o realizou em Paris e em Saint Germain (Maio e Junho, respectivamente); (c) Georges-Louis Leclerc (1707-1788), conde de Buffon, o realizou em Montbard e (d) Loius Guillaume Lemonnier (1717-1799) o realizou em Saint Germain.

O físico Jacques de Romas (1713-1776), também francês, destaca-se na literatura por ter conseguido comprovar, por repetidos experimentos, que a atmosfera apresentava energia elétrica mesmo na ausência de tempestades (BERGER, 2011). Vale ressaltar, que outros pesquisadores da eletricidade atmosférica não foram bem sucedidos e morreram na ocasião das experiências, como foi o caso do russo Georg Richmann (1711-1753) que foi eletrocutado em Petersburg (GUEDES, 2003).

Os estudos e observações experimentais de Franklin o levaram a idealizar o primeiro dispositivo científico de proteção, conhecido como para-raios, ainda muito utilizado atualmente. A contribuição de Franklin foi importante também para a definição de conceitos, entre os quais, estão as considerações de Franklin sobre a existência de cargas positivas e negativas (VISACRO FILHO, 2005); (FRANKLIN, 1963).

Com o avanço do desenvolvimento científico e a definição dos conceitos de plasma, ionização e eletromagnetismo foi possível realizar experiências mais seguras que provaram de

vez a natureza elétrica dos raios, seguidas por explicações coerentes sobre processos de formação das descargas atmosféricas e outros eventos relacionados como relâmpagos e trovões. Entretanto, persistem até hoje divergências conceituais sobre alguns temas, como o processo de eletrificação das nuvens, confirmada pela existência de muitas teorias, com suporte experimental, que explicam as etapas da eletrificação as quais, estão organizadas basicamente em duas escalas espaciais: microscópica e macroscópica. Mas, sem a existência de uma teoria unificada, capaz de satisfazer todas as explicações anteriores (VISACRO FILHO, 2005).

Existe consenso na literatura que o planeta Terra apresenta um comportamento eletromagnético ativo e indispensável ao equilíbrio natural, para geração das condições favoráveis à vida. Os raios acontecem a todo o momento em todas as partes do mundo. Algumas com mais volume de densidade que outras, fato que está fortemente relacionado com as variáveis espaciais e físicas de cada região (ROCHA et al, 2010).

### 3.1.2 O processo de formação das descargas atmosféricas

As descargas atmosféricas podem ter origem na eletrificação das nuvens do tipo *Cumulonimbus* – Cb, em erupções vulcânicas, em tempestades de areia e em detonações de bombas termonucleares no solo.

A possibilidade de descarga atmosférica na Amazônia está vinculada as nuvens de tempestades do tipo Cb, que são basicamente formadas por água em estado gasoso, consequência das correntes ascendentes de ar quente, provocadas pelo aquecimento da atmosfera devido aos raios solares que evaporam a água na superfície tornando-a mais leve que o próprio ar (nas condições normais ao nível do mar). De forma que, ao subir e, condensam em gotículas de água formado uma massa visível suspensa, geralmente branca por efeito do espalhamento da luz (SABA, 2001).

Para a formação das descargas atmosféricas são necessárias que as partículas nas nuvens estejam fortemente eletrizadas. Várias teorias procuraram descrever o fenômeno da eletrificação, considera-se, aqui, a explicação na escala microscópica.

Pereira (2010) explica, que a eletricidade estática é produzida por componentes das nuvens de tempestade em formação, por meio das violentas colisões ocasionadas pelas correntes convectivas ascendentes e descendentes no interior da nuvem, produzidas pela energia do sol. As gotículas de água são elevadas, resfriando-se e atingindo um estado de superesfriamento e a formação de cristais de gelo. Da colisão desses cristais com as gotículas

de água supercongelada, cargas elétricas são geradas: os cristais de gelo perdem elétrons, tornando-se positivos e as gotículas de água supercongeladas ganham elétrons tornando-se negativas. Neste momento, visualmente, a nuvem é densa e escura; geralmente na forma de bigorna, diferenciada por dois pólos distintos predominantemente, positivo no topo e negativo na base. Nisso, um campo elétrico é formado e as descargas intra-nuvem podem ser percebidas pelo clarão peculiar (relâmpago).

Esta nuvem, com base carregada negativa induz ao solo, sob sua sombra, a ter acumulação de cargas com mesma magnitude e sinal contrário, favorecendo grande diferença de potencial e conseqüentemente elevado campo elétrico. No instante, que o campo elétrico interno das nuvens atinge valores superiores à rigidez dielétrica do ar (3MV/m), provoca uma descarga que liberam os elétrons que passam a procurar o melhor caminho em direção ao solo. Quando o líder escalonado<sup>18</sup> está a certa distância do solo, unir-se a uma descarga elétrica chamada “conectante” formando o canal do raio (VISACRO FILHO, 2005). Então, o observador em solo, percebe a incidência de um raio, caracterizado por um fino canal de plana (2 a 5cm de diâmetro) que desprende forte clarão. A corrente elétrica pode ultrapassar a 30 mil Ampères e existe registros de voltagem entre 100 milhões a 1 bilhão de Volts (SABA, 2001). Instantes depois, é ouvido o trovão que tem origem no aquecimento do ar no canal de plasma formado pelo raio que explode em uma onda de choque, quebrando a barreira do som (PEREIRA, 2010).

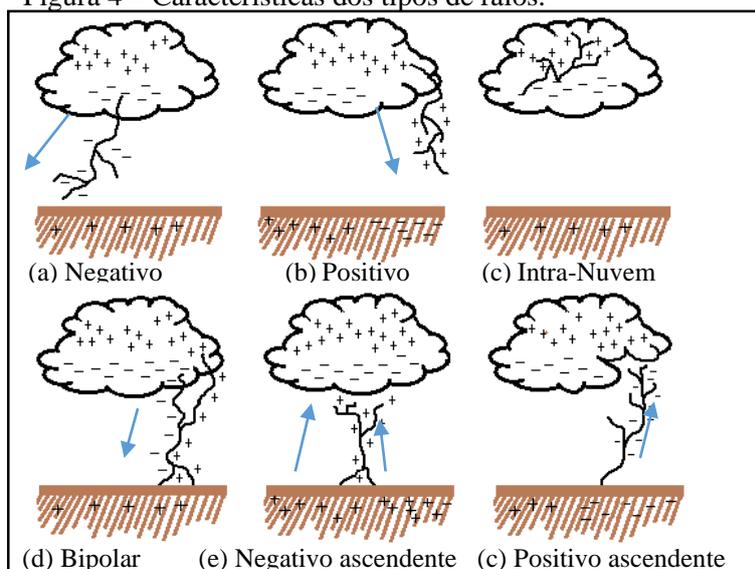
### 3.1.3 Classificações das descargas atmosféricas

Os raios foram classificados pelas singularidades de (a) percurso da carga: intra-nuvem, entre nuvens, nuvem-ionosfera, nuvem-solo, solo-nuvem, nuvem-ar e raio bola; (b) direção do canal de carga precursor: ascendente e descendente e (c) sinal da carga transferida: positiva, negativa e bipolar (RAKOV; UMAN, 2003). Na Figura 4 estão exemplificadas algumas características dos tipos de raios negativos, positivos, intra-nuvem, bipolar, negativo e positivo ascendente.

---

<sup>18</sup> Percorre um caminho tortuoso em etapas de 10 a 100m com duração de  $1\mu s$ . O líder escalonado transporta 10 ou mais Coulombs de carga com corrente de algumas centenas de Ampères. Em geral o líder escalonado ramifica-se ao longo do percurso, embora na maioria dos eventos apenas um ramo faz a conexão com o líder ascendente positivo, próprio da descarga conectante (HYPERPHYSICS, 2013); (PEREIRA et. al, 2008).

Figura 4 – Características dos tipos de raios.



Fonte: Adaptada de Rakov; Uman (2003, p.5).

### 3.1.4 Métodos e experiências para mecanismos de proteção

Além de contribuir na realização de várias experiências, os pesquisadores consagraram o termo ‘Descargas Atmosféricas’. Porém, quanto às técnicas inovadoras para prevenção e proteção poucas mais foram indicadas, além das apontadas por Benjamin Franklin no século XVIII (VISACRO FILHO, 2005).

Assim, o conhecido para-raios de Franklin é constituído por um captor vertical construído com uma haste de metal ligada a terra por um fio condutor de cobre. Na extremidade superior existe uma coroa com quatro pontas, coberta por tungstênio, capaz de suportar o forte calor provocado pela descarga elétrica.

Os raios que mais oferecem riscos são os que tocam o solo; os nuvem-solo negativos representam 70% a 90% das ocorrências de descargas atmosféricas em relação aos solo-nuvem positivos, dependendo da região e do solo estudados. Na região equatorial estatísticas apresentam valores entre 50% e 60% (PEREIRA, 2010).

Com foco no aperfeiçoamento dos equipamentos de proteção de pessoas, sistemas elétricos e outras propriedades existem estratégias modernas para estudo do comportamento físico das descargas atmosféricas: (a) Monitoramento de chuvas e tempestades, (b) Detecção de descargas atmosféricas e (c) Raios induzidos.

#### 3.1.4.1 Monitoramento de chuvas e tempestades

A partir de 2009, o Brasil integra o Programa de Medida Global de Precipitação, parceria com a França, Índia e as agências espaciais Americana e Japonesa (NASA e JAXA, respectivamente), que conta com o suporte de medição de chuvas e tempestades<sup>19</sup> por satélites, armazenamento de dados e configuração de cenários, que auxiliam planejamentos estratégicos em diversas áreas como geração de energia elétrica, sistemas de alerta de acidentes naturais, gestão de águas e desenvolvimento da agricultura (AGÊNCIA BRASIL, 2009).

Os mais modernos equipamentos para o monitoramento meteorológico envolvem sofisticados sistemas orbitais, estações terrestres de recebimento, armazenamento, análise e sobreposição dos dados que utilizam *softwares* computacionais, que são submetidos a constantes avaliações e melhoramentos (ESPAÇO BRASILEIRO, 2009).

A partir de 2011, o grupo ELAT do INPE capturam, utilizando câmeras de alta resolução, imagens coloridas em alta definição das incidências de raios no Brasil. As imagens compõem um banco de dados que possibilita avaliar com detalhes os impactos dos raios sobre estruturas como torres e linhas de transmissão.

#### 3.1.4.2 Detecção de descargas atmosféricas

Os primeiros sistemas de detecção de descargas atmosféricas surgiram em 1920. Eram formados por sensores com um par de espiras ortogonais para medir os pulsos magnéticos na faixa de frequência oscilante em 10 kHz, conhecidos como *sferics*. Nessa faixa de frequência, a tendência é o registro de medidas de pulsos de radiação das descargas de retorno, no instante do encontro do raio descendente com o ascendente (VISACRO FILHO, 2005).

Em 1960, foi criada a técnica Tempo de Chegada, obtido a partir da comparação de vários instantes registrados por diferentes sensores em posicionados em diversas distâncias da incidência de descarga.

Atualmente, a tecnologia GPS (*Global Positioning System*), contabiliza esses registros na ordem de dezenas de microssegundos, esse método tem sido utilizado nas frequências VLF (*Very Low Frequency*) na faixa de 3-30 KHz, LF (*Low Frequency*) na faixa de 30-300 KHz e VHF (*Very High Frequency*) na faixa de 30-300 MHz.

---

<sup>19</sup> As chuvas e as tempestades, entre outras funções, são reguladoras de calor no planeta.

Em 1970, foi desenvolvido o método Interferometria, mais usado na faixa VHF, onde são usados pelo menos dois pares de antenas do tipo dipolo, de um mesmo sensor, com arranjo ortogonal, para medir a localização dos pulsos (em azimute ou elevação) através da diferença de fase da radiação registrada pelo sistema.

Existem sensores que utilizam apenas uma técnica, como aqueles que operam em apenas uma faixa de frequência e, outros mais versáteis que utilizam várias técnicas de localização simultânea e/ou operam em mais de uma faixa de frequência. Destaque para os sensores IMPACT (*Improved Accuracy Using Combined Technology*) e SAFIR (*Surveillance et al. erte Foudre par Interférométrie Radioélectrique*), ambos desenvolvidos na década de 1990. O primeiro mede a componente elétrica e a magnética da radiação na faixa LF e utiliza técnicas de direção magnética e tempo de chegada. O segundo, além de empregar a técnica da interferometria em VHF, mede a componente elétrica na faixa LF e usa a técnica de tempo de chegada para diferenciar relâmpagos e raios e ainda, definir a polaridade e a magnitude máxima das correntes de retorno.

Em 2004, estes sensores foram integrados, dando origem ao novo sensor LS8000. A detecção de raios no Brasil é realizada pela RINDAT (Rede Integrada Nacional de Detecção de Descargas Atmosférica), fruto da cooperação técnico-científica de iniciativa privada e governamental, que mapeia os estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo, Minas Gerais, São Paulo, Goiás, parte do Mato Grosso do Sul, Paraná, parte de Santa Catarina e, ainda sensores estrategicamente localizados em Mato Grosso e Rio Grande do Sul. Com tecnologia LPATS - Sistema de Localização e Rastreamento de Raios e MDF - Localização da Direção Magnética, operando com GPS (PINTO JUNIOR, 2005).

Segundo Dentel (2013) a detecção de raios, é realizada com no mínimo quatro sensores que captam a radiação eletromagnética das descargas elétricas e são transmitidas na forma de pulsos para a central de processamento, que lê e interpreta os dados com a utilização de *softwares*. Seguidamente, os dados são armazenados em um banco de informações e disponibilizado para a análise de parceiros.

Conforme Pereira (2010), a RDR – SIPAM, no período de 2006 a 2010, fazia a detecção de raios na Amazônia Oriental, com objetivo de coletar dados, para dar suporte à área de meteorologia, estudos de eventos extremos, suporte à operação de empresas de *utilities* (empresas elétricas, de telecomunicações e águas), apoio a defesa civil, base para pesquisa de eletricidade atmosférica e outros usuários governamentais. Essa rede era composta por sensores

do tipo LPATS IV, usando um esquema de detecção hiperbólico baseado na diferença de tempo de chegada (ATD) e com uma resolução GPS de 50ns.

Atualmente, a STARNET – Rede Zeus faz a detecção de raios do tipo nuvem-solo e solo-nuvem na Amazônia.

#### 3.1.4.3 Raios induzidos

Para fins de calibração de dados experimentais e teste da resistência de materiais elétricos de diversos fins, como: transmissão de energia elétrica, construção de aeronaves, utilizados na indústria e engenharia de proteção, são realizadas experiências, onde o pesquisador induz a ocorrência de um ou vários raios em um ponto pré-determinado e, equipamentos sensíveis de medição são devidamente instalados, para registrar as características das descargas, a intensidade da corrente, do campo eletromagnético e outras variáveis necessárias à pesquisa. Uma técnica utilizada é o lançamento de foguete, com a aproximadamente um metro de comprimento, levando consigo um rolo de fio condutor diretamente ao núcleo da nuvem carregada; neste caso o fio atua como um para-raios provocando uma ou mais descargas elétricas (SABA, 2001).

Destaca-se, a experiência realizada na Amazônia, fruto da cooperação de mais de 30 cientistas do Brasil e do exterior. O Primeiro Experimento de Raios Induzidos na Amazônia ocorreu em 2008, com a finalidade de balizar os dados coletados pelos 12 detectores de raios que o SIPAM tinha instalado no Pará, Maranhão e Tocantins e ainda, subsidiar a fabricação de sistemas de proteção das distribuidoras de energia elétrica e rede de telefonia. Ressalta-se que, a tecnologia utilizada nesse experimento foi 100% nacional (CENSIPAM, 2012).

A maneira mais moderna da indução de raios consiste em direcionar pulsos de raios lasers para o interior da nuvem tipo Cb. O primeiro experimento foi realizado no Novo México, em 2008, quando se consegue provocar raios precursoros no interior das nuvens, entretanto na época o filamento de plasma foi de curta duração e não permitiu caminho para o raio até o solo. Contudo, o experimento foi considerado bem sucedido e um ponto inicial para melhoramento da técnica (APOLO11.COM, 2008).

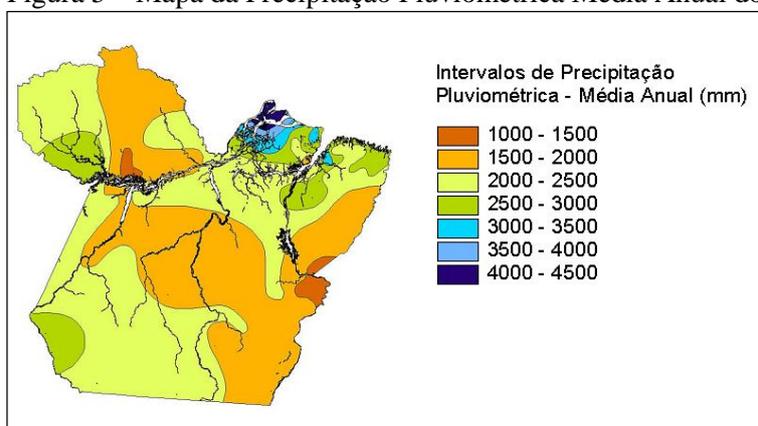
### 3.1.5 Produções acadêmica sobre descargas atmosféricas na região Amazônica

Amazônia Legal, antes conhecida como Amazônia Brasileira, foi instituída pela Lei 1.806, de 6 de janeiro de 1995. Está composta por nove estados brasileiros e cobre uma área de aproximadamente 5.217.423km<sup>2</sup>, chegando a quase 60% do território brasileiro. Com o clima típico Equatorial Úmido (quente e úmido), ocorrem na região, altas taxas de precipitação que oscilam em torno de 2.500mm anuais, contribuindo para a temperatura ambiente que se mantém em torno de 25°C (RAISG, 2009).

O Pará, pertence à Amazônia Legal, abrange uma área de 1.247.954, 666 km<sup>2</sup>, é o segundo estado em extensão territorial do Brasil. Está dividido em 144 municípios. Nos dados do IBGE, censo 2010, o Pará tem 7.581.051 habitantes, com 1.393.399 pessoas residindo em Belém (capital do estado), correspondendo a 18, 4% do geral.

De acordo com os dados normais climatológicos do Brasil 1961-1990, o Pará possui precipitação alta variando entre 1450mm a 2850mm (Figura 5). A maior distribuição pluviométrica é percebida entre os meses de dezembro a maio (OLIVEIRA et al, 2006).

Figura 5 – Mapa da Precipitação Pluviométrica Média Anual do Pará.



Fonte: Oliveira et al (2006).

Diversos trabalhos sobre Descargas Atmosféricas na Amazônia têm sido desenvolvidos, sobretudo nas últimas décadas. A maioria refere-se ao conhecimento das características peculiares dos raios na troposfera amazônica e os efeitos nos sistemas elétricos, por exemplo: (a) Campos Elétricos e Magnéticos Produzidos (1996); (b) Efeitos Detectados das Descargas no Sistema de Distribuição de Energia Elétrica em torno de Belém (1996); (c) A Estatística das Distribuições Espaciais e Temporais dos Eventos, Intensidade e Polaridades (1997) (1998) (1999); (d) Estimativas de Precipitação a partir de Correlações com a Frequência de Ocorrências das Descargas Detectadas (1997); (e) Correlações com Desligamentos no Sistema Telefônico de Belém (1998); (f) Características de Raios Nuvem-Solo na Amazônia Oriental:

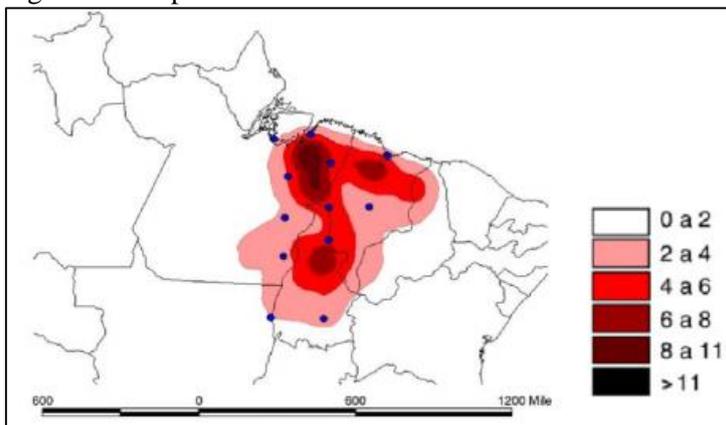
Subsídios para Proteção de Sistemas Elétricos (2009); (g) Elementos de Sensores de Eletricidade Atmosférica (2010), (7) Parâmetros de Interesse para Planejamento Estratégico de Sistemas de Proteção de Linhas de Transmissão (2011) e Modelagem de Sistema de Detecção de Descargas Atmosféricas na Amazônia (2013) (ROCHA et al, 2010); (PEREIRA, 2010); (SÁ, 2011).

Segundo Rocha et al, (2008), a máxima frequência de raios observada no leste da Amazônia apresenta-se nos horários UTC de 14h, 15h e 17h em São Luís, Belém e Tucuruí, respectivamente e, 19h e 24h em Paragominas. Ressalva para Belém que apresenta o pico de frequência de raio de três horas antes do máximo de chuvas.

Souza (2010) diz que incidem aproximadamente 12,5 milhões de descargas elétricas sobre a superfície do Pará a cada ano, igualando-se a atividade cerâmica encontrada nas montanhas de Minas Gerais, nas florestas africanas do Congo e países do sudeste Asiáticos onde são registradas as maiores densidades de raios no mundo. Fato que remete a preocupação no reforço dos métodos de segurança elétrica para pessoas e propriedades.

Na Figura 6 estão representadas as zonas de altas densidades de raios registradas pela RDR-SIPAM na Amazônia, abrangendo o nordeste do estado do Pará, estado do Maranhão e Tocantins (ALMEIDA et al, 2013 apud DENTEL, 2013)

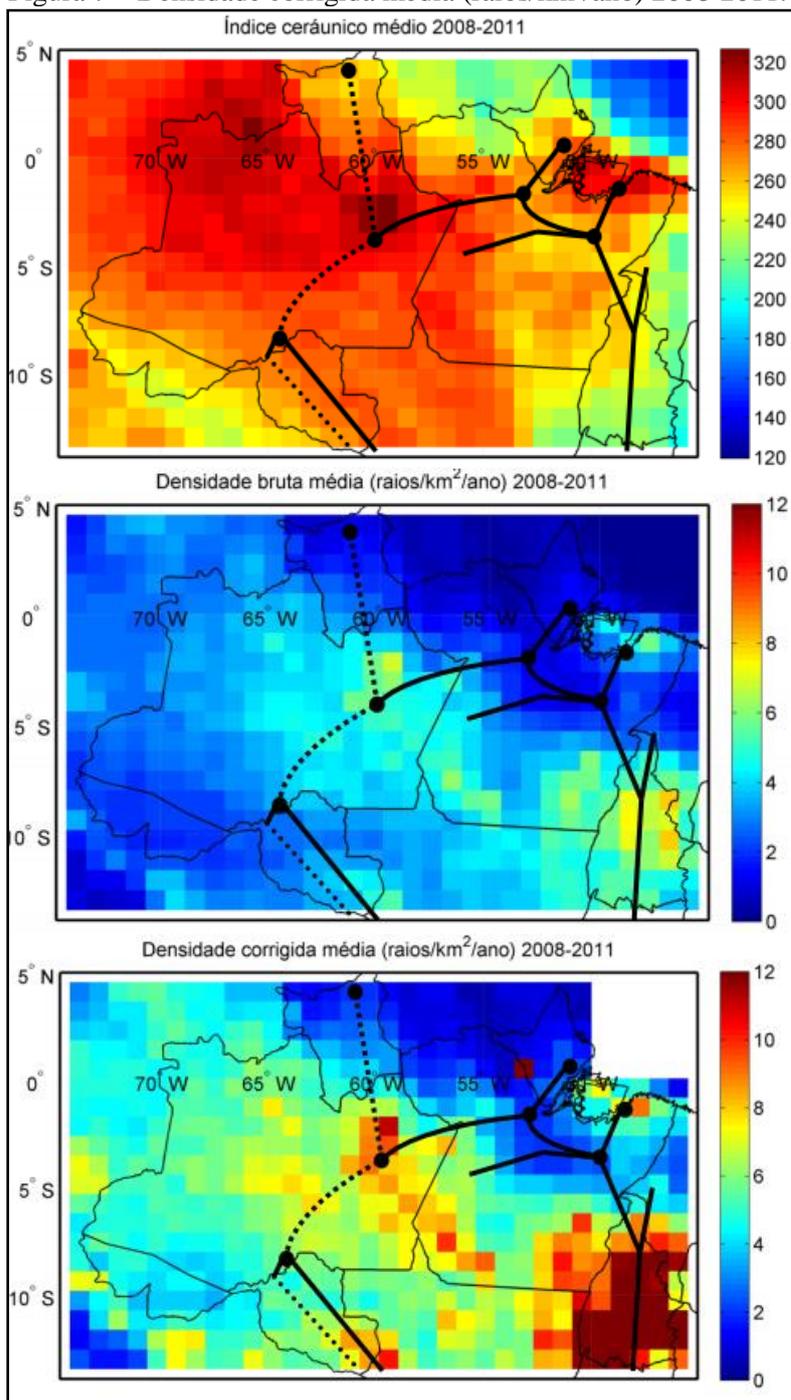
Figura 6 – Mapa da densidade de ocorrência de raios detectados pela RDR – SIPAM, eventos/km<sup>2</sup>/ano.



Fonte: Dentel (2013. p.30).

O estudo realizado por Dentel (2013) culminou na construção de um modelo de uniformização para a detecção de raios na Amazônia e a partir dos dados registrados pela rede STARNET e que forneceu mapas de índice cerâmico e de densidade de raios uniformizados para a região Amazônica. Confirma que os padrões de densidade mudam com os fenômenos climáticos e, que as de Belém, Manaus e Tocantins apresentam sempre anomalias de densidade de raios positivos (Figura 7).

Figura 7 – Densidade corrigida média (raios/km<sup>2</sup>/ano) 2008-2011.



Fonte: Dentel (2013, p.186-187).

Santos (2014) analisou os dados de detecção de raios acumulados pela STARNET referente ao ano de 2010 e desenvolveu uma malha corrigida para frequência de raios nos municípios de Belém, Ananindeua e Marituba (Figura 8) obtendo o valor médio de 16 raios/km<sup>2</sup>/ano para a região do estudo.

Figura 8 – Ocorrência de raios em 2010. (a) Ocorrência não corrigida, (b) Ocorrência corrigida e (c) Diferença entre (a) e (b).

495	864	1174	1318	800	1362	1827	2099	305	498	653	781
594	911	1178	1402	948	1496	1986	2255	354	585	808	853
574	856	1163	1411	896	1362	1857	2160	322	506	694	749
619	848	1076	1375	936	1277	1602	2019	317	429	526	644
832	1116	1104	1138	1252	1637	1612	1624	420	521	508	486
1289	984	1017	1333	1844	1413	1396	1845	555	429	379	512
(a)				(b)				(c)			

Fonte: Santos (2014. p. 65).

### 3.2 Descargas não atmosférica

Considera-se aqui, descargas não atmosféricas as descargas elétricas provenientes de atividades relacionadas com as operações de geração, transmissão, distribuição e consumo de energia elétrica. Caracterizados por curtos-circuitos, arcos elétricos e choques elétricos.

#### 3.2.1 Um pouco da história

Na Grécia Antiga, século VII a. C., o filósofo natural Tales de Mileto descobre que ao atritar um pedaço de âmbar<sup>20</sup> na pele de carneiro, este passava a atrair pequenos pedaços de palha. Paralelamente na Ásia Menor, é descoberto que um pedaço de rocha podia atrair pequenos pedaços de ferro. Mesmo com essas observações importantes, o tema foi esquecido por um longo período histórico (cerca de 20 séculos).

Em 1550 (Século XVI), Gerolamo Cardano escreveu “*De Subtilitate*”, no qual analisava as diferenças entre força elétrica e força magnética. Desse século em diante, vários estudos sobre eletricidade, experimentos e dispositivos foram criados, realizados e discutidos por várias personalidades, como:

<sup>20</sup> Âmbar é um material resultado do processo de fossilização de resinas orgânicas (derivadas de plantas) que apresenta características semelhantes aos dos minerais, mas não possui composição química uniforme própria de um mineral (SILVA et al, 2002).

- William Gilbert, em 1600 publica “*De Magnete*” explicando que outros materiais, além do âmbar, podiam adquirir a propriedade de atrair outros corpos, atribuindo o nome de força elétrica.
- Otto Von Guericke em 1660, inventa a primeira máquina eletrostática.
- Robert Boyle em 1675, divulga as observações das forças elétricas se propagando no vácuo.
- Stephen Gray em 1729, diferencia materiais condutores e não condutores.
- Luigi Galvani em 1780, descobre que as pernas de um sapo morto, sobre uma placa metálica, sofriam contração quando eram tocadas com o bisturi.
- Alessandro Volta em 1800, inventa a primeira pilha.
- André Ampère em 1820, inventa o solenoide e demonstra que condutores percorridos por correntes elétricas desenvolvem forças de atração e repulsão.
- George Simon Ohm em 1827, descobre a relação entre corrente, tensão e resistência em um condutor elétrico.
- Michael Faraday em 1833, com o invento rotação eletromagnética comprova a teoria de Wollaston<sup>21</sup> e possibilitou a invenção do motor elétrico.
- Samuel Morse em 1837 inventou o telégrafo, aparelho para comunicação à distância que funcionava com fios e eletricidade.

A partir de 1879, quando Thomas Edison apresentou a lâmpada incandescente, a eletricidade ganhou aplicação popular. A partir desse evento muito se fez e se faz para manter os padrões confiáveis de geração, transmissão e distribuição de eletricidade.

Nos dias atuais, é tão comum o uso da eletricidade que muitas vezes o perigo é ignorado, ao contrário do século XIX onde o risco de eletrocussão foi o pivô para a “guerra das correntes”<sup>22</sup>. A melhor maneira de prevenir acidentes elétricos sem abandonar o conforto que essa forma de energia proporciona, está em conhecer as particularidades da eletricidade e assim, estabelecer a cultura da prevenção.

---

<sup>21</sup> É atribuído a Wollaston ser o primeiro cientista a observar a produção de corrente elétrica em meios condutores utilizando as baterias eletroquímicas (ORNELLAS, 2006).

<sup>22</sup> Poucos se lembram do debate em si, mas as personagens são ainda bem conhecidas. De um lado, Thomas Edison e a General Electric, **defendiam** o transporte e sistemas de distribuição de energia baseados em tecnologia CC; do outro, Nikola Tesla e a Westinghouse, que **defendiam** a tecnologia CA (ASEA BROWN BOVERI Ltd, 2014, grifo do autor).

### 3.2.2 Tensão, Corrente e Potência Elétrica

A eletricidade não é visível, sabe-se da sua presença por meio dos efeitos, como: calor, luz e o choque elétrico. Os efeitos da eletricidade são possíveis mediante a relação entre as grandezas de Tensão, Corrente e Potência Elétrica.

A eletricidade gerada nas usinas elétricas chega as tomadas das residências por condutores que possuem elétrons livres. Para o movimento ordenado desses elétrons é aplicada uma força, chamada Tensão Elétrica. E esse movimento ordenado dos elétrons livres forma a Corrente Elétrica. Em homenagem aos grandes colaboradores do estudo da eletricidade, a unidade de medida da Tensão Elétrica é o Volt (V) e a unidade de medida da Corrente Elétrica é o Ampère (A).

A Potência Elétrica é a intensidade que o trabalho elétrico está sendo realizado, ou seja, a intensidade dos efeitos do uso da eletricidade. Por exemplo, a corrente elétrica sustenta uma lâmpada acesa, que ilumina e aquece, a Potência Elétrica equivale a magnitude do brilho da luz e do calor sentido, quanto maior o brilho e o calor, mais potente é a lâmpada. Sendo assim, para haver Corrente Elétrica é necessária uma Tensão Elétrica, gerada a partir da diferença de potencial (potência) entre os dois polos do circuito. A Potência Elétrica também chamada Potência Aparente é formada pela: (a) Potência Ativa: parcela da Potência Elétrica efetivamente transformada em trabalho, a unidade da Potência Ativa é o Watt (W) e (b) Potência Reativa: parcela transformada em campo magnético, necessário ao funcionamento de motores, transformadores, reatores entre outros, a unidade da Potência Reativa é o VAR.

### 3.2.3 Tipos de descarga não atmosférica

A descarga não atmosférica pode ser: Ultra Alta Tensão (UAT) com valores de tensão acima de 765kV; Extra Alta Tensão (EAT) maior que 230kV e menor ou igual a 765kV; Alta Tensão (AT) maior que 35kV e menor ou igual a 230kV; Média Tensão (MT) maior que 1kV e menor ou igual a 35kV e Baixa Tensão (BT) com valores de tensão abaixo de 1000V (BEZERRA, 2012)

Arco elétrico (Figura 9) é uma descarga elétrica entre eletrodos que rompem a resistência de um fluido isolante (ar) produzindo uma descarga de plasma, que tem uma queda de tensão junto ao cátodo 10V, provocando uma corrente mínima de 100mA (MODENESI, 2007).

Figura 9 – Arco Elétrico.

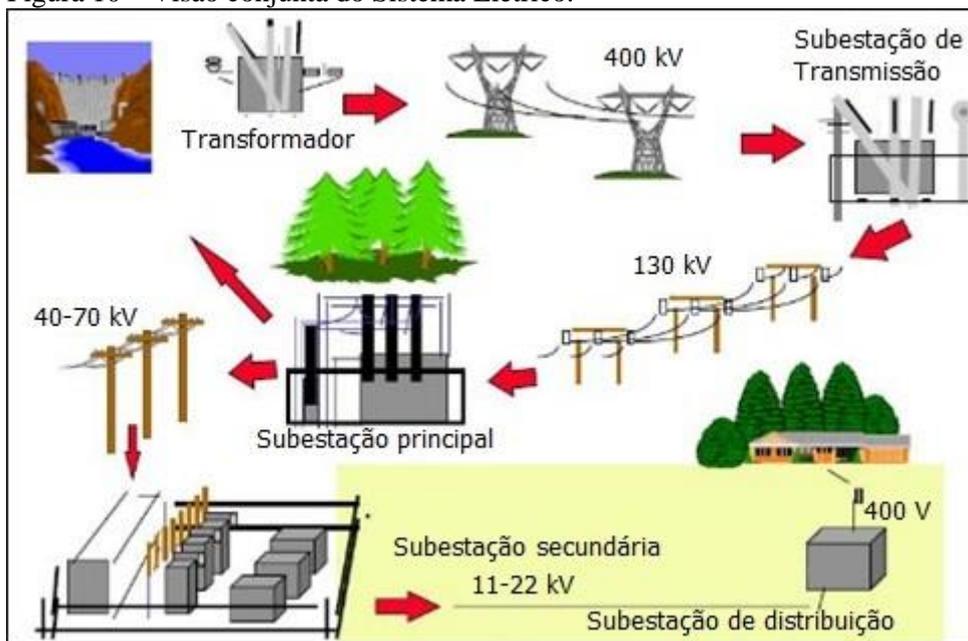


Fonte: OUTERSPACE (2013), C&K (2013).

### 3.2.4 Instalações Elétricas em Baixa Tensão

O esquema da Figura 10 mostra que o sistema elétrico geral abrange a produção (geração), transmissão e distribuição.

Figura 10 – Visão conjunta do Sistema Elétrico.



Fonte: Bezerra (2012, p. 4).

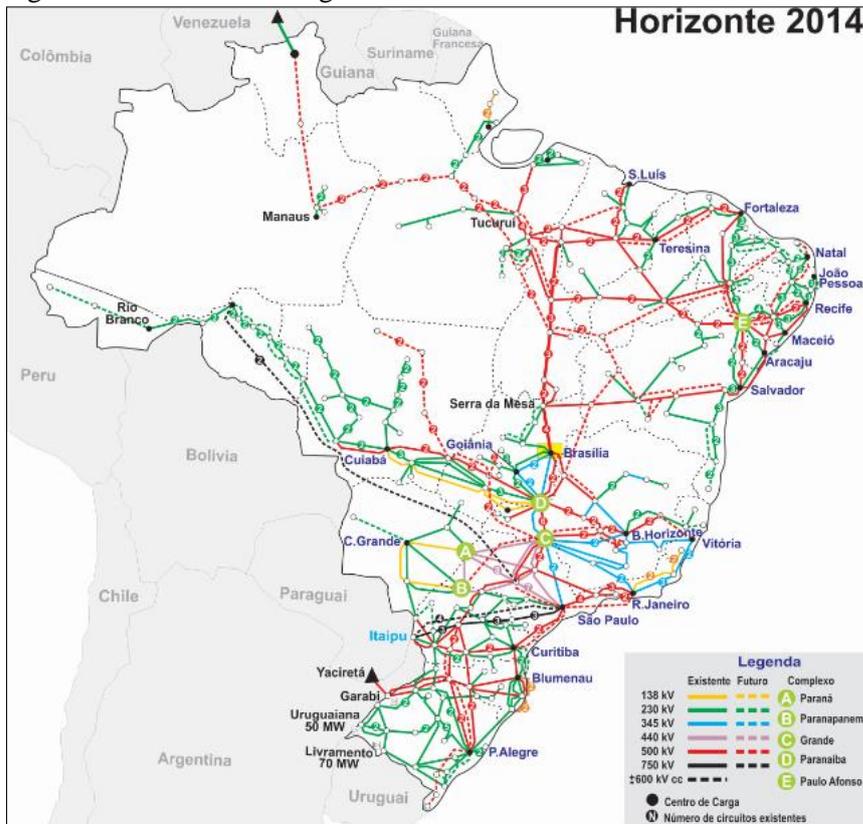
Para entender os mecanismos de proteção é necessário saber situar a instalação elétrica no sistema elétrico a partir da geração até o consumo em baixa tensão. A regulamentação das instalações elétricas em baixa tensão está contida na norma NBR 5410:2004 da ABNT e os procedimentos para a segurança no trabalho na NR 10 (GOMES, 2012).

No Brasil a energia gerada para atender o Sistema Interligado Nacional - SIN (representado na Figura 11) é trifásica, alternada e com frequência de 60 Hz. A produção compreende a geração

industrial de energia elétrica que pode ser obtida por meio da energia potencial da água (geração hidrelétrica), dos combustíveis (geração termoeletrica), dos ventos (geração eólica), dos raios solares (geração solar), da fissão do urânio (geração nuclear), do calor no interior do planeta Terra (geração geotérmica) e dos mares (geração marítima) (BEZERRA, 2012).

A transmissão compreende o transporte da energia elétrica gerada até os centros consumidores. As tensões mais frequentes nas linhas de transmissão em corrente alternada ocorrem com 69 kV, 138kV, 230 kV, 400 kV e 500 kV (BEZERRA, 2012).

Figura 11 – Sistema Interligado Nacional Horizonte 2014.



Fonte: Operador Nacional do Sistema Elétrico (2014).

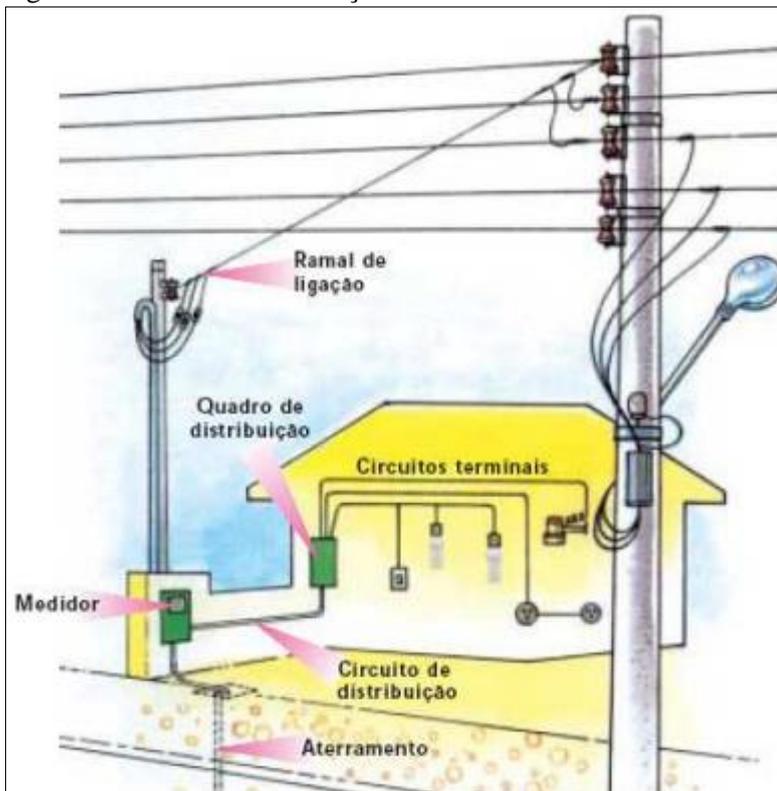
A distribuição ocorre nos centros de utilização da energia elétrica como cidades, indústrias, bairros e vilas. A subestação abaixadora é o início do processo de distribuição e final do sistema elétrico, nela a tensão a tensão de transmissão é transformada para valores padronizados nas redes de distribuição primária, por exemplo, 11kV, 13,2kV, 15kV e 34,5kV. As redes de distribuição primária e secundária, em geral são trifásicas e as ligações aos consumidores classificam-se pela necessidade de carga<sup>23</sup>, como: monofásica (em geral até 4kW), bifásica (em geral entre 4 e 8kW), trifásica (em geral maior que 8kW) (GOMES, 2012).

<sup>23</sup> As concessionárias possuem normas para definir as faixas de cargas monofásica, bifásica ou trifásica.

O projeto de instalações elétricas em baixa tensão pode ser dividido em categorias: (a) Residencial (único e coletivo), (b) Comercial e (c) Industrial.

Na Figura 12 é representado o esquema de distribuição de baixa tensão, ressaltando que a partir de 27/04/1967, está regulamentada entrada única para os circuitos de luz e força<sup>24</sup>, por meio da Portaria 84 do Departamento Nacional de Águas e Energia do Ministério de Minas e Energia.

Figura 12 – Rede de distribuição de baixa tensão.



Fonte: Gomes (2012, p.3).

#### 3.2.4.1 Projeto de instalações elétricas em baixa tensão

O projeto elétrico consiste na antecipação detalhada da solução, encontrada pelo profissional eletricitista, capaz de satisfazer determinado objetivo. A viabilidade (técnica e econômica), a elucidação e grau de detalhamento não podem ser menosprezados; são estes que definem a qualidade do projeto (FERREIRA, 2010).

Portanto, o projeto elétrico pode ser entendido como a representação escrita da instalação com todos os detalhes, localização dos pontos para utilização de energia elétrica, divisão em

<sup>24</sup> Luz é todo circuito destinado unicamente a fins de iluminação ou pequenos motores monofásicos (geladeiras, máquinas de lavar, aparelhos eletrodomésticos, ventiladores etc.). Força é a todo circuito destinado à força motriz, aquecimento, solda ou outros fins industriais. Em edifícios residenciais, usamos força nas bombas, elevadores, incineradores etc. É quase sempre trifásica.

circuitos, dispositivos de manobra e proteção, comandos, caminho e seção dos condutores e eletrodutos, carga individual por circuito e total.

O projeto elétrico é um resultado da interação entre o profissional eletricitista<sup>25</sup>, cliente e entidades normalizadoras; portanto está sujeito a constantes revisões com fins (ou não) de alterações na fase de projeto ou de execução. Qualquer alteração deve ser analisada, aprovada pelo projetista e registrada em órgãos reguladores.

Considerando que os projetos têm prazo de execução e custos de implantação previamente definidos, qualquer alteração na fase de execução do projeto poderá implicar em desperdício de recursos materiais, humanos e tempo. O que justifica o cuidado extra com a elaboração sempre abalizado pela sustentabilidade, ética, moral, custo/benefício e segurança (FERREIRA, 2010).

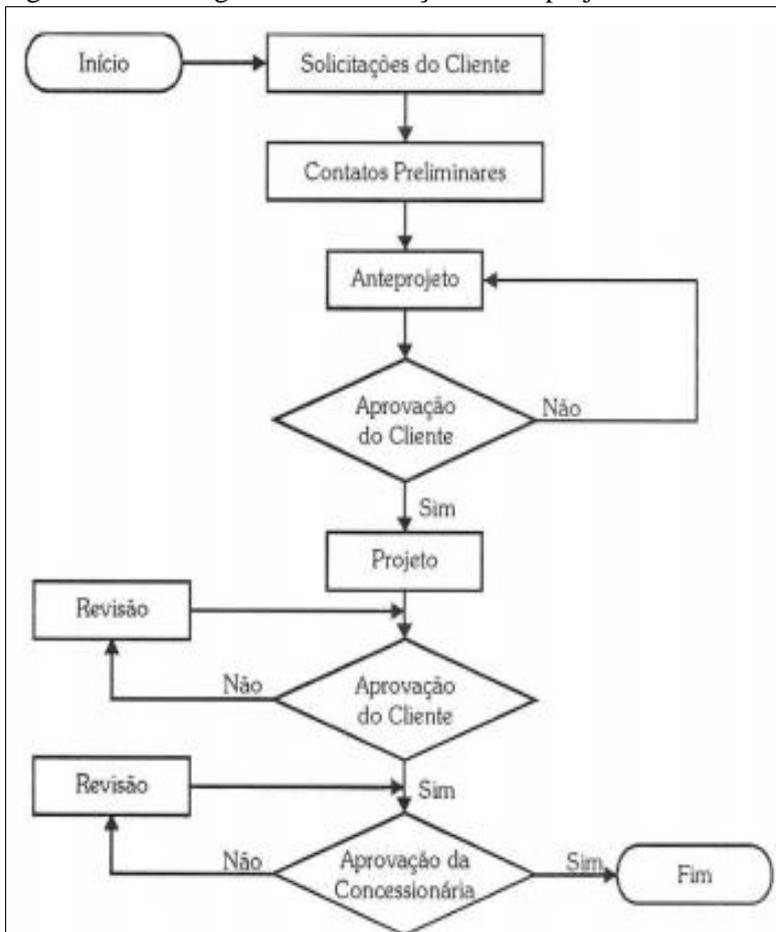
Está na incumbência de um projeto:

- Cadastro na Anotação de Responsabilidade Técnica – ART;
- Carta de solicitação de aprovação à concessionária;
- Memorial descritivo (identificação, dados quantitativos, descrição geral e documentação);
- Memorial de cálculo (cálculo da demanda, dimensionamento dos condutores, eletrodutos e dispositivos de proteções);
- Plantas (planta de posição, de pavimentos e de estrutura);
- Esquemas verticais (esquema de prumadas para condutores elétricos);
- Quadros (quadros de distribuição de cargas, diagramas multifilares ou unifilares e geral, diagramas de força e comando dos motores);
- Detalhes (entrada de serviço, caixa seccionadora, centros de medição, caixas de passagem, aterramentos, etc.);
- Convenções;
- Especificações técnicas (tipos de materiais);
- Lista de materiais e
- Fluxograma da Elaboração (descrito na Figura 13).

---

<sup>25</sup> Entre outras particularidades, o profissional eletricitista, deve estar registrado no Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia – CREA que confere ao profissional a habilitação necessária, especificando as áreas e limites das atribuições profissionais.

Figura 13 – Fluxograma da elaboração de um projeto elétrico.



Fonte: Gomes (2012, p. 17).

Para leitura universal do projeto elétrico foi padronizado um conjunto de símbolos gráficos regidos pela ABNT por meio da NBR 5444 (Símbolos gráficos para instalações prediais) e da NBR 14100 (Proteção contra incêndio – Símbolos gráficos para projeto). A normatização geral das instalações elétrica no Brasil é regida pela NBR 5410: Instalações Elétricas de Baixa Tensão e as normas técnicas da concessionária local da execução do projeto.

De forma geral, os projetos elétricos devem conter, no mínimo, os critérios de: (a) acessibilidade a todos os pontos de carga, dispositivos de manobras e proteção para eventuais manutenções; (b) flexibilidade e reserva de carga para acréscimos de carga no futuro e/ou pequenas adequações e (c) confiabilidade no atendimento as normas técnicas e garantia de segurança ao bom funcionamento dos componentes do sistema e a integridade física das pessoas usuárias.

## Capítulo 4 – SEGURANÇA CONTRA DESCARGAS ELÉTRICAS

### 4.1 Efeitos fisiológicos da eletricidade

Os perigos da manipulação da eletricidade mais recorrentes estão relacionados com o choque elétrico e curtos-circuitos (disseminadores de incêndios). O choque elétrico é consequência da passagem da corrente elétrica por um corpo orgânico. Os curtos-circuitos ocorrem com o aumento repentino da tensão no circuito elétrico, por sub dimensionamentos de condutores, eletrodutos, disjuntores (etc.) e/ou má qualidade de materiais, equipamentos e aparelhos elétricos. O calor excessivo do curto-circuito pode provocar incêndios.

Uma forma de compreender os perigos da eletricidade e saber de seus efeitos (LOURENÇO et al., 2007):

- (a) Efeito Joule – produção de calor, resultado das colisões dos elétrons livres com os átomos dos condutores durante o fluxo de corrente elétrica (HALLIDAY et al., 2004).
- (b) Efeito luminoso – conversão da energia elétrica em energia radiante gerada pela corrente elétrica fluindo em meio gasoso ou superaquecendo filamento apropriados como de tungstênio sem a presença de oxigênio (BRAGA, 2014).
- (c) Efeito eletroquímico – corrente elétrica quando circula em soluções eletrolíticas produz ação química como o depósito de materiais em sólidos (PIETROCOLA et al., 2010).
- (d) Efeito eletromagnético – existe uma interação natural entre a eletricidade e o magnetismo. A passagem da corrente elétrica por um condutor gera um campo magnético perpendicular ao sentido da corrente (PIETROCOLA et al., 2010).
- (e) Efeito fisiológico – refere-se a passagem da corrente elétrica por organismos vivos, cuja intensidade varia com a natureza da corrente (AC ou CC), tempo de exposição e resistência do corpo.

Segundo Lourenço et al., (2007), o choque elétrico possui três elementos fundamentais: parte viva<sup>26</sup>, massa<sup>27</sup> e elemento condutivo<sup>28</sup> e, pode ocorrer por dois tipos de contatos: direto<sup>29</sup> e indireto<sup>30</sup>. Os principais efeitos fisiológicos que a corrente elétrica produz no corpo humano são: tetanização (contrações musculares sob diferentes forças), fibrilação ventricular (arritmia

---

<sup>26</sup> Todo condutor energizado incluindo o neutro.

<sup>27</sup> Parte condutora exposta que pode ser tocada.

<sup>28</sup> Não faz parte da instalação elétrica, mas nela pode-se introduzir um potencial, geralmente o da terra.

<sup>29</sup> Contato direto com a parte viva.

<sup>30</sup> Contato do corpo orgânico com a massa sob tensão.

cardíaca que, se não for interrompida no período de um a três minutos, leva à morte), parada cardiorrespiratória (quando o coração para de bombear) e queimaduras (classificadas de leves a gravíssimas).

Na Tabela 2 estão descritos os efeitos da corrente elétrica de 60 Hz no corpo humano. E a Figura 14 ilustra alguns desses efeitos.

Tabela 2 – Efeitos estimados da corrente elétrica de 60 Hz no corpo humano.

FAIXA DE VALORES*	DURAÇÃO	EFEITOS**
0 a 0,5 mA	Qualquer	Nenhum
0,5 a 2 mA	Qualquer	Limiar da percepção
2 a 10 mA	Qualquer	Dor Contração muscular Descontrole muscular
10 a 25 mA	Minutos	Contração muscular Dificuldade respiratória Aumento da pressão arterial
25 a 50 mA	Segundos	Paralisia respiratória Fibrilação ventricular Inconsciência
50 a 200 mA	Menor que um segundo	Fibrilação ventricular Inconsciência Paralisia respiratória Marcas visíveis
Acima de 200 mA	Menor que 0,8 segundo	Fibrilação ventricular Inconsciência Marcas visíveis
Acima de 200 mA	Maior que 0,8 segundo	Parada cardíaca reversível Inconsciência Queimaduras

\* Faixa de valores aproximada da corrente elétrica.

\*\*Efeitos com grande chance de ocorrer.

Fonte: Pietrocola (2010, p. 52).

Figura 14 – Consequências da exposição a corrente elétrica.



Fonte: Banco de Imagem do Google (2014).

## 4.2 Acidentes Elétricos no Brasil

O volume de acidentes elétricos com origem nas descargas atmosféricas e não atmosféricas contabilizados no Brasil indica a necessidade de aumentar os níveis de segurança com o estabelecimento de proteção como conceito principal.

No período de 11 anos (1998 a 2009) o sistema DataSUS do Ministério da Saúde registrou, em todo Brasil, 16.825 casos de internação hospitalares decorrentes à exposição à corrente elétrica ocorridos em casa, escola, asilo e trabalho, das quais, 455 internações culminaram em morte (2,7%).

No período de 1996 a 2007, que também soma 11 anos, há registros de que 15.418 pessoas morreram imediatamente após a exposição à corrente elétrica.

No período de 13 anos (1996 a 2009), os dados do DataSUS, mostram que ocorreram 15.873 mortes por exposição a correntes elétricas em residências, escolas, asilos e locais de trabalho, média de 1.221 morte/ano. Segmentado por faixa etária, o choque elétrico é a terceira maior causa de morte infantil; consta que a cada 100 crianças internadas 1,61 morrem por terem sido vítimas de choque elétrico (INMETRO, 2011).

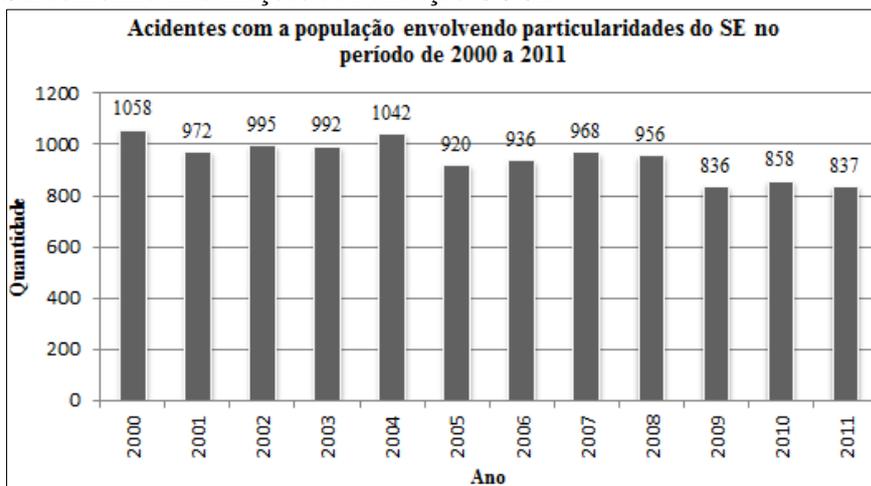
A Fundação Comitê de Gestão Empresarial – COGE, constituída em 1998 por 26 empresas do Setor Elétrico Brasileiro – SEB, desenvolve ações para aprimoramento da gestão do SEB, inclusive as atividades relacionadas com a Segurança e Saúde no Trabalho; a partir de 2009, realiza anualmente a Análise de Acidentes de Trabalho do Setor Elétrico com o objetivo de propor medidas preventivas e corretivas.

O estudo da COGE referente ao ano de 2011, mostra que entre os 108.005 profissionais próprios e 135.525 profissionais das contratadas, foram registradas 79 fatalidades, com 61 casos entre os profissionais das contratadas e 18 entre os profissionais próprios. A segmentação das principais causas no grupo de acidentados fatais entre os profissionais das contratadas revelou que 62% (38 casos) foram de origem elétrica.

A Fundação COGE, a partir de 2000 vem estendendo a contagem estatística a acidentes elétricos que envolvem a população brasileira, com a ressalva da necessidade de mais esforços na apuração sistematizada. No Gráfico 5, é apontado o registro de acidentes elétricos com populares no período de 2000 a 2011, o qual indica aparente queda nos registros, mas os casos fatais registrados em 2011 somaram 309 ocorrências, um representativo de aproximadamente 37% do total.

No que se refere ao quadro geral de acidentes elétricos com populares em 2011, as principais causas apontadas no estudo estão ligadas as atividades da construção/manutenção civil (268 casos), seguido daquelas que envolvem contato com fio/cabo energizado no solo (72 casos) e as ações de intervenção indevida na rede (68 casos). Juntas estas representam 48,7% do total de 837 casos.

Gráfico 5 – Demonstrativo gráfico do saldo de acidentes com populares envolvendo particularidades do SE conforme informações da Fundação COGE.



Fonte: Comitê de Gestão Empresarial (2012).

A Associação Brasileira para Conscientização dos Perigos com a Eletricidade – ABRACOPEL cataloga, segmenta e analisa reportagens e/ou notícias de acidentes com eletricidade que foram divulgadas na Internet, com auxílio da ferramenta “alerta de notícias do Google”. A partir desse banco de dados resume, que em 2012 no Brasil, os acidentes com origem em curtos-circuitos, sobrecargas e choques elétricos, ocasionaram 278 mortes e outros 41 casos sem mortes. Estima ainda, que a estatística real seja pelo menos o triplo dos valores apresentados. Entre as reportagens/notícias que foram possíveis segmentar, a ABRACOPEL, aponta alguns indicadores, como: (a) 30% de 232 casos de óbitos ocorrem em residências, 215 pessoas que morrem (~93%) eram consumidores; (b) com relação aos incêndios provocados por sobrecargas ou curto-circuito foram observados 116 casos, com 49 (ou 42,2%) ocorreram em residências.

A *National Geographic Brasil*, a BBC Brasil<sup>31</sup> e o Diário do Pará, entre outras mídias, noticiaram os resultados de pesquisas desenvolvidas pelo ELAT/INPE<sup>32</sup>, revelando que na última década (2000-2009), cenário Brasil, foram registradas 1.321 mortes por descarga elétrica

<sup>31</sup> *British Broadcasting Corporation Brasil*

<sup>32</sup> Grupo de Eletricidade Atmosférica do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

proveniente de raios. Destas, 19% das pessoas executavam atividades da agropecuária, 14% estavam no interior das residências e 12% embaixo de árvores. Em 2011, das 81 mortes registradas, 20 (ou 24,6%) estavam na Região Norte do país; nesse estudo está registrado que a falta de acesso a informações sobre como se proteger dos raios é o motivo que mais influencia o número de vítimas fatais.

Pinto Jr. et al., (2011), lembra que os projetos elétricos são norteados por normas técnicas da ABNT que contém informações desatualizadas, referindo-se aos índices de dias de tempestades (índice ceraúnico) descritos na Norma Brasileira de Proteção de Estruturas contra Descargas Atmosféricas (NBR 5419:2005) que são baseados em observações feitas entre 1910 e 1951. Ressalta que atualmente existem técnicas mais modernas e mais confiáveis para obtenção da densidade de raios com base na detecção de raios nuvem-solo ou solo-nuvem e não nos dias de trovoadas.

Diante do exposto, nota-se que os problemas recorrentes ao mau uso da eletricidade e/ou pela ausência de informação dos perigos da eletricidade resulta em um expressivo número de mortos e feridos no Brasil e, grande parte desse número ocorrem em baixa tensão, que envolve o consumidor de energia elétrica no espaço residencial.

### **4.3 ABNT NBR 5410:2004**

A Norma NBR 5410:2004 é a normativa brasileira em vigor para instalações elétricas em baixa tensão a partir de 31/03/2005.

#### **4.3.1 Origem, definições e objeto**

A primeira edição data de 1941<sup>33</sup>, intitulada “Norma Brasileira para a Execução de Instalações Elétricas” escrita com base no Código de Instalações Elétricas da antiga Inspeção Geral de Iluminação de 1914 e o anteprojeto elaborado por uma comissão de especialistas. Os textos normativos das instalações elétricas sofreram várias revisões em 1960, 1980, 1990, 1997 e a atual em 2004. A versão mais recente, foi elaborada no domínio da ABNT por meio da Comissão de Estudo de Instalações Elétricas de Baixa Tensão – CE 03:064.01, supervisionada pelo Comitê Brasileiro de Eletricidade, Eletrônica, Iluminação e Telecomunicações. A toda

---

<sup>33</sup> Revisão do Código de Instalações Elétricas da antiga Inspeção Geral de Iluminação (1914) e do anteprojeto elaborado por uma comissão de especialistas.

nova revisão, a análise dos textos anteriores está referenciada na norma internacional IEC 60364: *Electrical Installations of Buildings*. O título NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão passou ser, assim designada em 1980. A principal finalidade das várias revisões foi assegurar as condições de bom funcionamento, conservação de bens, segurança<sup>34</sup> e qualidade de produtos e serviços das instalações elétricas de baixa tensão (tensão nominal igual ou inferior a 1000V em CA ou 1500V em CC) e frequência inferiores a 400Hz. Havia a previsão da edição de um novo texto em 2011, mas o trâmite continua (O SETOR ELÉTRICO, 2011).

Define-se como instalação elétrica o conjunto de componentes elétricos, associados e com características coordenadas entre si, constituído para determinado fim de utilização da energia elétrica (FERREIRA, 2010).

A função técnica da ABNT NBR 5410:2004 é reger as questões práticas e objetivas de projeto, montagem, inspeção e manutenção das instalações elétricas de baixa tensão (O SETOR ELÉTRICO, 2013).

A ABNT NBR 5410:2004, com 209 páginas, aplica-se às instalações elétricas de edificações fabricadas e pré-fabricadas, qualquer que seja seu uso. Com a utilização de (a) circuitos elétricos alimentados sob tensão nominal igual ou inferior a 1000V em corrente alternada com frequências inferiores a 400Hz, ou a 1500V em corrente contínua; (b) circuitos elétricos, que não os internos aos equipamentos, funcionando sob uma tensão superior a 1000V e alimentados através de uma instalação de tensão igual ou inferior a 1000V em CA (por exemplo, circuitos de lâmpadas a descarga, precipitadores eletrostáticos etc.); (c) fiação e linha elétrica que não sejam cobertas pelas normas relativas aos equipamentos de utilização e (d) linhas elétricas fixas de sinal (com exceção dos circuitos internos dos equipamentos). Também aplica-se às instalações elétricas: (a) em áreas descobertas das propriedades, externas às edificações; (b) de reboques de acampamento (trailers), locais de acampamento (campings), marinas e instalações análogas; e (c) de canteiros de obra, feiras, exposições e outras instalações temporárias. Não se aplica a: (a) instalações de tração elétrica; (b) instalações elétricas de veículos automotores, embarcações, aeronaves, iluminação pública, rede pública de distribuição de energia elétrica, proteção contra queda direta de raios, minas e cercas elétricas e (c) equipamentos para supressão de perturbações radioelétrica que não comprometam a segurança das instalações.

---

<sup>34</sup> Contra choques elétricos, efeitos térmicos, sobrecorrentes e sobretensões por apresentarem perigo para as pessoas, animais e bens.

Importante notar, que a aplicação desta Norma não dispensa o respeito aos regulamentos de órgãos públicos, aos quais a instalação deva satisfazer, sendo sujeitas às normas para fornecimento de energia estabelecidas pelas autoridades reguladoras e pelas concessionárias de eletricidade. São exemplos de normas complementares: NBR 13570 – Instalações elétricas em locais de afluência de público<sup>35</sup> – Requisitos específicos, a NBR 13534 – Instalações elétricas em estabelecimentos assistenciais de saúde – Requisitos para segurança e a NBR 5418 – Instalações elétricas em atmosferas explosivas.

A proteção de pessoas e animais, parte das prescrições fundamentais, prevê evitar os perigos de contato com as partes vivas<sup>36</sup> da instalação ou massas<sup>37</sup> colocadas acidentalmente sob tensão, riscos de queimaduras ou morte por temperaturas elevadas ou arcos elétricos, sobre tensões provocadas por fenômenos atmosféricos, ações de manobra<sup>38</sup> etc. Assim como, a proteção de bens contra incêndios, sobre tensões e sub tensões.

Dar-se-á ênfase a determinação das características da instalação residencial que deve estar em conformidade com a utilização, estrutura, alimentação, influências externas, compatibilidade de componentes e manutenção de forma a satisfazer os padrões de segurança e operação. As especificações mínimas para as instalações residenciais fazem referência aos quesitos de:

- Alimentação. Onde deve ser considerada a natureza da corrente, o valor de tensão, da frequência e da corrente de curto-circuito.
- Influências externas. São respeitadas a temperatura ambiente; altitude; umidade; presença ou não de corpos sólidos<sup>39</sup>; presenças de flora, mofo e fauna; incidência de descargas atmosféricas (raios), correntes parasitas e induzidas e radiações eletromagnéticas, ionizantes e solares.
- Utilização. Prioriza considerar a competência (física e mental) das pessoas que utilizarão a instalação elétrica e as condições/estado de uso (secas, úmidas, molhadas ou imersas).

---

<sup>35</sup> Locais como cinema, teatros, danceterias, escolas, lojas, restaurantes, estúdios, ginásios e circos.

<sup>36</sup> Parte viva é a denominação ao condutor ou parte condutora a ser energizada em condições de uso normal.

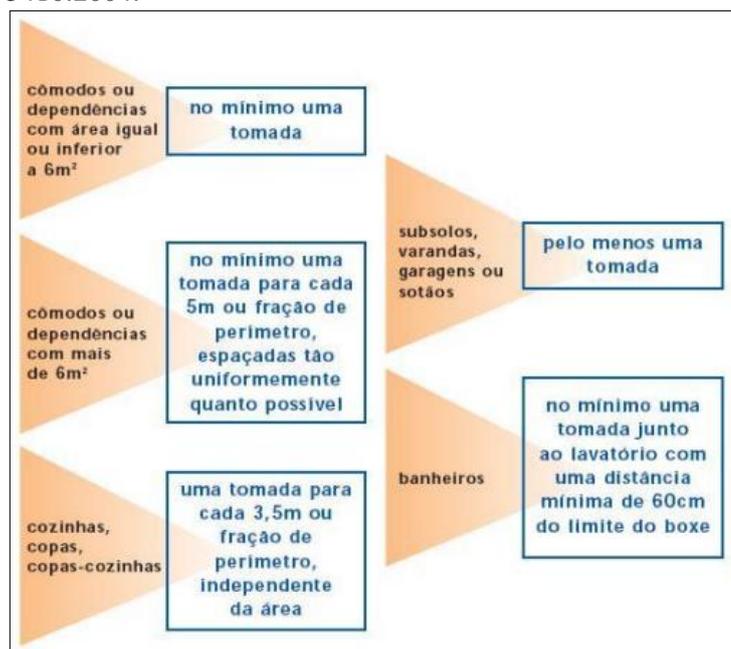
<sup>37</sup> Massa é a parte condutiva exposta que pode ser tocada e que normalmente não é viva.

<sup>38</sup> Manobra é a mudança na configuração elétrica de um circuito, realizada manual ou automaticamente.

<sup>39</sup> Exemplo: poeira inflamáveis, condutora, corrosivas ou abrasivas.

- Segurança. Proteção contra choques elétricos<sup>40</sup> por contato direto ou indireto, natureza<sup>41</sup> de produtos processados, materiais utilizados na construção civil, sinalização de perigo, proteção por obstáculos, proteção complementar por dispositivo de DR<sup>42</sup> e condições de fuga.
- Iluminação. Deve ser considerado por cômodo com área igual ou inferior a 6m<sup>2</sup>, ao menos, um ponto de luz fixo no teto (potência mínima de 100VA) comando por um interruptor. Com área superior a 6m<sup>2</sup>, deve ser prevista uma carga mínima de 100VA para os primeiros 6m<sup>2</sup>, acrescida de 60VA para cada aumento de 4m<sup>2</sup> inteiros.
- Tomadas. Seguindo as informações da Figura 15, em banheiros, cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos, no mínimo 600VA por ponto de tomada, até três pontos, e 100VA por ponto para os excedentes, considerando-se cada um desses ambientes separadamente.

Figura 15 – Organograma explicativo da previsão de carga de tomadas conforme a NBR 5410:2004.



Fonte: Ferreira (2010, p. 11).

- Aterramento de neutro<sup>43</sup>. Quando a alimentação for em baixa tensão o condutor neutro deve ser aterrado na origem da instalação.

<sup>40</sup> Choque elétrico é o efeito patofisiológico resultante da passagem de corrente elétrica através de um corpo orgânico (SEGURANÇA, 2013).

<sup>41</sup> Inflamáveis, alimentícios e farmacêuticos.

<sup>42</sup> Dispositivo de proteção a corrente diferencial-residual nominal igual ou inferior a 30mA.

<sup>43</sup> Aterramento é a ligação intencional com a terra, realizada por um condutor ou por um conjunto que constituem o eletrodo de aterramento.

- Compatibilidade. Devem ser observadas as características de sobretensão transitória, variações rápidas de potência, componentes contínuas, oscilações de alta frequência, necessidades de aterramentos complementares, possibilidade de fornecimento de corrente à rede de alimentação e corrente de partida, harmônica e de fuga.
- Manutenção. É a verificação contínua que assegura a garantia das medidas de proteção e confiabilidade dos componentes.

#### 4.3.2 Padronizações brasileira de plugues e tomadas prediais

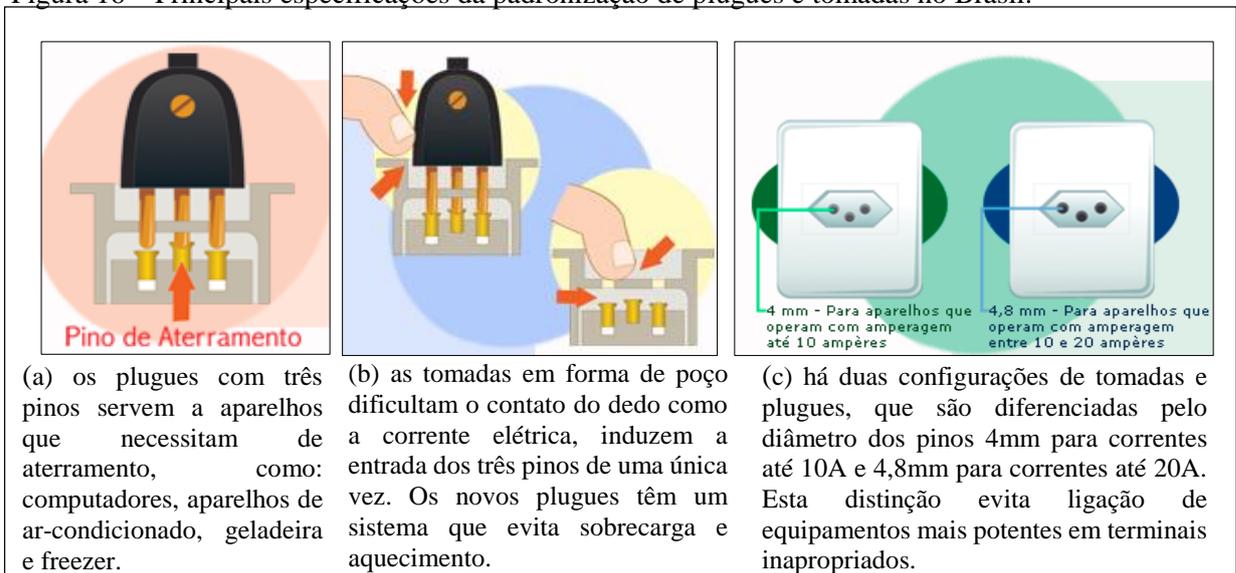
Com base na Lei 9933/1999, o CONMETRO publica a portaria INMETRO nº 185, de 21 de julho de 2000, para a certificação compulsória de plugues e tomadas. O que torna obrigatório aos fabricantes e comerciantes do país acatarem aos requisitos da versão revisada ABNT NBR 14136:2001 “Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo até 20 A, 250 V CA – Padronização”, a partir de 01/01/2006 (INMETRO, 2006).

Entendendo o impacto que poderia provocar esta mudança, o INMETRO resolveu certificar os adaptadores, de maneira a tornar a transição mais suave.

A Resolução CONMETRO nº11/2006, estabelece prazos adaptação à NBR 14136:2001, estabelecido até dezembro de 2009. Diante da complexidade na adequação do novo padrão houve a necessidade de estender o prazo de universalização da padronização e a Resolução CONMETRO nº 8/2009 regulariza essa necessidade para 01/07/2011. Ficando, a partir dessa data, proibida a venda de tomadas e plugues no padrão antigo (INMETRO, 2011).

O novo texto ABNT NBR 14136 foi editado em 2002. Na Figura 16 (a), (b) e (c) estão ilustradas as principais especificações da nova padronização.

Figura 16 – Principais especificações da padronização de plugues e tomadas no Brasil.



Fonte: Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (2006).

### 4.3.3 Proteções contra choques elétricos

A NBR 5410:2004 considera perigosas as partes vivas da instalação elétrica e prevê que as massas não se tornem partes vivas, de forma geral a regra fundamental para a proteção contra choques elétricos deve garantir, pelo menos, duas linhas de defesa: a proteção básica<sup>44</sup> e supletiva<sup>45</sup>. Ressalta-se, que além de ser editada em linguagem mais acessível, o texto da NBR 5410:2004 aumentou o rigor dos quesitos de segurança. Observados nos itens de (a) a (g).

(a) proteção básica – assegura a proteção contra choques elétricos em condições normais consideradas com possibilidades de falhas;

(b) proteção supletiva – assegura a proteção contra choques elétricos em caso de falha da proteção básica;

(c) proteção adicional – garante proteção em situações de maior risco de perda ou anulação das proteções básicas e supletiva;

(d) Implementação de DR<sup>46</sup> – provoca abertura de circuitos quando a corrente diferencial-residual atinge um determinado valor dado em condição especificadas;

(e) SELV (*Separated extra-low voltage*) e PELV (*Protected extra-low voltage*) – garante que a ocorrência de uma única falta não resulte em risco de choque elétrico;

(f) Equipotencialização – permite a distribuição de potencial igual a vários pontos de uma dada rede e

(g) BEP<sup>47</sup> e BEL<sup>48</sup> – destinado a servir de via de interligação de todos os elementos da equipotencialização.

Em um circuito elétrico com bom funcionamento, a soma vetorial das correntes (ida e retorno) é praticamente nula. Se houver fator externo ou interno que proporcione o desbalanceamento desse circuito, por exemplo, o mal funcionamento de aparelhos que estejam conectados ou o contato humano acidental com a parte viva do circuito, provocará em uma diferença entre as correntes e, um “vazamento” de corrente será sentido para a terra. Essa diferença entre as correntes, ao atingir um determinado valor, ativa um campo magnético no dispositivo DR (diferencial-residual) que vencerá o campo permanente gerado por um pequeno

---

<sup>44</sup> São proteções básicas: limitação de tensão e isolamento básica e reforçada.

<sup>45</sup> São proteções supletivas: isolamento de ambientes, separação elétrica, equipotencialização de proteção, seccionamento automático da alimentação, isolamento suplementar

<sup>46</sup> DR – Dispositivo de proteção a corrente diferencial-residual

<sup>47</sup> BEP - Barramento de Equipotencialização Principal

<sup>48</sup> BEL - Barramento de Equipotencialização Suplementar ou Barramento de Equipotencialização Local

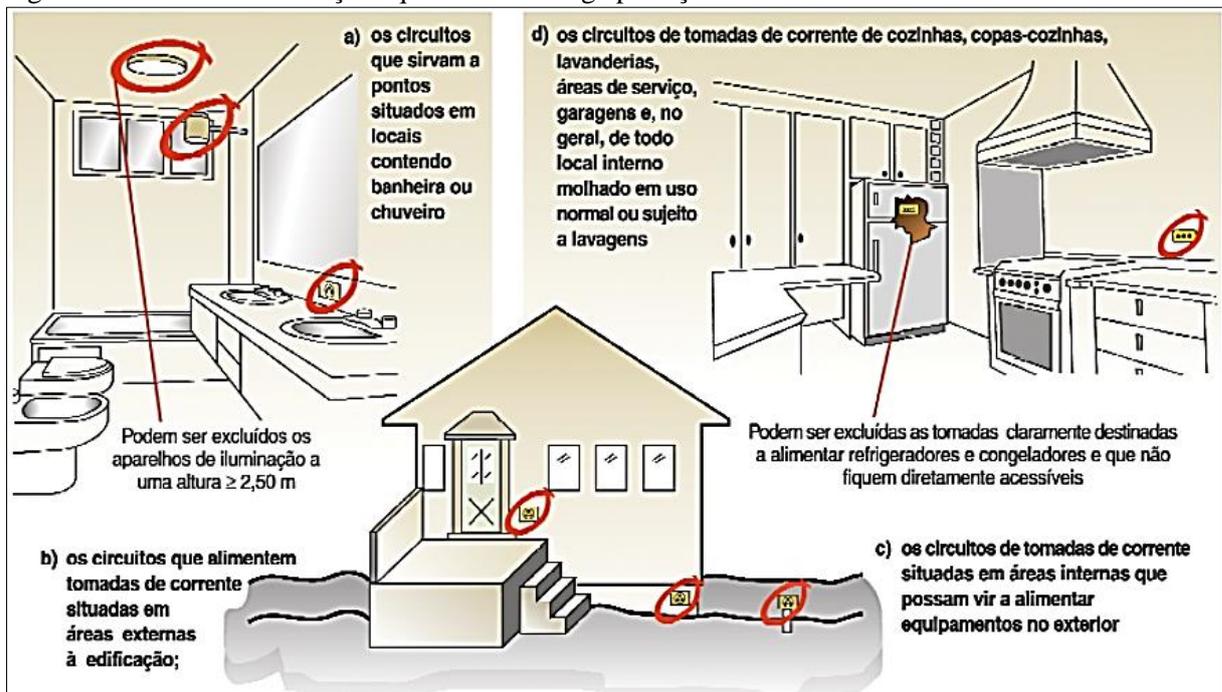
imã interno, liberando a alavanca que detona o mecanismo de abertura do circuito, impedindo a continuidade da corrente de entrada, fazendo cessar o curto-circuito ou choque elétrico.

Na Figura 17 está detalhado para áreas úmidas como cozinha, banheiros, lavanderias garagem e demais ambientes com constante uso de água, a obrigatoriedade do uso de proteção complementar DR. A instalação desses dispositivos deve garantir o seccionamento de todos os condutores vivos do circuito protegido.

São considerados dispositivos DR, os interruptores diferenciais-residuais, disjuntores com proteção diferencial-residual incorporada, tomadas com interruptor DR incorporado, blocos diferenciais acopláveis a disjuntores em caixa moldada ou a disjuntores modulares, relé DR e transformador de corrente toroidal.

É importante considerar os níveis de sensibilidade e capacidade de detecção de corrente de falta dos dispositivos DR, porque são estes que implicarão no tempo de reação na abertura do circuito e, conseqüentemente na eficiência da proteção complementar contra contatos diretos e indiretos com a eletricidade.

Figura 17 – Os casos e exceções que a norma exige proteção diferencial-residual de alta sensibilidade.



Fonte: Eletricidade Moderna (2001, p.45).

O limite de corrente DR expresso na Norma NBR 5410:1997 deve ser menor ou igual a 30mA (alta sensibilidade). Quando a capacidade de detecção de corrente de falta não é manifestada, esta versão da norma diz que advertências devem ser tomadas e devidas precauções.

#### 4.4 ABNT NBR 5419:2005

O texto da Norma NBR 5419:2005 é a base técnica e legal vigente para os sistemas de proteção de estruturas contra a ocorrência direta ou indiretas de descargas elétricas atmosféricas a partir de 29/08/2015.

##### 4.4.1 Origem, definições e objeto

A primeira norma destinada a proteção contra descargas atmosféricas data das décadas de 1940 e 1950. A NB – 165, possuía apenas seis páginas com texto baseado nas orientações belgas. Em 1970, sofreu a primeira revisão influenciada por documentos norte-americanos. A denominação NBR 5419 – Proteção de Estruturas contra Descargas Elétricas Atmosférica, ocorreu em 1977, resultado da segunda revisão que aumentou o texto para dezesseis páginas. Em 1993, foi novamente revista, com base nos documentos da norma internacional IEC 61024-A e B. Foi novamente revista em 2001 e 2005 (versão válida atualmente). Uma nova revisão estava com homologação prevista para o ano de 2013, prometendo ser a mais completa para a normatização do tema no país, com mais de 300 páginas de texto (MOREIRA, 2013).

A versão NBR 5419:2005 tem 42 páginas redigidas pela Comissão de Estudo de Proteção contra Descargas Atmosféricas (CE-03:064.10) da ABNT. O texto foi construído com base nas Normas Internacionais IEC 61024-1:1990, IEC 61024-1-1:1991 – *Guide A* e IEC 61024-1-2:1998 – *Guide B*.

A NBR 5419:2005 tem o objetivo fixar as condições de projeto, instalação e manutenção de Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas – SPDA, destinado a proteger edificações e/ou estruturas comuns, utilizadas para fins comerciais, industriais, agrícolas, administrativos ou residenciais e ainda, as estruturas especiais como chaminés, containers, tanques, antenas e guindastes/gruas.

Esta Norma não se aplica aos sistemas ferroviários, sistemas de geração de energia elétrica, transmissão de energia elétrica e sistemas de telecomunicação externos às estruturas, veículos, aeronaves, navios, plataformas marítimas e a equipamentos elétricos e eletrônicos contra interferências eletromagnéticas.

Alguns conceitos precisam ser bem compreendidos para o bom entendimento da NBR 5419:2005. São estes: (a) ponto de impacto – onde uma descarga atmosférica atinge a terra, estrutura ou o SPDA; (b) volume a proteger – a área vezes a altura de uma estrutura ou região;

(c) ligação equipotencial – ligação entre o SPDA e as instalações metálica, com objetivo de minimizar as diferenças de potencial resultado das corrente da descarga atmosférica; (d) massa – conjunto das partes metálicas não destinadas a conduzir corrente; (e) DPS – Dispositivo de proteção contra surtos utilizado para limitar sobretensões transitórias; (f) nível de proteção – Termo de classificação de um SPDA indicando a eficiência; (g) frequência de descargas atmosférica – frequência média anual previsível de descargas atmosféricas sobre uma estrutura e (h) eficiência do SPDA – relação entre a frequência média anual de descargas atmosféricas que não causam danos, interceptadas ou não pelo SPDA, e a frequência sobre a estrutura.

É importante destacar que o SPDA projetado e instalado conforme a NBR 5419:2005 não assegura a total proteção de pessoas, estrutura e bens. Mas, a aplicação da norma reduz significativamente os riscos de sinistros com descargas atmosféricas. Para minimizar os custos é necessário que ocorra a interação constante entre o projetista de SPDA e os demais profissionais de construção estrutural, como: arquitetos e engenheiros.

O sistema perfeito de SPDA é composto de eletrodos de aterramento, ligação equipotencial e DPS com o objetivo principal de receber, direcionar e dissipar à terra os efeitos indesejáveis das descargas atmosféricas evitando danos às pessoas, aos animais e a estrutura (EMBRASSTEC, 2013).

#### 4.4.2 Principais características do SPDA

Os sistemas de para-raios estão divididos em três partes principais: captação, descidas e aterramentos. Existem vários sistemas de para-raios e materiais com que são construídos. Os mais conhecidos são: Gaiola de Faraday, Franklin e Melsens.

A filosofia de para-raios para instalações elétricas é a de inibidor de raios. Aqui se destaca os mais utilizados na proteção de estruturas comuns: a Gaiola de Faraday e o Para-raios de Franklin.

##### 4.4.2.1 Gaiola de Faraday: Princípios e componentes

Michael Faraday (1791-1867), descreveu no 15 de janeiro de 1836, em seu diário, as partes construtivas de um cubo metálico, nomeado, mais tarde, em sua homenagem de “Gaiola de Faraday”. No qual, pretendia demonstrar que no interior desse cubo não existiria a formação de campo elétrico ou eletromagnético mesmo sobre a influência de corrente elétrica. Ou seja, o que ou quem estivesse no interior do cubo estaria protegido contra descargas elétricas

(DANIELI, 2002). Na Figura 18 retrata a demonstração da proteção elétrica pelo princípio de funcionamento da Gaiola de Faraday.

Figura 18 – Experiência de Michael Faraday “A Gaiola de Faraday”.



Fonte: Banco de imagens do Google (2014).

Todos os metais são bons condutores, o que significa que possuem baixa resistência elétrica e quando eletrizados, o excedente de carga tende à superfície.

Em uma “casca” condutora carregada, toda carga fica concentrada na superfície externa; essa configuração gera um campo elétrico perpendicular à superfície e direcionado para fora, resultando no campo elétrico interno nulo. Se houver a indução de carga externa próxima ou se a casca estiver neutra, o campo interno continuará nulo. Dessa forma qualquer campo elétrico de origem externa produz uma distribuição de cargas na superfície externa da parede da casca, que cancela o campo na parte interna. Isso é o que se chama de blindagem eletrostática (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2010).

Em suma, a Gaiola de Faraday é um condutor em equilíbrio elétrico, que em circunstâncias apropriadas<sup>49</sup>, impede a entrada de campos elétricos e/ou eletromagnéticos externos, resultando na proteção contra surtos elétricos a quem ou ao que estiver no interior da malha. O conceito da Gaiola de Faraday é utilizado em vários fins de blindagem elétrica como em aviões, carros, trajes de proteção e para a captação de raios em um SPDA (DANIELI, 2002).

Os principais componentes da Gaiola de Faraday são: Captores e descidas, malhas de interligações das hastes de aterramento, hastes de aterramento e caixas de inspeção (Figura 19).

<sup>49</sup> As hastes da malha condutora dever ser grossa suficientemente, assim como os intervalos que devem ser menores que o comprimento ( $\lambda$ ) da onda da radiação a se bloquear (SÃO PAULO, 2009).

Figura 19 – Captação, descida e aterramento dos para-raios: Gaiola de Faraday e Franklin.

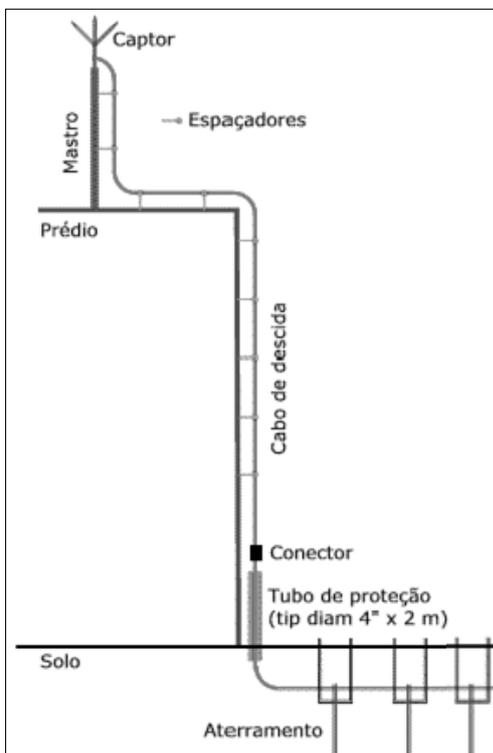


Fonte: Governo de São Paulo (2009, p. 7).

#### 4.4.2.2 Para-raios de Franklin: Princípios e componentes

Dispositivo de Franklin é composto por uma haste de metal que tem na extremidade superior uma coroa com quatro pontas, coberta por um material capaz de suportar a intensidade do calor provocado pela descarga atmosférica. Esta haste é ligada a terra por um fio condutor que proporciona um caminho seguro para a corrente do raio. Na Figura 20, é possível verificar esses componentes.

Figura 20 – Captação, descida e aterramento do para-raios de Franklin.



Fonte: Adaptado Soares (2014, p.3).

O princípio de funcionamento do para-raios tipo Franklin está relacionado como o poder das pontas de um condutor metálico, ou seja a densidade superficial de carga presente no objeto. As pontas, em um condutor metálico, apresentam maior facilidade para a transferência de cargas elétricas, pois quanto menor for a área maior será concentração de elétrons. Por vez, o líder escalonado da descarga atmosférica busca sempre o melhor caminho para a formação do canal de plasma e, o dispositivo de Franklin, apresenta-se como a melhor opção.

O posicionamento correto dos captadores pelo método de Franklin deve atender as considerações para o nível de proteção almejada. Para maior confiabilidade do sistema de proteção, os captadores naturais (antenas, mastros e outros) precisam fazer parte do SPDA (ABNT NBR 5419:2005).

#### 4.4.3 Proteção de estruturas residenciais

No anexo B, da ABNT 5419:2005, está disposto que áreas com alta densidade de descargas atmosféricas tem necessidades evidentes de proteção.

A avaliação do risco de exposição leva em consideração: a finalidade do espaço, o índice isoceráunico do município, o tipo de material da construção, o volume de pessoas, a quantidade média de raios na Região e as dimensões de cada edificação.

A probabilidade de uma estrutura ser atingida por um raio em um ano é o produto da densidade de descargas atmosféricas nuvem-solo pela área de exposição da estrutura. Por vez, a densidade de descargas atmosféricas para a terra ( $N_g$ ) é o número de raios nuvem-solo por quilômetros quadrado por ano. Calculado a partir da Equação (1):

$$N_g = 0,04 \cdot T_d^{1,25} [km^2/ano] \quad (1)$$

Na Equação (1),  $T_d$  é o número de dias de trovoada por ano, obtido de mapas isoceráunico conforme observações de 1971 a 1995. Segundo, Visacro Filho (2005) o índice  $N_g$  representa o valor médio de incidência de raio nuvem – solo durante um ano, compreendido como o número de descargas atmosféricas plena (*flashes*), por isso é dado por descargas/km<sup>2</sup>/ano. Mas, faz ressalva sobre

[...] a natureza de valor médio do índice  $N_g$ . Assim, ao se atribuir determinado valor deste índice a uma região, deve ser preservada a perspectiva de que, para as áreas interiores à região, a densidade de descargas pode variar numa ampla faixa de valores. Por exemplo, no caso brasileiro tem-se a expectativa de valor típico de densidade superior a 3 descargas/km<sup>2</sup>/ano. Tal índice tem a ordem de 4 em Minas Gerais, de 1 na Bahia e superior a 5 no Pará (VISACRO FILHO, 2005).

Neste contexto, a norma deixa claro que as ponderações dos agravantes locais devem ser consideradas na avaliação das necessidades reais de proteção.

Em termos de ponderação é encontrada a frequência média anual previsível ( $N_d$ ). Para isso, utiliza-se o valor do índice  $N_g$ , conforme expresso na Equação (2).

$$N_d = N_g \cdot Ae \cdot 10^{-6} \text{ [por ano]} \quad (2)$$

Na Equação (2), aparece a variável  $Ae$  que representa a área de exposição equivalente ( $m^2$ ) do plano da estrutura prolongada em todas as direções, inclusive a altura. A área de exposição “ $Ae$ ” é obtida pela Equação (3):

$$Ae = LW + 2LH + 2WH + \pi \cdot H^2 \text{ [m}^2\text{]} \quad (3)$$

Onde, L = comprimento, W = largura e H = altura.

O produto do  $N_d$  pelos fatores de ponderação relacionados a estrutura: FA – Tipo de ocupação; FB – Tipo de construção; FC – Conteúdo e efeitos indiretos das descargas atmosféricas; FD – Localização e FE – Topografia da região, resultará no  $N_{dc}$ , obtido pela Equação (4).

$$N_{dc} = N_d \cdot (FA) \cdot (FB) \cdot (FC) \cdot (FD) \cdot (FE) \text{ [por ano]} \quad (4)$$

Finalmente, compara-se  $N_{dc}$  com a frequência admissível de danos, respeitando os critérios:

- (a) Se  $N_{dc} \geq 10^{-3}$ , a estrutura requer um SPDA;
- (b) Se  $10^{-3} > N_{dc} > 10^{-5}$ , a conveniência de um SPDA deve ser tecnicamente justificada e decidida por acordo entre projetista e usuário e
- (c) Se  $N_{dc} \leq 10^{-5}$ , a estrutura dispensa um SPDA.

Nas Tabelas B.6, C.1 e C.2, descritas na norma NBR 5419:2005, encontra-se especificado, respectivamente: (a) Exemplos de classificação de estrutura, para os quais são mostrados os níveis de proteção para diversos tipos de estrutura comuns e especiais, onde está grafado o nível de proteção III para residência; (b) O posicionamento do captor deve estar em conformidade com o nível de proteção, está descrito para o nível III a altura do captor de 45m e (c) Verifica-se a distância R em função da corrente máxima, que para 45m o valor máximo da crista da corrente é de 10kA.

## Capítulo 5 – EMPRENDIMENTOS HABITACIONAIS EM ESTUDO

### 5.1 Localizações dos Empreendimentos

As caracterizações dos municípios de Belém e Santa Isabel do Pará expressam as diferenças populacionais e as necessidades sentidas nas cidades amazônicas. Oliveira *et al.*, (2007), debate a necessidade de conhecer a dimensão humana e suas relações com o meio físico na perspectiva de promover o desenvolvimento amazônico com segurança e sustentabilidade, considerando arranjos diferenciados para cada região.

#### 5.1.1 Município de Belém

A cidade de Belém, fundada em 12 de janeiro de 1616, desenvolveu influência significativa na política e economia nacional, ocupando o status de centro político, administrativo, cultural e econômico nos tempos do Brasil Colônia e chegando aos dias de hoje como capital do estado do Pará (TAVARES, 2008).

É o principal município dentre outros cinco, que formam Microrregião de Belém<sup>50</sup>. Ocupa uma área de 1.059,406 km<sup>2</sup> com características de relevo, vegetação e clima amazônicos. A hidrografia é composta por grandes rios que formam as Baías do Guajará (a oeste), Santo Antônio (a noroeste) e Marajó (ao norte). O contingente populacional estimado em 2013 era de 1.425.922 belenenses, que a levou, no mesmo ano, a ser considerada a décima primeira cidade mais populosa do Brasil, confirmada pela densidade demográfica no período de 1.345,96 habitantes por km<sup>2</sup> (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA, 2013), (PRATES, 2013).

O contingente populacional de Belém, representam 64,7% da contagem populacional de Paris, a metrópole francesa com população estimada em 2009 pelo INSEE – Instituto Nacional de Estatísticas e Estudos Econômicos de 2.201.578 habitantes (MAIRIE DE PARIS, 2010).

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM, divulgado pela Organização das Nações Unidas, em 2013, registrou para Belém um índice considerado alto, no valor de 0,746 (G1 BRASIL, 2013). A economia do município relaciona-se, principalmente as atividades do comércio, turismo e serviço. Em 2011, foi registrado o Produto Interno Bruto a

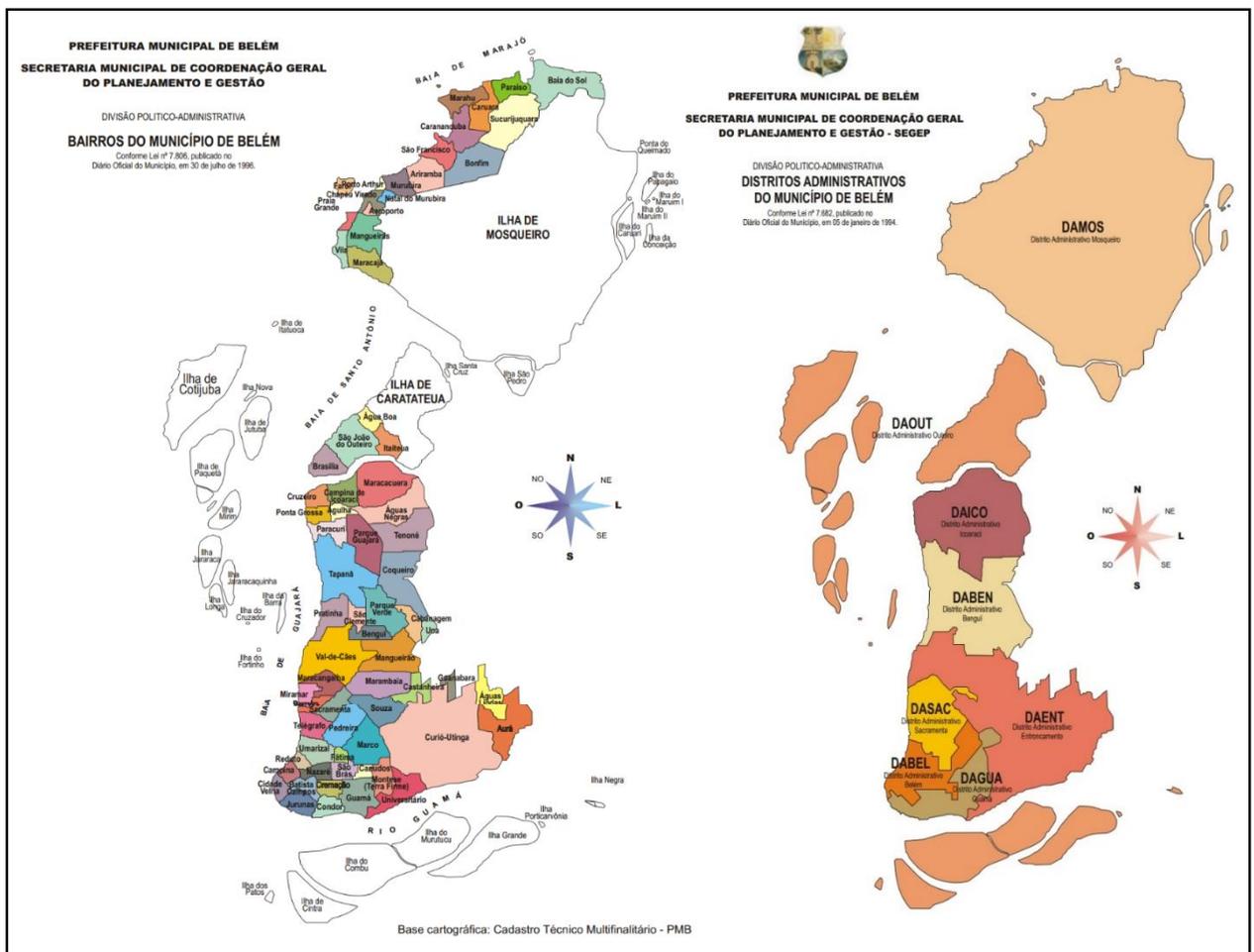
---

<sup>50</sup> Microrregião de Belém formada por 06 municípios: Ananindeua, Barcarena, Belém, Benevides, Marituba, Santa Bárbara do Pará.

preços corrente no valor próximo de 20 bilhões de reais (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA, 2013).

O mapa da Divisão Política Administrativa do município de Belém (Figura 21), apresenta os esboços das poligonais de 68 bairros agrupados em oito Distritos Administrativos: Belém (Zona Centro Sul), Entroncamento (Zona Leste), Guamá (Zona Sul), Icoaraci (Zona Noroeste), Mosqueiro (Zona Nordeste), Outeiro (Zona Noroeste), Benguí (Zona Norte) e Sacramenta (Zona Oeste). É fácil perceber as implicações sociais relacionadas a disponibilidade de moradias no centro urbano de Belém, frente a expressiva densidade demográfica aliada as características geotérmicas do terreno que apresentam extensa área suscetível a alagamentos.

Figura 21 – Mapa da Localização dos Bairros de Belém e áreas distritais.



Fonte: Município de Belém (1996).

### 5.1.1 Município de Santa Isabel do Pará

O município de Santa Isabel do Pará foi homologado pelo Decreto Estadual nº 1110, em 8 de dezembro de 1933. Faz parte da Microrregião de Castanhal, localiza-se a 41,9 km da capital Belém, seguindo para o nordeste pela BR 316 (PONTES, 2007).

Ocupa uma área territorial de 717,662 km<sup>2</sup>, a população estimada em 2013 era de 63.973 isabelenses, o que remeta a densidade demográfica de 89,14 habitantes por km<sup>2</sup>. Comparado a população de Belém representa 4,4%. Em 2011, o Produto Interno Bruto a preços correntes foi de R\$ 31.461.000,00, segundo a ONU, Santa Isabel do Pará em 2013 alcançou IDHM de 0,659 considerado mediano. O setor primário<sup>51</sup> participa com maior expressividade econômica no município seguido pelo comércio, serviços e indústria (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA, 2013), (G1 BRASIL, 2013), (PONTE, 2007).

O mapa da Divisão Política Administrativa do município de Santa Isabel do Pará (Figura 22), mostra a sede municipal (zona urbana) dividida em 16 bairros: Centro, Aratanha, Jurunas, São Raimundo, Triângulo, Santa Terezinha, Nova Divinéia, Santa Luzia, Nova Brasília, Bairro Novo, Santa Rita de Cássia, Juazeiro, Novo Horizonte, Jardim Mirai, Sagrada Família e Jardim das Acácias.

Figura 22 – Mapa da Localização dos Bairros de Santa Isabel do Pará.



Fonte: Adaptado do GOOGLE MAPS (2014).

<sup>51</sup> Setor primário da economia: agricultura, pecuária, silvicultura, exploração florestal e pesca,

### 5.1.3 Comunidade Pratinha

A Comunidade Pratinha está localizada no bairro da Pratinha, pertencente a área distrital do Benguí, Zona Norte do município de Belém. O bairro Pratinha (Figura 23) está delimitado pela poligonal com limites na Foz do Igarapé Mata Fome na Baía do Guajará, Passagem Samuúma, muro da Infraero, Estrada da Pratinha, Rodovia Arthur Bernardes, Base Aérea e Baía do Guajará (SECRETARIA MUNICIPAL DE COORDENAÇÃO GERAL DO PLANEJAMENTO E GESTÃO, 2013).

Figura 23 – Situação e delimitação do bairro Pratinha, Belém, Pará.



Fonte: Adaptada do banco de imagens do *GOOGLE MAPS* (2013).

### 5.1.4 Comunidade Fé em Deus

A Comunidade Fé em Deus localiza-se ao norte do bairro Tenoné (Figura 24). A área do bairro Tenoné, Zona Norte do município de Belém, está compreendida na poligonal com laterais delimitada na Rodovia Augusto Montenegro, Passagem das Flores, Igarapé Anani, Rio Maguari e Rua Belém (SECRETARIA MUNICIPAL DE COORDENAÇÃO GERAL DO PLANEJAMENTO E GESTÃO, 2013).

Figura 24 – Situação e delimitação do bairro Tenoné, Belém, Pará.



Fonte: Adaptada do banco de imagens do GOOGLE MAPS, 2013.

#### 5.1.5 Residencial Taboquinha

O Residencial Taboquinha está localizado na zona norte do bairro Cruzeiro (Figura 25) próximo a orla de Icoaraci, área distrital de Icoaraci, Zona Noroeste do município de Belém. O bairro do Cruzeiro é definido pela poligonal de lados na: margem do Rio Maguari, Rua 2 de Dezembro, Travessa Itaboraí, Rua 15 de Agosto, Passagem Paes de Carvalho, Rua Padre Júlio Maria, margem da Baía do Guajará e a foz do Rio Maguari (SECRETARIA MUNICIPAL DE COORDENAÇÃO GERAL DO PLANEJAMENTO E GESTÃO, 2013).

Figura 25 – Poligonal do bairro do Cruzeiro, distrito de Icoaraci, Belém, Pará.



Fonte: Adaptada do banco de imagens do GOOGLE MAPS (2013).

### 5.1.6 Urbanização Riacho Doce e Pantanal 1ª Etapa

O bairro do Guamá (Figura 26) é um dos bairros mais populosos de Belém, pertence ao distrito do Guamá, Zona Sul do município de Belém. A poligonal que define o bairro tem limites compreendidos pela Passagem São Cristóvão, Passagem Alvino, Travessa 14 de Abril, Passagem Paulo Cícero, Passagem Albi Miranda Passagem Mucajás, Travessa 3 de Maio, Rua Silva Castro, Travessa 14 de Abril, Avenida Conselheiro Furtado, Passagem Nossa Senhora das Graças, Igarapé Tucunduba, Avenida Perimetral, Rua Augusto Corrêa, o limite do terreno da UFPA e Rio Guamá (SECRETARIA MUNICIPAL DE COORDENAÇÃO GERAL DO PLANEJAMENTO E GESTÃO, 2013). A urbanização para a comunidade do Riacho Doce e Pantanal, localizada no bairro do Guamá, prevê obras de arruamento, saneamento básico, eletrificação e provisão habitacional com a construção de bloco com 16 e 32 apartamentos, situado na Avenida Perimetral s/n - entre o Campus III da UFPA e a Associação dos Funcionários da UFPA (SECRETARIA NACIONAL DE HABITAÇÃO, 2013).

Figura 26 – Poligonal do bairro do Guamá, Belém-Pará.



Fonte: Adaptada do banco de imagens do GOOGLE MAPS (2013).

### 5.1.7 Residencial Jardim da Garças I e II

O Residencial Jardim das Garças I e II (Figura 27), está localizado ao norte de bairro Aratanha e oeste do bairro Jardim das Acácias, no município de Santa Izabel do Pará. Está composto de 528 unidades habitacionais dispostas em terremos independentes. Algumas das casas são habitadas por famílias remanejadas de área de risco físico (moradias que eram

constantemente alagadas). As famílias selecionadas pela Ação Social começaram a receber as residências novas em 2009 (CORREA, 2011).

Figura 27 – Residencial Jardim das Garças I e II, Santa Isabel do Pará, Pará.



Fonte: Adaptada do banco de imagens do GOOGLE MAPS (2013).

## 5.2 Benefitorias previstas

Na Tabela 3 está a descrição dos investimentos dos recursos públicos do OGU para a realização das ações de intervenção habitacional e urbana nos cinco empreendimentos analisados.

Cabe ao Governo do Estado do Pará a função de tomador, com o objetivo de beneficiar 6.610 famílias a partir da consolidação dos serviços: (a) Produção de 2.332 unidades habitacionais; (b) Melhoria de 537 unidades habitacionais; (c) Infraestrutura para abastecimento de água, esgotamento sanitário, rede de energia elétrica, iluminação pública, pavimentação, obras viárias e drenagem pluvial e (d) Equipamentos comunitários como: centro comunitário, praças e quadras de esportes (SECRETARIA NACIONAL DE HABITAÇÃO, 2013), (PLANO DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO, 2013).

Tabela 3 – Total de beneficiados e investimento.

Nº	INTERVENÇÃO	FAMÍLIAS BENEFICIADAS	VALOR INVESTIMENTO (R\$)
01	Comunidade Pratinha	1.645	30.088.854,52
02	Comunidade Fé em Deus	1.689	22.545.464,49
03	Taboquinha	1.862	68.497.025,00
04	Comunidade Riacho Doce e Pantanal 1ª Etapa	886	11.933.004,09
05	Residencial Jardim das Garças	528	7.472.044,13
TOTAL		6.610	140.536.392,23

Fonte: Secretaria Nacional de Habitação (2013).

### 5.3 Descrição física das unidades residenciais para a Provisão Habitacional e PMCMV Faixa 1

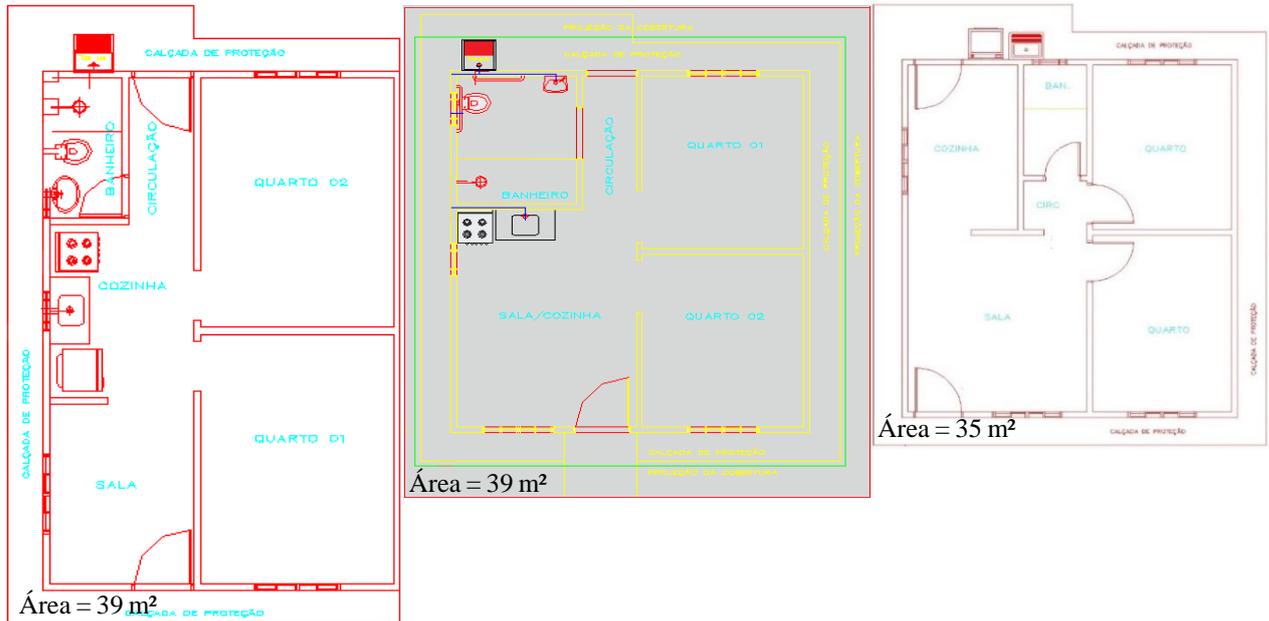
A provisão habitacional consiste na redistribuição de famílias de áreas de risco<sup>52</sup> ou a compensação por desapropriação de imóvel frente a necessidade de realização das obras como arruamento, saneamento, eletrificação ou outras obras de interesse comum. O PMCMV Faixa 1, destina-se ao incentivo financeiro para famílias de baixa renda adquirirem a casa própria.

As unidades habitacionais que foram analisadas são construções em alvenaria de 35 m<sup>2</sup> a 51 m<sup>2</sup>, entregues com acabamento em pintura, piso em cimento, sem forro, banheiro interno, com esquadrias de portas e janela em alumínio ou madeira de lei. As unidades menores são divididas em sala/cozinha, quarto de casal, quarto para duas pessoas, banheiro, circulação e área de serviço externa. Nas maiores existe um terceiro quarto. Dependendo do local, foram erguidas em terrenos unifamiliares ou multifamiliares (Figura 28).

Nas duas comunidades Pratinha e Fé em Deus e no Residencial Jardim das Garças I e II foram construídas unidades térreas em terrenos unifamiliares. No Residencial Taboquinha e na provisão habitacional da urbanização da comunidade Riacho Doce e Pantanal 1ª Etapa foram construídos blocos multifamiliares com 4 e 16 apartamentos, respectivamente (Figura 29).

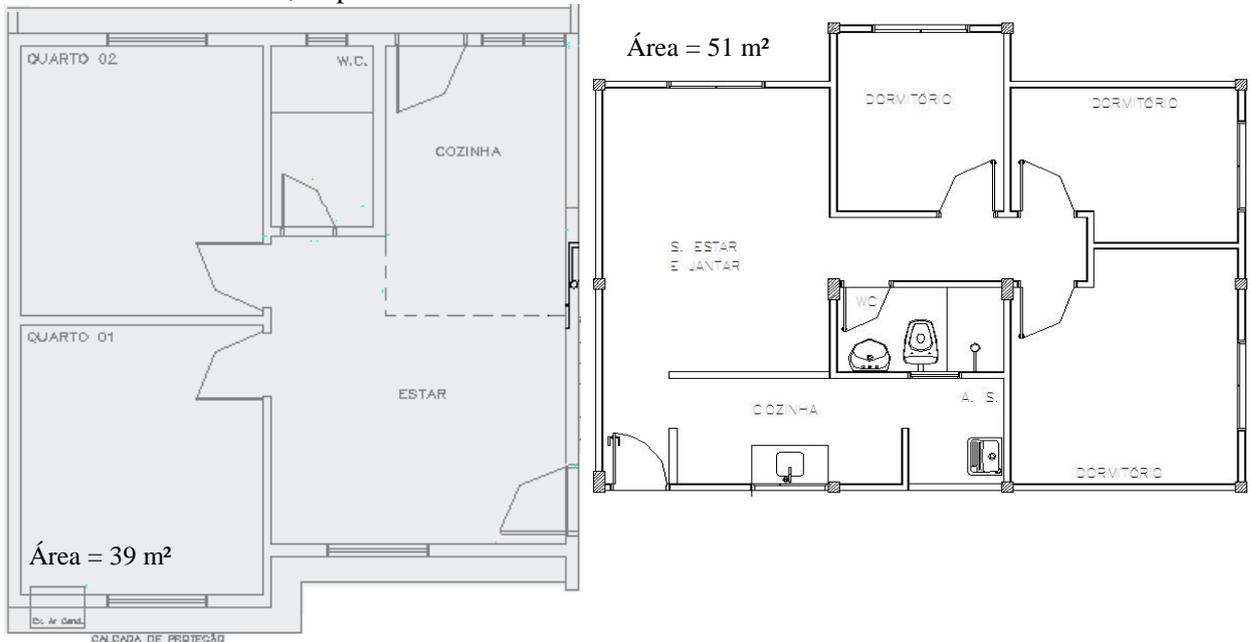
<sup>52</sup> São consideradas áreas de risco aquelas impróprias a situação de residências como: áreas com possibilidade de enchentes, deslizamento de terra e contaminadas por resíduos tóxicos.

Figura 28 - Plantas baixas das unidades residenciais nas comunidades da Pratinha e Fé em Deus e no Residencial Jardim das Garças I e II.



Fonte: Adaptada da Companhia de Habitação – Pará (2007); (2009).

Figura 29 - Plantas baixas das unidades habitacionais dos Residencial Taboquinha e Comunidade Riacho Doce e Pantanal, respectivamente.



Fonte: Adaptada da Companhia de Habitação – Pará (2007); (2009).

As Portarias N<sup>o</sup> 363, de 12 de agosto de 2013 e N<sup>o</sup> 465 de 03 de outubro de 2011 dispõe no Anexo I as especificações mínimas para a contratação de unidades residenciais na configuração de casa e apartamento, respectivamente. Onde, está determinado área útil de casa mínima de 36 m<sup>2</sup> e apartamento de 37 m<sup>2</sup>, o projeto mínimo deve conter sala, 1 dormitório para

casal, 1 dormitório para duas pessoas, cozinha, área de serviço e banheiro. Destaca-se as especificações mínimas do projeto elétrico/telefônicas para casas onde, estão determinados o número de tomadas elétricas: 2 na sala, 4 na cozinha, 1 na área de serviço, 2 em cada dormitório, 1 tomada no banheiro e mais 1 tomada para chuveiro elétrico (mesmo em caso de aquecimento solar). A mesma distribuição é dita para apartamentos acrescentando um ponto de tomada na área de serviço (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2013).

#### 5.4 Análises dos projetos elétricos das unidades residenciais do item Provisão Habitacional do PAC e do PMCMV Faixa 1

##### 5.4.1 Comunidades Pratinha e Fé em Deus

Ferreira (2013) e Lameira (2013) analisaram a “Planta Baixa – Instalações Hidráulicas Elétricas com Aterramento e Esgoto Sanitário” das duas configurações para a provisão habitacional das comunidades Pratinha e Fé em Deus (Figura 30), que corresponde as construções térreas de 39 m<sup>2</sup> em terrenos unifamiliares e/ou multifamiliares e, verificaram o nível de necessidade de SPDA. Na análise foram detectadas não conformidades com as NBR 5410:2004 relacionadas a quantidade mínima de pontos de tomadas e iluminação de ambientes destacada na Tabela 4. A carga instalada 2080W corresponde a alimentação monofásica.

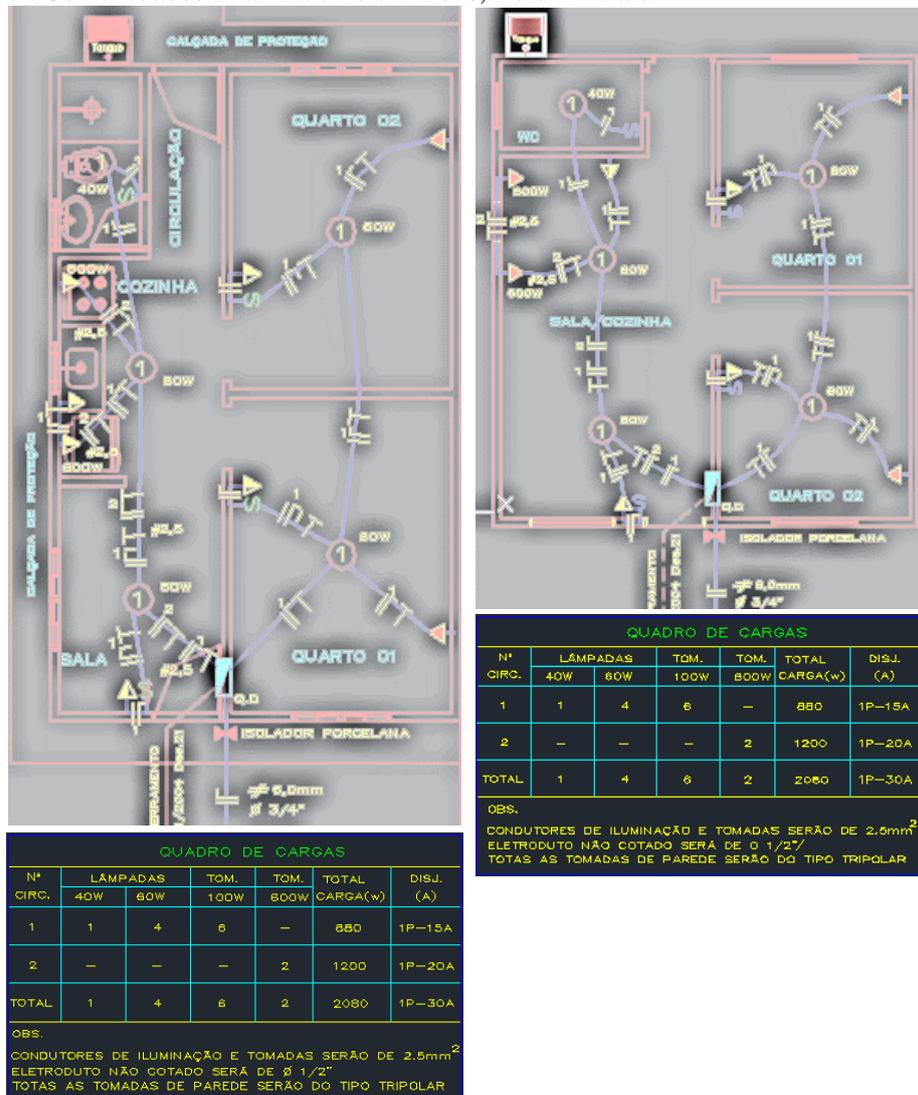
Tabela 4 – Destaque para as divergências de Projeto e Norma relacionada aos elementos elétricos descritos nos Projetos Elétricos das casas populares Tipo 1 e 2.

PONTO	PLANTA TIPO 1 (2 DORMITÓRIOS)	
	PROJETO	NBR 5410:2004
	Nº/Cômodo/W/área (m <sup>2</sup> )	Nº/Cômodo/W/área (m <sup>2</sup> )
Luz	1/banheiro/40W/2,01 1/cozinha/60W/5,10 1/sala/60W/5,10 1/quarto 01/60W/9,95 1/quarto 02/60W/9,95 0/circulação/0W/1,92	1/banheiro/ <b>100W</b> /2,01 1/cozinha/ <b>100W</b> /5,10 1/sala/ <b>100W</b> /5,10 1/quarto 01/ <b>100W</b> /9,95 1/quarto 02/ <b>100W</b> /9,95 <b>1</b> /circulação/ <b>100W</b> /1,92
Tomada	Nº/Cômodo/VA/Perímetro (m)  0/banheiro/0VA/6,09 3 TUG/cozinha/1300VA/9,11 1 TUG/sala/100VA/ 9,11 2 TUG/quarto 01/200VA/12,8 2 TUG/quarto 02/200VA/12,8 0/circulação/0W/6,12	Nº/Cômodo/ VA /Perímetro (m)  <b>1</b> TUG/banheiro/ <b>600 VA</b> /6,09 3 TUG/cozinha/1300 VA /9,11 <b>2</b> TUG/sala/ <b>200VA</b> / 9,11 2 TUG/quarto 01/200VA/12,8 2 TUG/quarto 02/200VA/12,8 <b>1</b> /circulação/ <b>100VA</b> /4,6

PONTO	PLANTA TIPO 2 (2 DORMITÓRIOS)	
	PROJETO	NBR 5410:2004
	Nº/Cômodo/W/área (m <sup>2</sup> )	Nº/Cômodo/W/área (m <sup>2</sup> )
Luz	1/banheiro/40W/2,36 2/sala-cozinha/120W/14,91 1/quarto 01/60W/8,38 1/quarto 02/60W/8,38 0/circulação/0W/1,17	1/banheiro/100W/2,36 3/sala-cozinha/220W/14,91 1/quarto 01/100W/8,96 1/quarto 02/100W/8,96 1/circulação/100W/1,17
Tomada	Nº/Cômodo/VA/Perímetro (m) 0/banheiro/0VA/6,34 4 TUG/sala-cozinha/1400VA/15,93 2 TUG/quarto 01/200VA/11,6 2 TUG/quarto 02/200VA/11,6 0/circulação/0VA/4,44	Nº/Cômodo/ VA /Perímetro (m) 1 TUG/banheiro/600 VA/6,34 5 TUG/sala-cozinha/1500VA /15,93 2 TUG/quarto 01/200VA/11,6 2 TUG/quarto 02/200VA/11,6 1/circulação/100VA/4,6

Fonte: Ferreira (2013); Lameira (2013).

Figura 30 - Projeto elétrico Planta Tipo 1 (esquerda) e Planta Tipo 2 (direita) das unidades residenciais da Comunidades Pratinha e Fé em Deus, Belém – Pará.



Fonte: Adaptada da Companhia de Habitação – Pará (2007).

Para a realização do cálculo, que definiu as necessidades de SPDA, Ferreira (2013) e Lameira (2013) consideraram para Belém<sup>53</sup>  $T_d = 100$ , que aplicado na Equação (1) resultou em:

$$N_g = 12,649 [km^2/ano]$$

Na definição da área de exposição foi incluída a calçada de proteção. Calculada para a Planta Tipo 1 o comprimento  $L = 9,31m$ , largura  $W = 5,50m$ . A altura  $H = 4m$ , foi estimada segundo a NBR 15575-1:2013 ao valor mínimo de pé direito da construção civil térrea.

Utilizando a Equação (3) foi calculada a área de exposição:

$$Ae = LW + 2LH + 2WH + \pi.H^2 = 219,95 [m^2]$$

Utilizando a Equação (2) foi calculada a frequência média anual previsível:

$$N_d = N_g . Ae . 10^{-6} = 0,0027 [por ano]$$

Aplicados os fatores de ponderação, descritos no item 6.3.3.3 na NBR 5419:2005, obteve-se a frequência provável de raio ( $N_{dc}$ ):

$$N_{dc} = N_d . (FA) . (FB) . (FC) . (FD) . (FE) [por ano] \quad (8)$$

$$N_{dc} = 0,0027 . (1,2) . (1) . (0,3) . (0,4) . (0,3) [por ano]$$

$$N_{dc} = 1,166 . 10^{-8} [por ano]$$

Com  $N_{dc} \leq 10^{-5}$ , a estrutura dispensa o SPDA. O mesmo ocorreu com a planta Tipo 2. Ferreira (2013) e Lameira (2013) concordam que as necessidades de SPDA deveriam ser repensadas, por existir fatores de potencializam acidentes elétricos atmosféricos como a presença de várias antenas de TV e a expressiva densidade de raios da região.

#### 5.4.2 Residencial Taboquinha.

O Residencial Taboquinha foi construído em bloco com quatro apartamentos com 39 m<sup>2</sup> cada. A carga total instalada de 4220W corresponde a alimentações monofásicas e bifásicas.

---

<sup>53</sup> Número de dias de trovoadas por ano obtido de mapas isoceráunico do Brasil conforme observações de 1971 a 1995.

Figura 31 - Visão lateral do Residencial Taboquinha, Belém - PA.



Fonte: Centro Gestor do Sistema de Proteção da Amazônia (2013).

Do estudo sobre as características socioeconômicas das famílias beneficiadas com as unidades residenciais no Residencial Taboquinha, as peculiaridades do projeto elétrico das residências, circunstâncias de risco elétrico encontradas e as necessidades de segurança elétrica, destaca-se:

(a) *Resultados da análise do projeto elétrico*

Foram entradas divergências de projeto (Figura 32), execução e especificação da NBR 5410:2004, destacadas nas Tabelas 5 e 6.

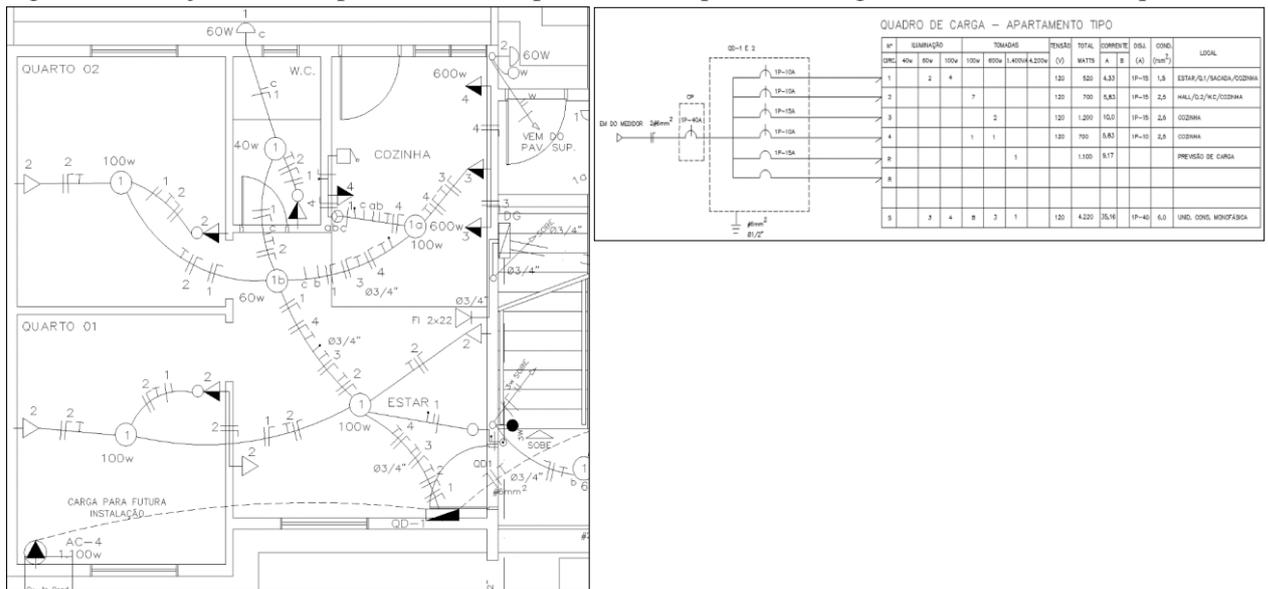
Tabela 5 – Descrição de elementos elétricos das unidades residenciais.

PONTO	PROJETO	NBR 5410:2004*
	Nº/Cômodo/W/área (m <sup>2</sup> )	Nº/Cômodo/W/área (m <sup>2</sup> )
Luz	1/banheiro/40W/2,58	1/banheiro/ <b>100W</b> /2,58
	1/cozinha/100W/6,72	1/cozinha/100W/6,72
	1/sala/100W/9,18	1/sala/100W/9,18
	1/quarto 01/100W/8,96	1/quarto 01/100W/8,96
	1/quarto 02/100W/8,96	1/quarto 02/100W/8,96
	1/circulação/60W/1,3	1/circulação/ <b>100W</b> /1,3
Tomada	Nº/Cômodo/VA/Perímetro (m)	Nº/Cômodo/ VA /Perímetro (m)
	1 TUG/banheiro/100VA/6,7	1 TUG/banheiro/ <b>600VA</b> /6,7
	4 TUG/cozinha/1900VA /10,6	4 TUG/cozinha/1900VA /10,6
	2 TUG/sala/200VA/12,3	2 TUG/sala/200VA/12,3
	2 TUG + 1 TUE/quarto 01/1600VA/12	2 TUG + 1 TUE/quarto 01/1600VA/12
	2 TUG/quarto 02/200VA/12	2 TUG/quarto 02/200VA/12
0/circulação/0/4,6	0/circulação/ <b>100VA</b> /4,6	

\*Quantidade mínima.

Fonte: Brasileiro (2014).

Figura 32 - Projeto elétrico por unidade de apartamento e quadro de carga no Residencial Taboquinha.



Fonte: Companhia de Habitação – Pará (2007 apud Brasileiro, 2014, p. 46).

O dimensionamento dos cabos por circuito está em conformidade com a NBR 5410:2004, mas para o dimensionamento dos disjuntores, há discrepâncias com a NBR 5410:2004, pois diz a norma que a corrente nominal do dispositivo de proteção deve ser maior ou igual a corrente de projeto e menor ou igual à capacidade máxima de corrente no condutor.

Tabela 6 – Dimensionamento dos disjuntores por circuito.

CIRCUITO	CORRENTE DE PROJETO	DISJUNTOR NA PLANTA	CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE	DISJUNTOR APROPRIADO
1	4,33A	1P – 15A	17,5 <sup>a</sup>	1P – 10A
2	5,83A	1P – 15A	24 <sup>a</sup>	1P – 10A
3	10A	1P – 15A	24 <sup>a</sup>	1P – 15A
4	5,83A	1P – 10A	24 <sup>a</sup>	1P – 10A
<b>Distribuição</b>	<b>35,16A</b>	<b>1P – 40A</b>	<b>41<sup>a</sup></b>	<b>1P – 40A</b>

Fonte: Brasileiro (2014, p.51).

Nas visitas técnicas foram percebidas diferenças entre o projetado e executado relativo a instalação dos disjuntores; na Figura 33 é retratada a instalação de dois disjuntores de 10A e dois de 15A, quando foi projetado um de 10A e três de 15A.

Figura 33 - Visão do quadro de disjuntores no interior das residências.



Fonte: Centro Gestor do Sistema de Proteção da Amazônia (2013 apud Brasileiro, 2014, p.51).

*(b) Resultado da necessidade de SPDA*

Foram verificadas as necessidades de SPDA, seguindo as determinações da NBR 5419:2005.

Utilizando o  $N_g = 12,649 [km^2/ano]$ , primeiro foi analisado a necessidade de SPDA para a área referente a um bloco com quatro apartamentos (2 térreos e 2 superiores), cujo comprimento (L) e largura (W) foram atribuídos os valores descritos no projeto elétrico do residencial e a altura (H) aproximou-se ao valor mínimo de pé direito da construção civil para dois pavimentos, segundo a NBR 15575-1:2013.

Utilizando,  $L = 16m$ ;  $W = 14m$  e  $H = 8m$  na Equação (3), calculou-se a área de exposição  $A_e = 905,061m^2$ . Na sequência, utilizando os valores de  $N_g$  e  $A_e$  na Equação (2) obteve-se a frequência média anual previsível  $N_d = 0,0114 [por\ ano]$ .

Aplicados os fatores de ponderação descritos no item 6.3.3.3 na NBR 5419:2005 na Equação (4), foi encontrado o  $N_{dc}$ :

$$N_{dc} = N_d \cdot (FA) \cdot (FB) \cdot (FC) \cdot (FD) \cdot (FE) [por\ ano]$$

$$N_{dc} = 0,0114 \cdot (1,2) \cdot (1) \cdot (0,3) \cdot (0,4) \cdot (0,3) [por\ ano]$$

$$N_{dc} = 4,9248 \cdot 10^{-4} [por\ ano]$$

Com, o  $N_{dc}$  atendendo, o critério de  $10^{-3} > N_{dc} > 10^{-5}$  a conveniência de um SPDA deve ser tecnicamente justificada e decidida por acordo entre projetista e usuário, justificando o fato de não ter sido incluído no projeto elétrico.

Na segunda consideração Brasileiro (2014), refaz os cálculos para blocos com oito apartamentos (4 térreos e 4 superiores). Alterando o comprimento  $L = 32\text{m}$  e considerando os mesmos valores para  $W$  e  $H$ , foram obtidos:  $A_e = 1.353,061\text{m}^2$ ,  $N_d = 0,0175$  [por ano] e  $N_{dc} = 7,56 \cdot 10^{-4}$  [por ano]. Ressalta-se que o aumento da área de exposição não modificou o critério para a adoção do SPDA.

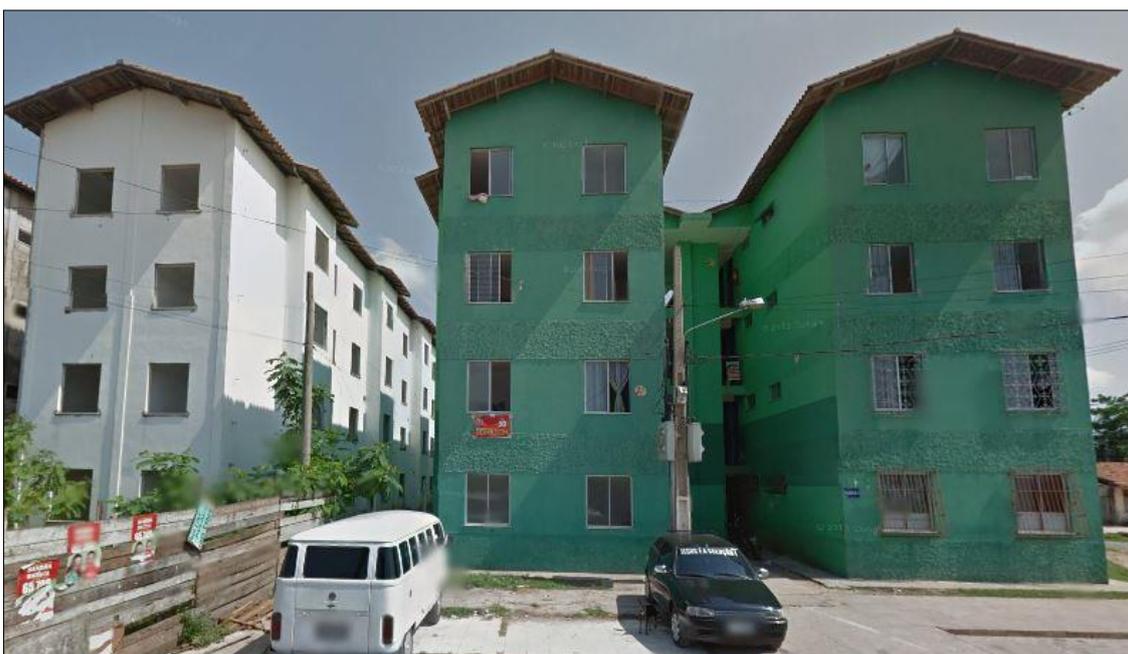
Brasileiro (2014), lembra que o fenômeno das descargas atmosféricas é complexo e probabilístico, para tal deve ser considerada a discussão sobre as características elétricas da Amazônia, em especial a região de estudo, concluindo que diante das muitas peculiaridades físicas, sociais e econômicas indica ser necessária à instalação de SPDA neste empreendimento.

#### 5.4.3 Provisão Habitacional para a Comunidade Riacho Doce e Pantanal 1ª Etapa

Em 2008 foi firmado o contrato entre a COHAB e as empresas ARTEPLAN, Projetos e Construções, Consórcio Viver e Consórcio Associados responsáveis pelas obras de urbanização e provisão habitacional da comunidade Riacho Doce e Pantanal, referente a 1ª, 2ª e 3ª Etapa, respectivamente. Para a 1ª Etapa estavam previstos a construção de 160 apartamentos para a provisão habitacional (COMPANHIA DE HABITAÇÃO - PARÁ, 2008).

No geral, o residencial é composto por blocos com 16 apartamentos (bloco simples) e com 32 apartamentos (bloco conjugado). A Figura 34 retrata o bloco conjugado (em verde) que foi indicado pela CAO e técnicos do setor social para a realização dessa pesquisa.

Figura 34 – Vista frontal do bloco conjugado para a provisão habitacional da comunidade Riacho Doce e Pantanal.



Fonte: GOOGLE MAPS (2013).

Souza (2014), realizou o estudo das necessidades elétricas e análise de SPDA nos módulos residenciais da provisão habitacional do PAC 1 para a comunidade Riacho Doce e Pantanal, desse estudo destaca-se:

(a) *Resultado da análise do projeto elétrico*

Foram encontradas divergências entre o projeto elétrico (Figura 35) e a NBR 5410:2004 especificadas na Tabelas 7, referente a: potência de iluminação; quantidade e/ou potência de tomadas de uso geral e específico e superdimensionamento no disjuntor geral (quando a potência máxima submetida ao fator de demanda resulta em 36,1A).

O dimensionamento de circuitos, eletrodutos e a malha de aterramento seguem os padrões estabelecidos na NBR 5410:2004.

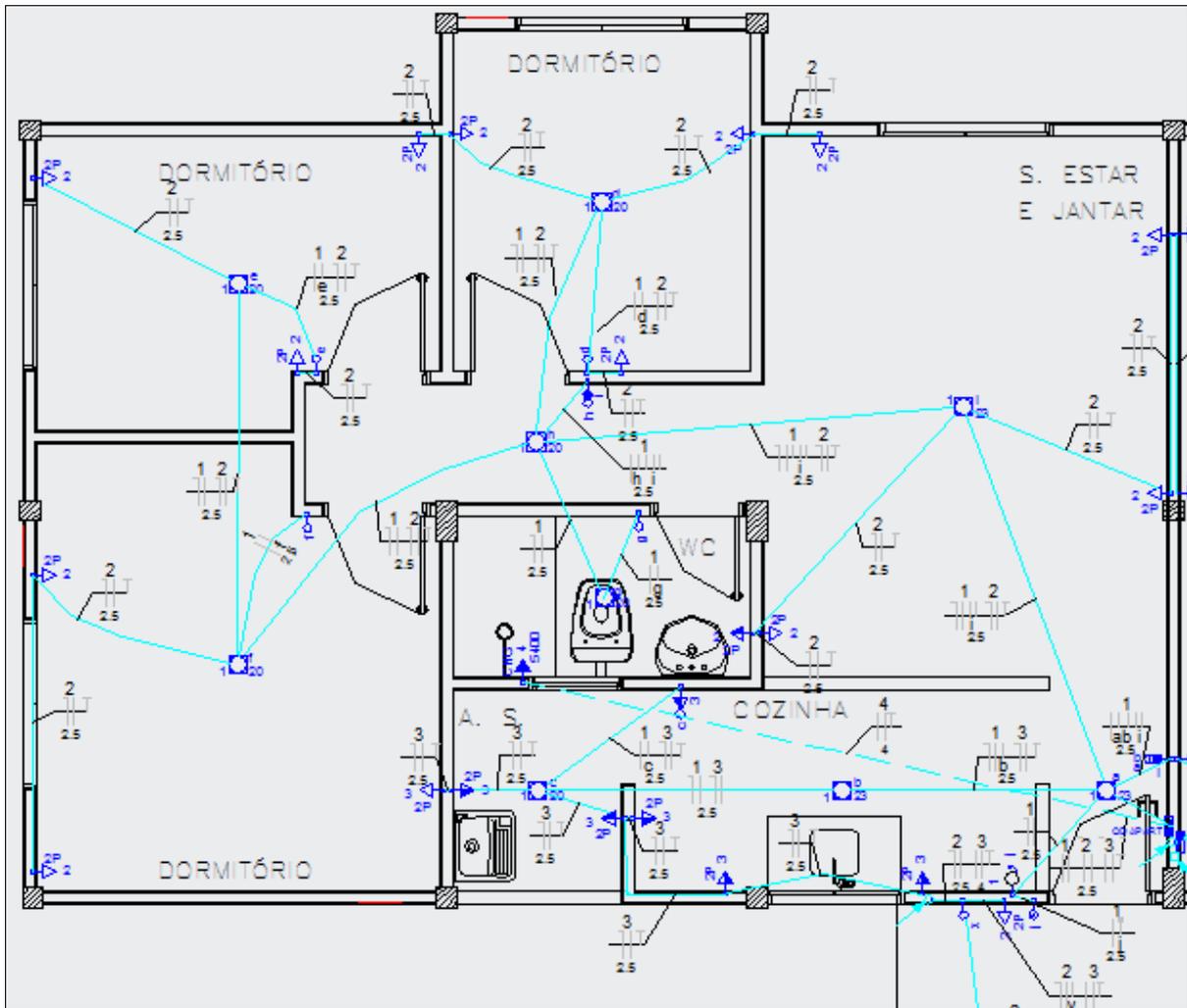
Tabela 7 – Análise do projeto elétrico conforme a NBR 5410:2004.

PONTO	PLANTA 3 DORMITÓRIOS	
	PROJETO	NBR 5410:2004*
	Nº/Cômodo/W/área (m <sup>2</sup> )	Nº/Cômodo/W/área (m <sup>2</sup> )
Luz	1/banheiro/20W/2,67 1/cozinha/23W/4,53 1/sala/23W/12,37 1/quarto 01/20W/5,7 1/quarto 02/20W/6,21 1/quarto 03/20W/9,6 1/circulação/20W/3,08 1/hall da entrada/23W/1,44 1/área de serviço/20W/1,9	1/banheiro/100W/2,67 1/cozinha/100W/4,53 1/sala/160W/12,37 1/quarto 01/100W/5,7 1/quarto 02/100W/6,21 1/quarto 03/100W/9,6 1/circulação/100W/3,08 1/hall da entrada/100W/1,44 1/área de serviço/100W/1,9
Tomada Uso Geral	Nº/Cômodo/VA/Perímetro (m) 1/banheiro/100 VA/6,86 4/cozinha/400 VA/9,01 4/sala/400 VA/14,23 3/quarto 01/300 VA/9,58 3/quarto 02/300 VA/10,49 3/quarto 03/300 VA/12,86 0/circulação/0 VA/5 0/hall da entrada/ 0 VA/4,12 2/área de serviço/200 VA/ 5,55	Nº/Cômodo/ VA /Perímetro (m) 1/banheiro/600 VA /6,86 3/cozinha/1800 VA /9,01 3/sala/300 VA /14,23 2/quarto 01/200 VA/9,58 3/quarto 02/300 VA /10,49 3/quarto 03/300 VA /12,86 1/circulação/100 VA/5 1/hall da entrada/100 VA/4,12 2/área de serviço/1200 VA/5,55
Tomada Uso Específico	Nº/Cômodo/VA/Perímetro (m) 1/banheiro/5400 VA/6,86	Nº/Cômodo/ VA /Perímetro (m) 1/banheiro/5400 VA /6,86 1/cozinha/2353 VA /9,01 1/sala/735,3 VA /14,23 1/quarto 01/735,3 VA /9,58 2/quarto 02/1529,5 VA /10,49 1/área de serviço/1875 VA/5,55

\*Quantidade mínima.

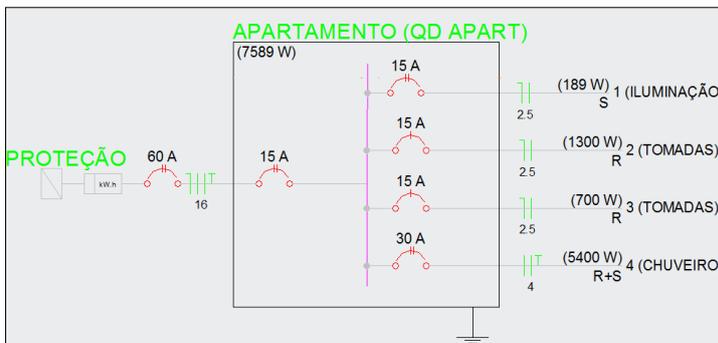
Fonte: Souza (2014, p.52-59).

Figura 35 – Projeto Elétrico Planta com três dormitórios.



Quadro de Cargas (APARTAMENTO)

Circuito	Descrição	Esquema	Método de inst.	V (V)	Iluminação (W)	Tomadas (W)	Pot. total (VA)	Pot. total (W)	Fases	Pot. - R (W)	Pot. - S (W)	Pot. - T (W)	FCT	FCA	In' (A)	Seção (mm <sup>2</sup> )	Ic (A)	Disj (A)	d/ par (%)	d/ total (%)	Status
1	ILUMINAÇÃO	F+N	B1	127 V	20 23 0 100 5400		289	189	S		189		1.00	0.70	3.3	2.5 24.0	15.0			4.57	Ok
	a						23	23	S		23			0.70	1.2	2.5 24.0					Ok
	b						23	23	S		23			0.70	0.9	2.5 24.0					Ok
	c				1		20	20	S		20			0.70	1.4	2.5 24.0					Ok
	d				1		20	20	S		20			0.70	0.7	2.5 24.0					Ok
	e				1		20	20	S		20			0.70	0.4	2.5 24.0					Ok
	f				1		20	20	S		20			0.70	0.2	2.5 24.0					Ok
	g				1		20	20	S		20			0.70	1.6	2.5 24.0					Ok
	h				1		20	20	S		20			0.70	2.1	2.5 24.0					Ok
	i					1	23	23	S		23			0.70	1.9	2.5 24.0					Ok
	j						100	0	S		0			0.70	3.3	2.5 24.0					Ok
2	TOMADAS	F+N	B1	127 V		13	1444	1300	R	1300			1.00	0.70	16.2	2.5 24.0	15.0			4.57	Ok
3	TOMADAS	F+N	B1	127 V		7	778	700	R	700			1.00	0.70	9.7	2.5 24.0	15.0			4.57	Ok
4	CHUVEIRO	F+F+T	B1	220 V		1	5400	5400	R+S	2700	2700		1.00	1.00	24.5	4 32.0	30.0			4.57	Ok
TOTAL					6 3 1 20 1		7911	7589	R+S	4700	2889										



Fonte: Adaptada Companhia de Habitação – Pará (2008).

*(b) Resultado da análise de necessidade do SPDA*

Souza (2014) refez os cálculos para verificar as necessidades de SPDA nos blocos simples (16 apartamentos), usando as dimensões: Altura (H)  $\approx$  10m; Comprimento (L) = 17,7m; Largura (W) = 17,1m;  $N_g = 12,649$ [por  $\text{Km}^2/\text{ano}$ ]; fatores de ponderações para edifícios residenciais (1,2), construções em alvenaria (1), efeito direto das descargas atmosférica em residências comuns (0,3), localização área com poucas estruturas ou árvores de altura similar (1) e topografia de planície (0,3). E utilizado as Equações (2), (3) e (4) chegou ao valor  $N_{dp} = 1,793445 \times 10^{-3}$  e atendendo ao critério  $N_{dc} \geq 10^{-3}$ , a frequência provável de raio indica que a estrutura requer um SPDA.

Na análise do projeto elétrico foi verificado que consta um SPDA tipo Gaiola de Faraday e foi visualmente comprovada a execução, porém na Figura 36, obtida no momento das vistorias, retrata a ausência dos cabos de conexão com o aterramento no local instalado. Segundo, depoimento dos moradores foram furtados. Indicando a carência de conhecimento popular sobre proteção e os agravantes sociais existentes na comunidade.

Figura 36 – Detalhes do SPDA e furto dos cabos de aterramento.



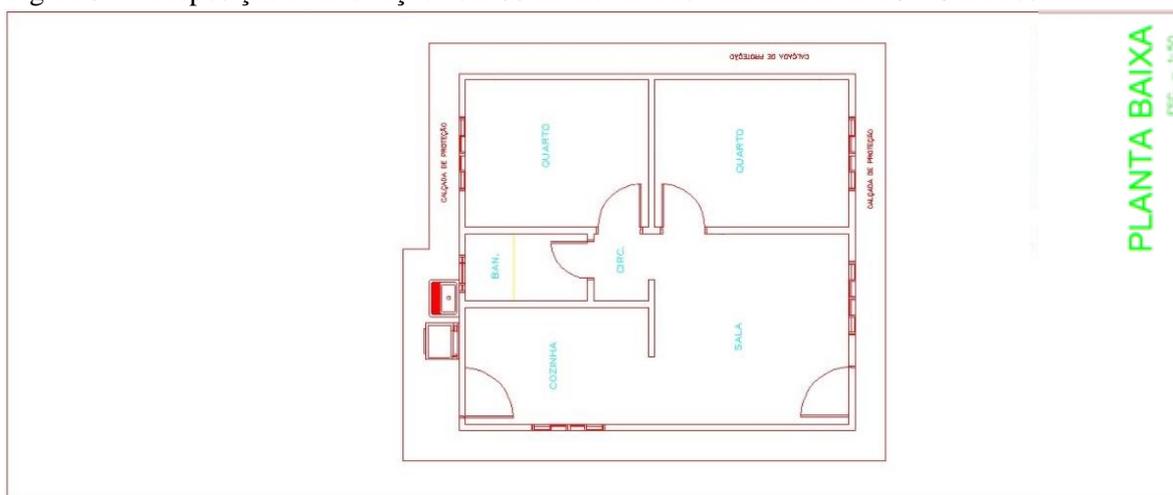
Fonte: Centro Gestor do Sistema de Proteção da Amazônia (2013).

A análise de Souza (2014) alerta sobre a possibilidade de acidentes elétricos nos apartamentos por aquecimento dos condutores, consequência da sobrecarga das tomadas, que projetadas para uso geral com potência máxima de 100VA, caso seja utilizada por aparelhos com potência superior, visto que o número de tomadas de uso específico é inferior a quantidade de aparelhos com essa necessidade. Relacionado ao SPDA foi projetado e executado o sistema Gaiola de Faraday, mas com o roubo dos cabos condutores de aterramento inutiliza a proteção e os moradores estão à mercê dos intemperes da natureza.

#### 5.4.4 Residencial Jardim das Garças I e II

O Residencial Jardim das Garças I e II foi construído com habitações populares medindo 35 m<sup>2</sup>, posicionadas aproximadamente no centro dos terrenos unitários com dimensões de 20 x 8 metros.

Figura 37 – Disposição da habitação com 35 m<sup>2</sup> no terreno unifamiliar de 20 x 8 metros.



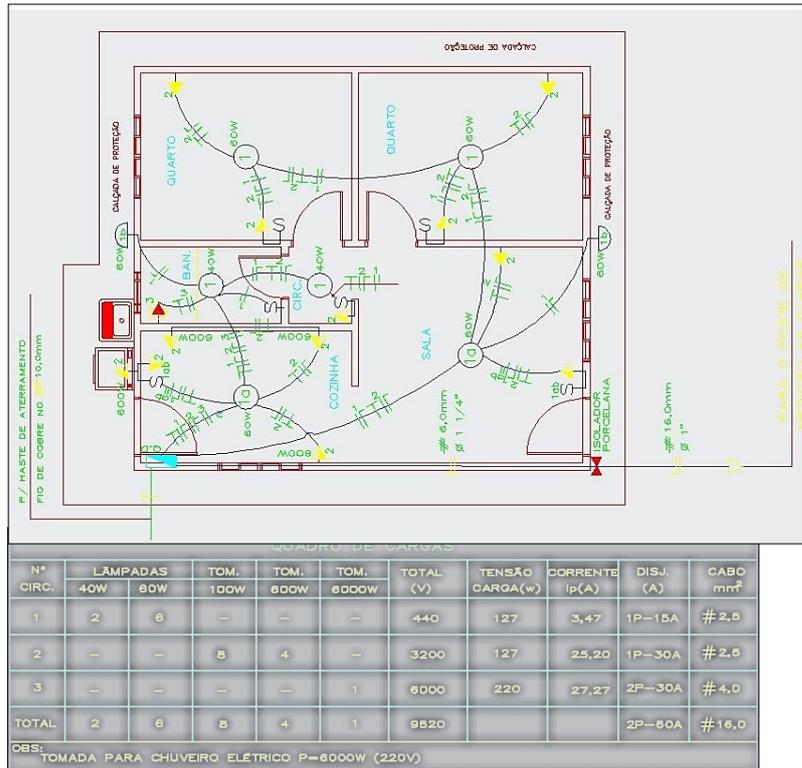
Fonte: Adaptada Companhia de Habitação – Pará (2009).

Moura (2014) analisou o projeto elétrico das unidades residenciais para verificar a aplicação das normas reguladoras NBR 5410:2004 e NBR 5419:2005 e o nível de segurança elétrica. Desse estudo destaca-se:

##### (a) Resultado da análise do projeto elétrico

A alimentação utilizada nesta planta é monofásica, mas está descrito no quadro de cargas (Figura 38) a instalação do chuveiro elétrico com potência nominal de 6000 W e tensão 220 V.

Figura 38 – Planta Elétrica e quadro de cargas da unidade habitacional 35 m<sup>2</sup> (2 quartos, banheiro, sala/cozinha).



Fonte: Companhia de Habitação – Pará (2009 apud Moura, 2014).

Na Tabela 8 compara-se a quantidade e potência dos pontos de luz e tomadas (TUG e TUE) encontrados no projeto com as considerações mínimas descritas na NBR 5410:2004, as disparidades estão grafadas em negrito.

Tabela 8 – Análise do projeto elétrico conforme a NBR 5410:2004.

PONTO	PLANTA (2 DORMITÓRIOS)	
	PROJETO	NBR 5410:2004*
	N°/Cômodo/W/área (m <sup>2</sup> )	N°/Cômodo/W/área (m <sup>2</sup> )
Luz	1/banheiro/40W/2,10	1/banheiro/ <b>100W</b> /2,10
	1/cozinha/60W/5,60	1/cozinha/ <b>100W</b> /5,60
	1/sala/60W/9,66	1/sala/ <b>160W</b> /9,66
	1/quarto 01/60W/7,18	1/quarto 01/ <b>100W</b> /7,18
	1/quarto 02/60W/7,18	1/quarto 02/ <b>100W</b> /7,18
	1/circulação/40W/0,97	1/circulação/ <b>100W</b> /0,97
	1/área de serviço/60W/2,97	1/área de serviço/ <b>100W</b> /2,97
	1/entrada/60W/---	1/entrada/60W/---
Tomada Uso Geral	N°/Cômodo/W/Perímetro (m)	N°/Cômodo/ W /Perímetro (m)
	0/banheiro/0W/6,07	<b>1</b> /banheiro/ <b>600 W</b> /6,07
	<b>4</b> /cozinha/ <b>1900W</b> /9,66	3/cozinha/1800W /9,66
	2/sala/200W/12,44	3/sala/300 W/12,44
	2/quarto 01/200W/10,79	2/quarto 01/200 W/10,79
	2/quarto 02/200W/10,79	2/quarto 02/300 W /10,79
1/circulação/100W/3,93	1/circulação/100 W/3,93	

	1/área de serviço/600W/ 7,91	2/área de serviço/1200 W/7,91
Tomada Uso Específico	<b>Nº/Cômodo/VA/Perímetro (m)</b>	<b>Nº/Cômodo/ VA /Perímetro (m)</b>
	1/banheiro/6000VA/6,07	1/banheiro/5400 VA /6,07

\*Quantidade mínima.

Fonte: Moura (2014).

Quanto ao dimensionamento de condutores e eletrodutos não foram observadas não conformidades com a NBR 5410:2004, mas correlacionado a dimensionamento de disjuntores sim. Também não foram encontrados dispositivos de proteção extra como DR(s) em áreas como lavanderia, banheiro e cozinha.

#### (b) Resultado da necessidade de SPDA

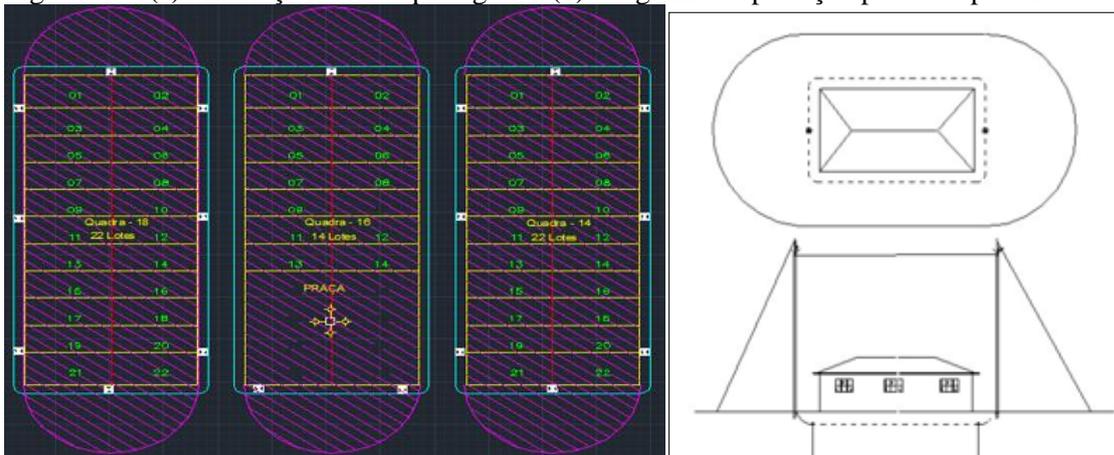
Devido as condições ambientais da Amazônia, Moura (2014) analisou a necessidade de SPDA para as residências e, a exemplo dos cálculos realizados por Ferreira (2013) e Lameira (2013), a frequência previsível de raios ( $N_{dp}$ ) para esta estrutura não requer um SPDA, justificando a falta no projeto elétrico. Contudo, em consideração aos agravantes ambientais, a presença de captores naturais (Figura 41) e número considerável de relato de acidentes atmosféricos na região, sugeriu a implementação de um SPDA apoiado na filosofia da proteção de Franklin por condutor, de modo que proteja quadra a quadra com exemplificado na Figura 42.

Figura 39 – Presença de grande número de antenas para o sinal de televisão.



Fonte: Centro Gestor do Sistema de Proteção da Amazônia (2013).

Figura 40 – (a) Simulação de área protegida e (b) Diagrama de proteção por cabo para-raios.



Fonte: Moura (2014).

## Capítulo 6 – METODOLOGIA

O objetivo principal desse estudo requer o entendimento das peculiaridades socioeconômicas das famílias beneficiadas com as residências populares dos programas de habitação do Governo Federal no Estado do Pará, assim como a análise dos projetos elétricos das unidades residenciais, para fins de verificação do nível de segurança elétrica.

Para chegar ao objetivo do estudo foi necessário a definição de alguns pontos:

- (a) Considerar amostra entre os empreendimentos para a provisão habitacional do PAC e Faixa 1 do PMCMV, visto ao grande volume de empreendimentos dessa natureza construídos no Pará.
- (b) Possibilidade de parceria com as entidades executoras e de fiscalização.
- (c) Unidades de casas populares entregues, há pelo menos um ano, assegurando a possibilidade de comparar o projeto elétrico executado com o projeto em planta e, a pesquisa de satisfação do uso do imóvel correlacionado as instalações elétricas.
- (d) Liberação do projeto elétrico das unidades habitacionais.

Os empreendimentos que atendem essas condições são: Comunidade Pratinha, Comunidade Fé em Deus, Riacho Doce e Pantanal 1ª Etapa e o Residencial Taboquinha localizados no município de Belém e Residencial Jardim das Garças I e II localizado no município de Santa Isabel do Pará.

A ideia de selecionar empreendimentos em Belém (grande metrópole) e Santa Isabel do Pará (pequeno município) consiste em mostrar as divergências socioambientais das cidades na Amazônia.

Não foi possível aplicar o questionário sobre os fatores de risco elétrico a todas as famílias dos cinco empreendimentos escolhidos, devido a insuficiência de recursos financeiros e profissionais, então foi considerada uma amostra de 187 famílias distribuídas conforme distribuição na Tabela 9.

Tabela 9 – Questionários sobre os fatores de riscos elétricos aplicados e percentual do total da produção habitacional referente aos cinco empreendimentos do estudo.

Nº	DESCRIÇÃO	PROD. HAB. <sup>1</sup>	UNID. ENT. <sup>2</sup>	FAM. RESP. <sup>3</sup>	% UNID. ENT. <sup>4</sup>
01	Comunidade da Pratinha	350	134	40	29,8
02	Urbanização Fé em Deus	200	100	45	45
03	Residencial Taboquinha	978	426	42	9,8
04	Comunidade Riacho Doce e Pantanal	886	37	16	43,2
05	Residencial Jardim das Garças I e II	528	528	44	8,3
<b>TOTAL</b>		<b>2942</b>	<b>1225</b>	<b>187</b>	<b>15,2</b>

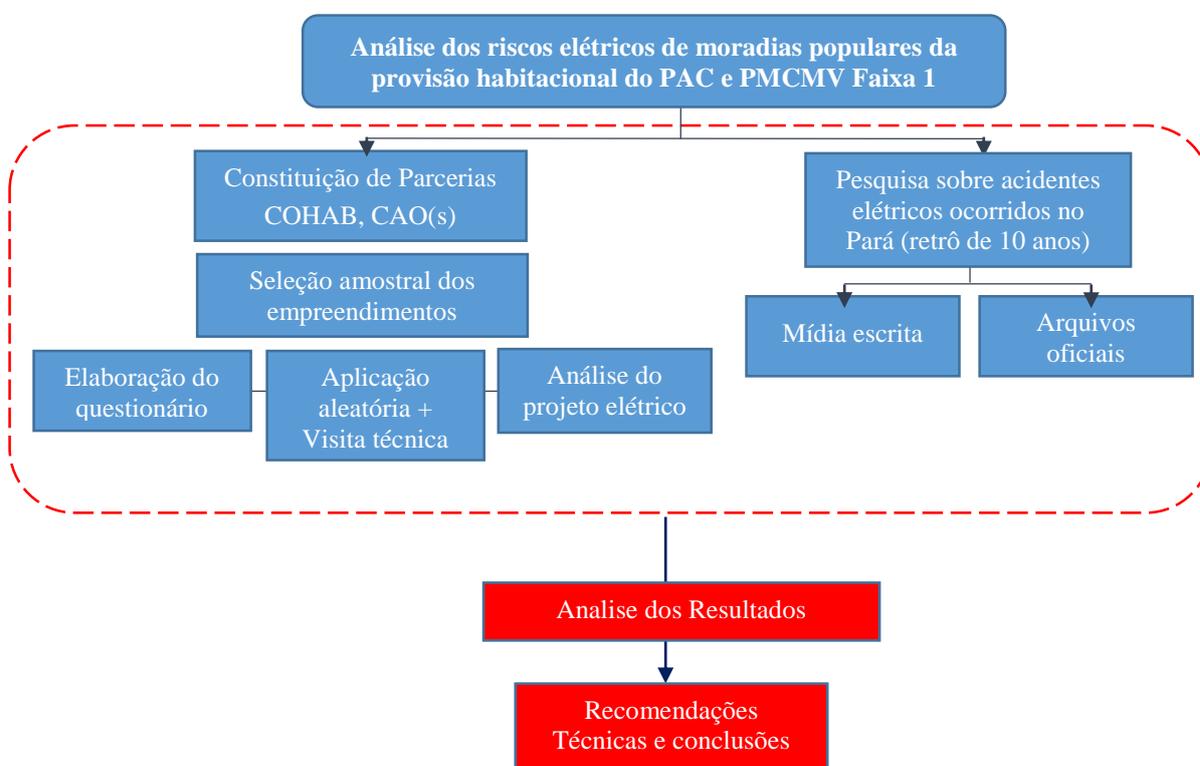
<sup>1</sup>PROD. HAB.: Produção habitacional prevista - números do PAC Fase 1 e PMCMV Faixa 1 (BRASIL, 2012); <sup>2</sup>UNID. ENT.: Unidade residenciais entregues até o momento da pesquisa (COMPANHIA DE HABITAÇÃO - PARÁ, 2013); <sup>3</sup>FAM. RESP.: Famílias respondentes e <sup>4</sup>Percentual referente as unidades entregues.

Ressalta-se, que as famílias que compõe a amostra nesse estudo, foram escolhidas aleatoriamente em cada empreendimento

Para respaldar a análise final foi necessário ainda a realização de pesquisa sobre os acidentes elétricos ocorridos no Pará, para isto foram pesquisados em fontes da mídia escrita e arquivos oficiais de Unidades do Corpo de Bombeiro, Instituto Médico Legal e Secretarias Municipais de Saúde Pública, considerando o período retroativo de 10 anos, com a intenção de conhecer as circunstâncias dos eventos e estabelecer critérios para a indicação de medidas mitigadoras para maior segurança de pessoas, animais, instalações e bens.

A metodologia adotada nesse estudo está disposta na Figura 41.

Figura 41 – Fluxograma da metodologia do estudo.



### 6.1 Processo construtivo do questionário sobre fatores de riscos elétricos

O entendimento do processo de construção e validação de um questionário é extremamente importante, pois se não houver fundamentação teórica coerente, a interpretação dos resultados pode ser comprometida (CUNHA et al., 2009).

O questionário sobre os fatores de risco elétrico foi um dos instrumentos adotados para a base de dados norteadora das reflexões sobre riscos elétricos, sugestões de melhoramento do

projeto elétrico e adequação regional das necessidades de proteção elétrica nas residências das populações de baixa renda para o estado do Pará.

Para a construção e validação semântica desse instrumento, destinado a coleta de dados sobre os riscos elétricos entre as famílias mutuárias/beneficiárias das ações da Provisão Habitacional do PAC 1 e PMCMV Fase 1, foi formada uma equipe com especialistas e prováveis respondentes (Tabela 10).

Tabela 10 – Competências dos integrantes da equipe responsável pela construção e validação semântica do questionário sobre os fatores de riscos elétricos.

MEMBROS	COMPETÊNCIAS
Mestranda em Eng. Elétrica	Licenciada em Matemática e Física com especialização em Metodologia de Ensino. Experiente na docência de Educação Básica.
Especialista	Graduada em Engenharia Elétrica com mestrado em Geofísica, doutorado em Geofísica e Pós-Doutorado em de Alta Tensão. Experiente em Engenharia Elétrica, com ênfase em Descargas Atmosféricas, Alta Tensão e Compatibilidade Eletromagnética. Tem atuado como revisora de trabalhos técnico científicos em vários congressos e revistas internacionais.
Especialista	Graduada em Engenharia Elétrica e licenciada em Física com mestrado em Engenharia Eletrônica e Computação e doutorado em Engenharia Elétrica. Experiente na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Telecomunicações e Processamento Digital de Sinais.
Especialista	Graduado em Engenharia Civil com Mestrado e Doutorado em Engenharia Elétrica. Perito do Instituto Médico Legal tem experiência em Mineração de Dados; Inteligência Artificial; Meio Ambiente, Sustentabilidade e Desenvolvimento Regional; e Descargas Atmosféricas.
Especialista	Graduado em Administração pela Sociedade Civil, Assessor técnico - CENSIPAM e Assessor do Instituto Evandro Chagas. Experiente na área de Comunicação, com ênfase em Comunicação.
Especialista	Licenciada em Geografia com mestrado em Geografia e doutorado em Geografia Humana. Assessora do CENSIPAM. É experiência na área de Geografia, com ênfase sistema de informações geográficas, ordenamento territorial, geotecnologias e análise socioeconômica.
Provável Respondente	Presidente da CAO da Comunidade Pratinha
Provável Respondente	Presidente da Associação de Moradores do Residencial Jardim das Garças I e II
Provável Respondente	Técnica da IAGUA empresa terceirizada pela COHAB-PA para realização do Trabalho Social
Provável Respondente	Membro da CAO do Residencial Taboquinha

Durante a construção foram considerados: (a) o aspecto gradativo das questões para o foco da pesquisa, privilegiando a identificação, contextualização social, o tratamento do assunto e solicitação de cooperação e (b) a utilização de linguagem simplificada, em questões curtas e claras sem indução de resposta ao respondente (GUNTHER, 2003). Os trabalhos de construção culminaram em um questionário híbrido (ANEXO 1) composto por 29 questões fechadas (dicotômicas<sup>54</sup> e múltiplas escolhas), abertas e semiabertas.

<sup>54</sup>Questões respondidas pelas opções “sim” ou “não”, “certo” ou “errado”, “verdadeiro” ou “falso”, etc.

A necessidade de validação estrutural e linguística refere-se a coerência entre a pergunta e resposta, garantindo a funcionalidade do questionário e afastando qualquer possibilidade de sentidos ambíguos ou de duplicidade, com o propósito de fidelizar as respostas aos objetivos da pesquisa, destacando-se: (a) a verificação da satisfação das famílias frente à funcionalidade das instalações elétricas nas casas populares da Provisão Habitacional e PMCMV Faixa 1, (b) o relato de acidentes ocorridos com a eletricidade da rede baixa, média e alta tensão ou com a eletricidade atmosférica e (c) a investigação sobre conhecimentos, proteção e práticas preventivas de acidentes elétricos.

Ainda para efeitos de verificação da confiabilidade do questionário foi aplicado o método Alfa de Cronbach<sup>55</sup> que é uma estimativa estatística de consistência interna para respostas dicotômicas e/ou escalonadas<sup>56</sup>, a partir das variâncias dos itens e dos totais do teste por sujeito. A Equação (5), descreve a proposta de Cronbach (MARQUES; MARQUES, 2006), (HORA et al., 2010)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[ 1 - \frac{\sum_{j=1}^k S_j^2}{S_T^2} \right] \quad (5)$$

onde,  $k$  é o número de itens do instrumento,  $S_j^2$  é a variância do item  $j$  ( $j = 1, \dots, k$ ) e  $S_T^2$  é a variância dos totais da escala definida pela Equação (6).

$$S_T^2 = \frac{1}{n-1} \left[ \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n} \right] \quad (6)$$

Para o cálculo, foram utilizadas as respostas de 30 respondentes do Residencial Jardim das Garças I e II, localizado no município de Santa Isabel do Pará. Optou-se por envolver no pré-teste, sete itens referentes as questões dicotômicas, descritas na Tabela 11. Na Equação 6, “ $n$ ” é o número de respondentes e “ $x$ ” é a soma das respostas aos itens por respondente. A realização do teste e cálculos equivalentes aos dados Tabela 11 podem ser verificados na Tabela 12.

---

<sup>55</sup> Apresentado por Lee J. Cronbach, em 1951, o coeficiente alfa de Cronbach é uma forma de estimar a confiabilidade de um questionário aplicado em uma pesquisa. Trata-se de uma correlação média entre perguntas. Pois todos os itens de um questionário utilizam a mesma escala de medição, o coeficiente  $\alpha$  é calculado a partir da variância dos itens individuais e da variância da soma dos itens de cada avaliador (HORA et al., 2010).

<sup>56</sup> São respostas escalonadas: “concordo plenamente”, “concordo”, “não concordo nem discordo”, “discordo” e “discordo plenamente”

Tabela 11 – Atribuições de valores 1 e 0 para as respostas sim e não, respectivamente de um conjunto de 30 respondentes e sete itens.

RESPONDENTE	ITEM						
	A	B	C	D	E	F	G
1	1	1	0	0	1	0	1
2	1	1	1	0	0	0	1
3	1	1	0	0	1	0	1
4	1	1	0	0	0	1	1
5	0	0	0	0	1	0	1
6	0	0	0	0	0	0	1
7	0	0	0	0	0	0	1
8	0	0	1	1	0	0	1
9	1	1	1	0	0	0	1
10	1	1	1	1	1	1	1
11	1	1	0	0	0	1	1
12	1	1	1	1	0	1	1
13	0	0	0	0	0	0	1
14	0	0	1	1	1	0	1
15	0	0	0	0	0	0	1
16	0	0	0	0	1	0	1
17	0	0	1	1	1	0	1
18	1	1	0	0	0	0	1
19	0	0	0	0	0	0	1
20	1	1	0	0	1	0	1
21	0	0	0	0	0	0	1
22	1	1	1	1	0	0	1
23	0	1	0	0	0	0	1
24	1	1	1	1	0	0	1
25	1	1	0	0	0	0	1
26	0	0	0	0	1	0	1
27	1	1	0	0	0	1	1
28	1	1	0	0	0	0	1
29	0	0	0	0	0	0	1
30	0	0	0	0	0	0	1

Fonte: Da autora.

Tabela 12 – Média e variância das atribuições de valores 1 e 0 para as respostas sim e não, respectivamente de um conjunto de 30 respondentes e sete itens.

RESPONDENTE	ITEM							x
	A	B	C	D	E	F	G	
1	1	1	0	0	1	0	1	4
2	1	1	1	0	0	0	1	4
3	1	1	0	0	1	0	1	4
4	1	1	0	0	0	1	1	4
5	0	0	0	0	1	0	1	2
6	0	0	0	0	0	0	1	1
7	0	0	0	0	0	0	1	1
8	0	0	1	1	0	0	1	3
9	1	1	1	0	0	0	1	4
10	1	1	1	1	1	1	1	7
11	1	1	0	0	0	1	1	4
12	1	1	1	1	0	1	1	6
13	0	0	0	0	0	0	1	1
14	0	0	1	1	1	0	1	4
15	0	0	0	0	0	0	1	1
16	0	0	0	0	1	0	1	2
17	0	0	1	1	1	0	1	4
18	1	1	0	0	0	0	1	3
19	0	0	0	0	0	0	1	1
20	1	1	0	0	1	0	1	4
21	0	0	0	0	0	0	1	1
22	1	1	1	1	0	0	1	5
23	0	1	0	0	0	0	1	2
24	1	1	1	1	0	0	1	5
25	1	1	0	0	0	0	1	3
26	0	0	0	0	1	0	1	2
27	1	1	0	0	0	1	1	4
28	1	1	0	0	0	0	1	3
29	0	0	0	0	0	0	1	1
30	0	0	0	0	0	0	1	1
Média dos Itens	0,5	0,53	0,3	0,23	0,3	0,16	1	---
Variância dos Itens	0,258	0,257	0,217	0,185	0,217	0,143	0	----

Fonte: Da autora

Substituindo os valores obtidos da Tabela 12 na Equação (6), tem-se:

$$S_T^2 = \frac{1}{30-1} \left[ 355 - \frac{(91)^2}{30} \right] = 2,7229 \quad (7)$$

A substituição posterior de valores da Tabela 12 na Equação (5), encontra-se o coeficiente “ $\alpha$ ”:

$$\alpha = \frac{7}{7-1} \left[ 1 - \frac{(0,258 + 0,257 + 0,217 + 0,185 + 0,217 + 0,143 + 0)}{2,72} \right] = 0,619 \quad (8)$$

A proposta final do questionário foi encaminhada à presidência da COHAB – PA para averiguação, oferecendo possibilidade de veto a qualquer questão julgada imprópria. A análise resultou na aprovação de todas as questões e no encaminhamento do referido questionário ao setor social institucional para a continuação do trâmite até a aplicação *in loco*.

O Setor Social da COHAB intermediou o contato da equipe de pesquisadores com os integrantes das CAO (s) e os técnicos da Ação Social da empresa IAGUA<sup>57</sup> e Urbaniza. Para os quais, foram realizadas palestras apresentando a proposta de pesquisa e solicitação de permissão para a aplicação dos questionários sobre os fatores de riscos elétricos.

Figura 42 – Apresentação das intensões da pesquisa aos membros da CAO “Comunidade Pratinha”.



Fonte: Centro Gestor do Sistema de Proteção da Amazônia (2013).

A aprovação unânime, sem restrições, liberou a aplicação do questionário ao conjunto amostral, escolhido aleatoriamente, em quantidade pré-determinada conforme distribuição na Tabela 9.

<sup>57</sup> IAGUA empresa terceirizada pela COHAB – PA para a realização do trabalho social da Comunidade Pratinha.

## Capítulo 7 – RESULTADOS

### 7.1 Apuração e análise dos questionários sobre fatores de riscos elétricos

Entre os meses de outubro a dezembro de 2013, os questionários investigativos (ANEXO 1) foram aplicados aleatoriamente entre as famílias beneficiadas com as ações do item “Provisão Habitacional do PAC Fase 1” e “PMCMV Faixa 1” nas áreas apontadas pela CAO e Equipe Técnica do Setor Social das contratadas pela COHAB. De acordo com a orientação dos integrantes das CAO(s) e técnicos do setor social, não foi possível gravar ou filmar os depoimentos. As informações foram transcritas pela equipe de aplicadores, antecipadamente orientada.

Os itens de (1) a (5) descrevem algumas particularidades das comunidades que foram objeto nesta análise:

- (1) A Comunidade Duas Irmãs, parte da Comunidade Pratinha, foi a indicada pela CAO à pesquisa. Esta área recebeu essa denominação em homenagem as irmãs Bianca Lorrane (6 anos) e Adrieli Luciene (5 anos) que, em 11 de fevereiro de 2006, foram vítimas de crime sexual seguido de assassinato. Devido à grande consternação local, foi erguida uma capela da igreja católica no local onde os corpos foram encontrados, também nomeada “Duas Irmãs”. Esse caso, denuncia os problemas sociais da comunidade e que reforça o objetivo das obras do PAC Fase 1 em melhorar a qualidade de vida das pessoas, proporcionando acesso à cultura, esporte, lazer e educação (DIÁRIO DO PARÁ, 2009). Segundo, o relatório do Ministério das Cidades (2010), foram destinados investimentos da OGU no valor R\$ 28,9 milhões para ações de urbanização e produção habitacional. O Governo do Estado do Pará é a entidade proponente para beneficiar 1.645 famílias com a consolidação dos serviços: (a) Produção de 350 unidades habitacionais; (b) Melhoria de 305 unidades habitacionais; (c) Infraestrutura compreendendo abastecimento de água, esgotamento sanitário, rede de energia elétrica, iluminação pública, pavimentação, obras viárias e drenagem pluvial e (d) Equipamentos comunitários que incluem o centro comunitário, praças e quadras de esportes.
- (2) Para o projeto de urbanização e provisão habitacional da Comunidade Fé em Deus foram aprovados investimentos no valor de R\$ 19,8 milhões de origem do OGU. Sob a gestão do Governo Estadual, serão beneficiadas 1.689 famílias referente aos serviços: (a) Produção de 200 unidades habitacionais; (b) Melhoria de 132 unidades habitacionais; (c) Infraestrutura compreendendo abastecimento de água, esgotamento

sanitário, rede de energia elétrica, iluminação pública, pavimentação, obras viárias e drenagem pluvial e (d) construção de quatro praças públicas (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2010). No momento da aplicação dos questionários na Comunidade Fé em Deus, a CAO estava sendo reestruturada então, a equipe de pesquisadores foi recepcionada pelos técnicos da Ação Social IAGUA.

- (3) O Residencial Taboquinha foi construído para a remoção de famílias que moravam em habitações com risco de alagamento, localizadas na área de várzea do Igarapé Taboquinha e/ou relocação devido a desapropriação necessária à execução dos trabalhos de urbanização e construção de equipamentos comunitários. Foram orçados investimentos no valor R\$ 57,2 milhões para o benefício a 1.862 famílias: (a) produção habitacional de 978 unidades, (b) melhoria de outras 100 unidades, (c) 62.264 m<sup>2</sup> de pavimentação e obras viárias, drenagem pluvial, abastecimento de água, esgotamento sanitário, redes de energia elétrica e iluminação pública e (d) construção de centro comunitário, praças e quadras de esporte (BRASIL, 2010).
- (4) A maioria das residências destinadas ao item Provisão Habitacional do PAC Fase 1 para o Guamá (bairro mais populoso de Belém) estão sendo construídas nas comunidades Riacho Doce e Pantanal. As chaves das unidades residenciais estão sendo entregues as famílias na medida que vão sendo liberadas pelos órgãos competentes, a mais recente ocorreu em 26 de novembro de 2013 e beneficiou 6 famílias da comunidade Pantanal (MACEDO JUNIOR, 2013). Na 1ª Fase da Urbanização Riacho Doce e Pantanal foram deslocados R\$12.859.939,26 do fundo financeiro da OGU (PLANO DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO 2, 2013). Propõe-se beneficiar 886 famílias residentes na Avenida Tucunduba, entre a Rua Barão de Igarapé-Miri e Passagem Giparaná, com obras de: (a) saneamento básico, (b) infraestrutura, (c) produção habitacional e (d) titulação de unidades habitacionais (TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO, 2010). Na reunião com os membros da CAO e técnicos da empresa IAGUA, responsáveis pelo trabalho social na Comunidade Riacho Doce e Pantanal, foi informado a respeito da existência de 37 unidades entregues há mais de um ano, nas quais era possível realizar a aplicação do questionário sobre os fatores de riscos elétricos, desde que fossem tomados alguns cuidados como o horário da visita e a segurança pessoal dos aplicadores. De modo, que a visita e instrumentação do questionário foi realizada em dois momentos. No final foi possível visitar 16 famílias, um representativo de 43,2% do total.

(5) O Residencial Jardim das Garças I e II foram construídos para a Provisão Habitacional e provimento de unidades residenciais do PMCMV Faixa 1. O Residencial está composto de 526 unidades habitacionais dispostas em 20 quadras. Segundo os dados do Ministério das Cidades (2012), os investimentos destinados foram de R\$ 7.472.044,13. Os moradores atualmente dispõem dos equipamentos: praça, quadra de esporte, eletrificação e água. A comunidade está representada por uma associação de moradores, a atual diretoria tomou posse em junho de 2013.

Nas Tabelas 13 a 28 e Gráficos 6 a 25 pode ser vista a apuração das informações cedidas pelos respondentes nas comunidades analisadas.

Tabela 13 – Tempo de moradia.

PERMANÊNCIA	RESPOSTAS
Menos de 1 ano	44
De 1 a 5 anos	132
De 5 a 10 anos	10
Mais de 10 anos	01
<b>TOTAL</b>	<b>187</b>

Fonte: Da autora.

Gráfico 6 – Tempo de moradia.

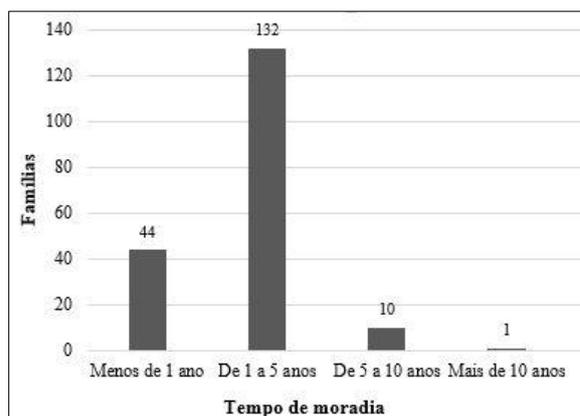


Tabela 14 – Faixa etária dos moradores.

FAIXA ETÁRIA	QUANTIDADE
0 a 10 anos	186
10 a 18 anos	132
18 a 29 anos	138
29 a 60 anos	260
Maior que 60 anos	23
<b>TOTAL</b>	<b>739</b>

Fonte: Da autora.

Gráfico 7 – Faixa etária dos moradores.

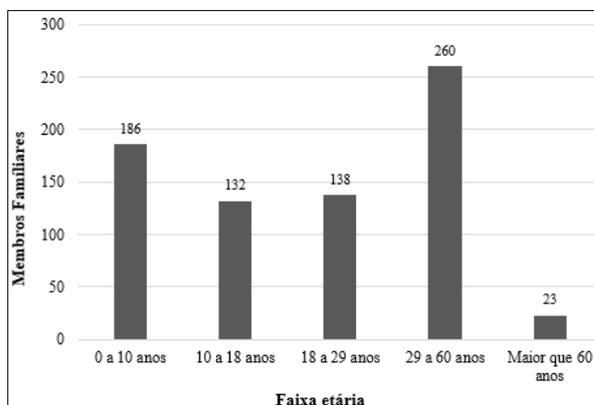


Tabela 15 – Gênero dos moradores.

GÊNERO	QUANTIDADE
Homem	340
Mulher	399
TOTAL	739

Fonte: Da autora.

Gráfico 8 – Gênero dos moradores.

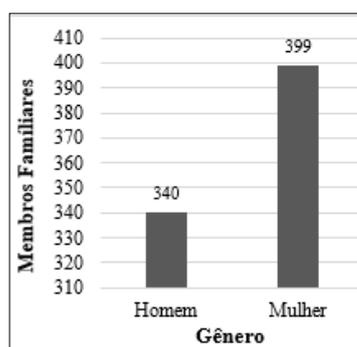


Tabela 16 – Principal atividade econômica.

FONTE	RESPOSTAS
Autônomo	70
Funcionário Público	17
Comerciário	14
Outro	86
TOTAL	187

Fonte: Da autora.

Gráfico 9 – Principal atividade econômica.

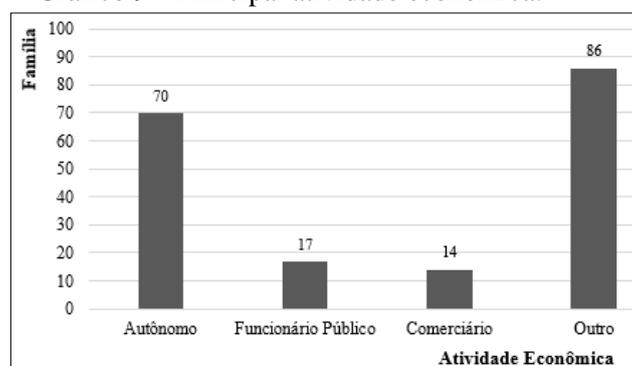


Tabela 17 – Renda Familiar Estimada.

RENDA	RESPOSTAS
Menos de 1 salário mínimo	47
Um salário mínimo	52
Entre 1 e 2 salários mínimos	72
Entre 2 e 3 salários mínimos	10
Mais de 3 salários mínimos	6
TOTAL	187

Fonte: Da autora.

Gráfico 10 – Renda Familiar Estimada.

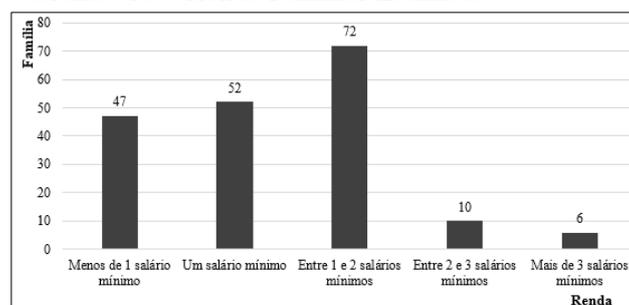


Tabela 18 – Beneficiário de Auxílio Social.

TIPO	RESPOSTAS
Bolsa Família	69
Bolsa Escola	5
Auxílio Doença	4
Outros	10
Não recebe auxílio	99
TOTAL	187

Fonte: Da autora.

Gráfico 11 – Beneficiário de Auxílio Social.

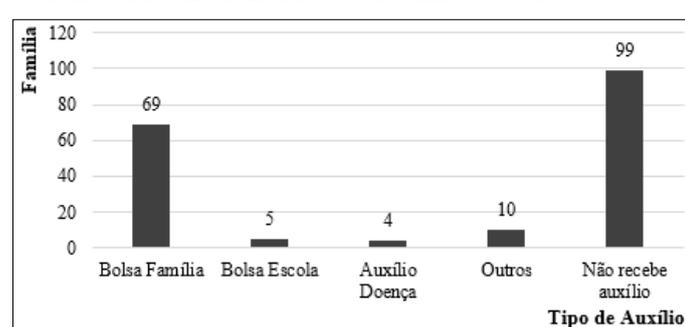


Tabela 19 – Situação de posse do imóvel.

SITUAÇÃO	RESPOSTAS
Própria	178
Alugada	3
Outros	6
<b>TOTAL</b>	<b>187</b>

Fonte: Da autora.

Gráfico 12 – Situação de posse do imóvel.

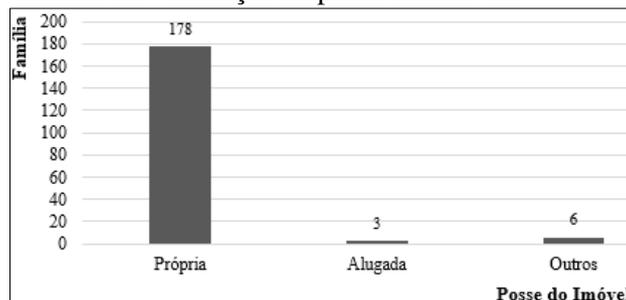


Tabela 20 – Famílias com aparelhos danificados por problemas no fornecimento de energia elétrica.

OPÇÃO	QUANTIDADE
Sim	63
Não	124
<b>TOTAL</b>	<b>187</b>

Fonte: Da autora.

Gráfico 13 – Famílias com aparelhos danificados por problemas no fornecimento de energia elétrica.

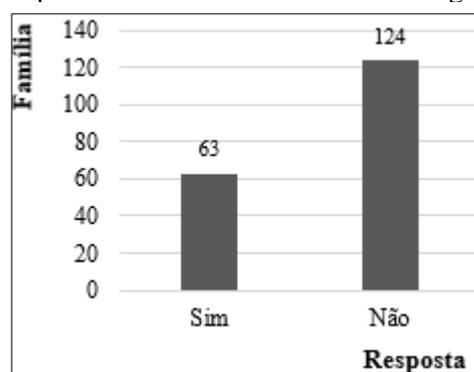


Tabela 21 – Falhas na instalação elétrica.

OPÇÃO	QUANTIDADE
Sim	48
Não	134
Omissão	5
<b>TOTAL</b>	<b>187</b>

Fonte: Da autora.

Gráfico 14 – Falhas na instalação elétrica.

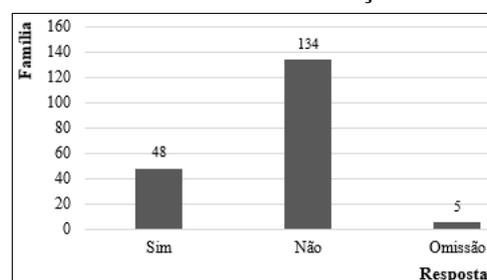


Tabela 22 – Experiência do respondente com acidente elétrico não atmosférico envolvendo pessoas.

OPÇÃO	QUANTIDADE
Sim	53
Não	134
<b>TOTAL</b>	<b>187</b>

Fonte: Da autora.

Gráfico 15 – Experiência do respondente com acidente elétrico envolvendo pessoas.

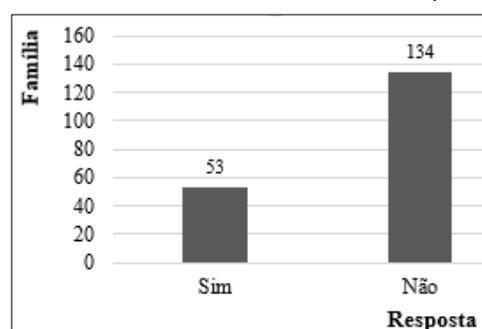


Tabela 23 – Relato de aparelhos danificados por problemas elétricos.

MOTIVO	APARELHO	QUANTIDADE	
Oscilação de tensão ou falha no fornecimento de energia elétrica	TV	19	
	Geladeira	13	
	Freezer	1	
	Vídeo Game	1	
	Aparelho de Som	1	
	Computador	4	
	Lâmpada LED	2	
	DVD	1	
	Lâmpadas	7	
	Micro ondas	2	
	Ventilador	6	
	Instalação Elétrica/curto-circuito	Geladeira	2
		Ventilador	8
TV		3	
Lâmpadas		3	
Máquina de lavar		1	
Falha de energia elétrica associada a forte chuva e raios	TV	5	
	TV LCD	1	
	Computador	1	
	Aparelho de som	1	
	Ventilador	1	
	DVD	1	
	Grill	1	
Lâmpada	2		
TOTAL		87	

Fonte: Da autora.

Tabela 24 – Experiência do respondente com acidente atmosférico envolvendo pessoas.

OPÇÃO	QUANTIDADE
Sim	29
Não	158
TOTAL	187

Fonte: Da autora.

Gráfico 16 – Relato de aparelhos danificados por problemas elétricos.

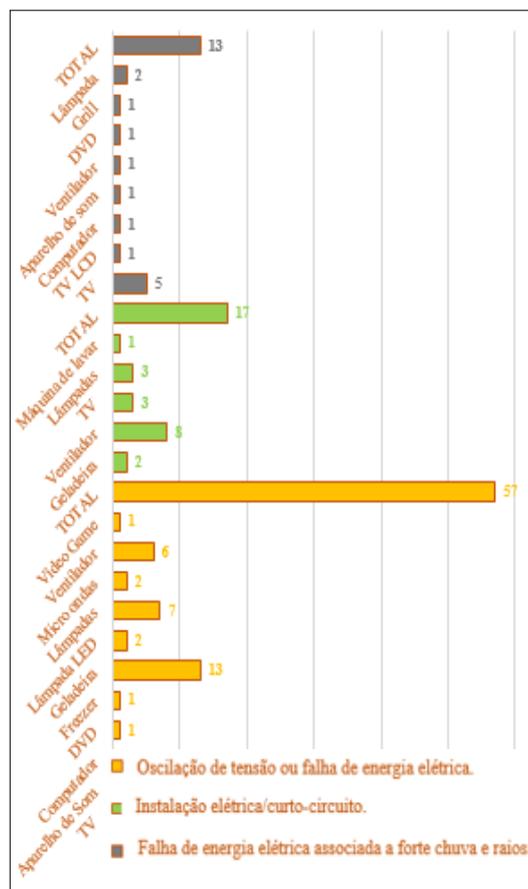


Gráfico 17 – Experiência do respondente com acidente atmosférico envolvendo pessoas.

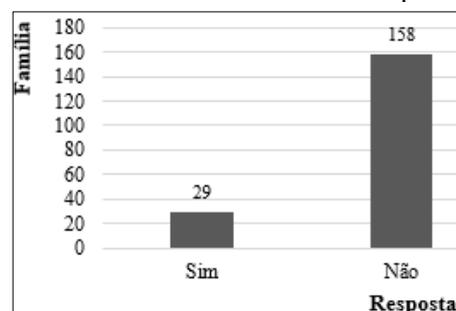


Tabela 25 – Conhecimento do respondente sobre proteção ou práticas preventivas para evitar acidentes elétricos.

OPÇÃO	QUANTIDADE
Sim	83
Não	95
Omissão	9
TOTAL	187

Fonte: Da autora.

Gráfico 18 – Conhecimento do respondente sobre proteção ou práticas preventivas para evitar acidentes elétricos.

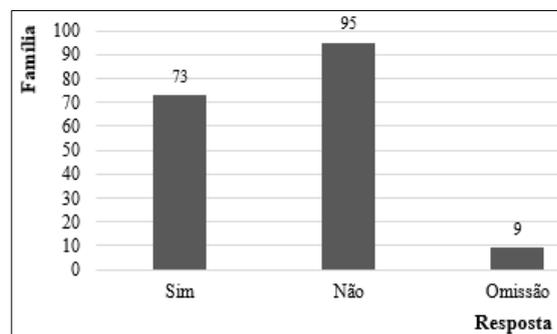


Tabela 26 – Outras informações recebidas sobre prevenção de acidentes elétricos.

OPÇÃO	QUANTIDADE
Sim	26
Não	161
TOTAL	187

Fonte: Da autora.

Gráfico 19 – Outras informações recebidas sobre prevenção de acidentes elétricos.

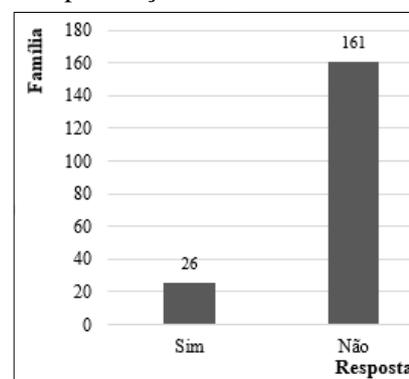


Tabela 27 – Importância dada as informações de prevenção de acidentes elétricos.

OPÇÃO	QUANTIDADE
Sim	185
Não	2
TOTAL	187

Fonte: Da autora.

Gráfico 20 – Importância dada as informações de prevenção de acidentes elétricos.

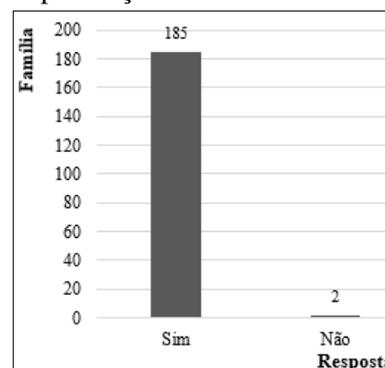


Tabela 28 – Autorização do respondente para uso e divulgação das informações.

OPÇÃO	QUANTIDADE
Sim	186
Não	1
TOTAL	187

Fonte: Da autora.

Gráfico 21 – Autorização do respondente para uso e divulgação das informações.

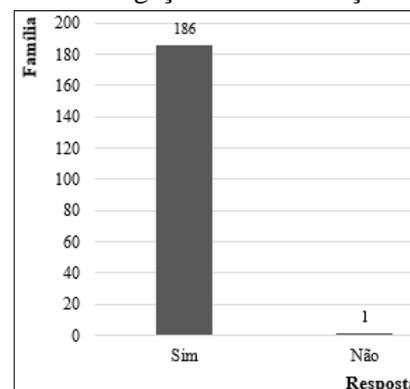
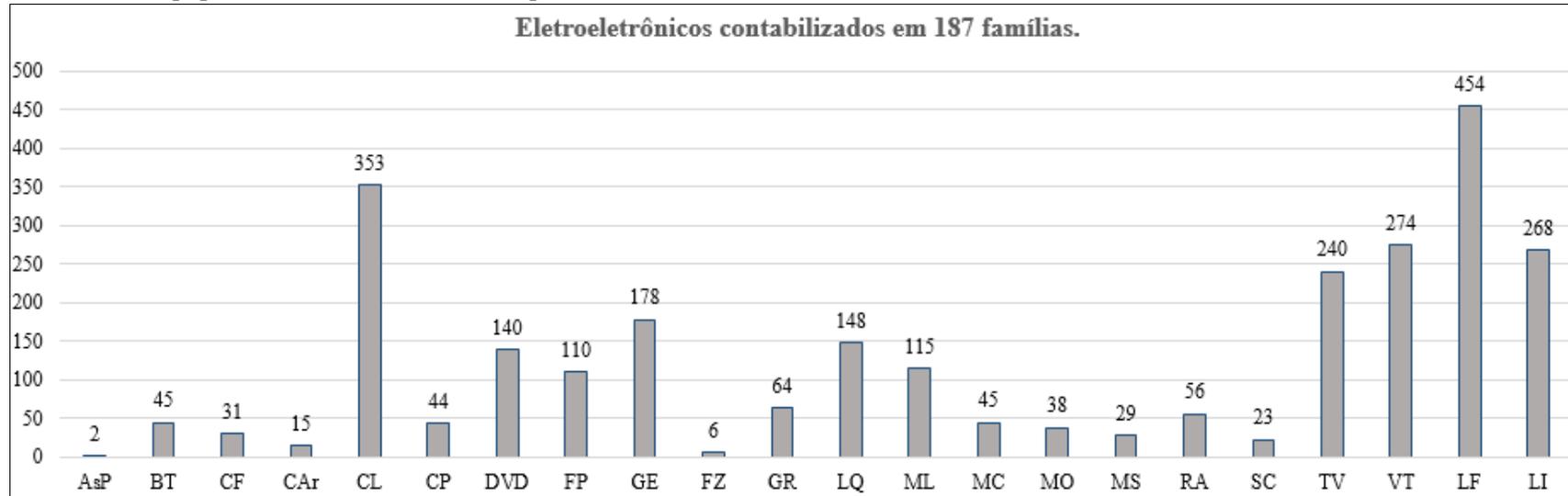


Gráfico 22 – Equipamentos elétricos declarados por 187 famílias.



AsP – Aspirador de pó, BT – Batedeira, CF – Cafeteira, CAr – Condicionador de Ar, CL – Celular, CP – Chapinha, FP – Ferro de Passar, GE – Geladeira, FZ – Freezer, GR – Grill, LQ – Liquidificador, ML – Máquina de Lavar, MC – Microcomputador, MO – Micro-ondas, MS – Micro System, RA – Rádio, SC – Secador, VT – Ventilador, LF – Lâmpada Econômicas e LI – Lâmpada Incandescente.

Gráfico 23 – Totais de aparelhos elétricos por família pesquisada.

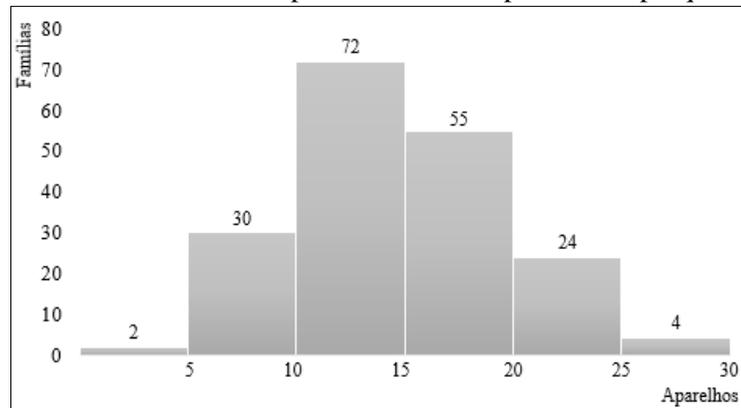


Gráfico 24 – Carga real declarada por família.

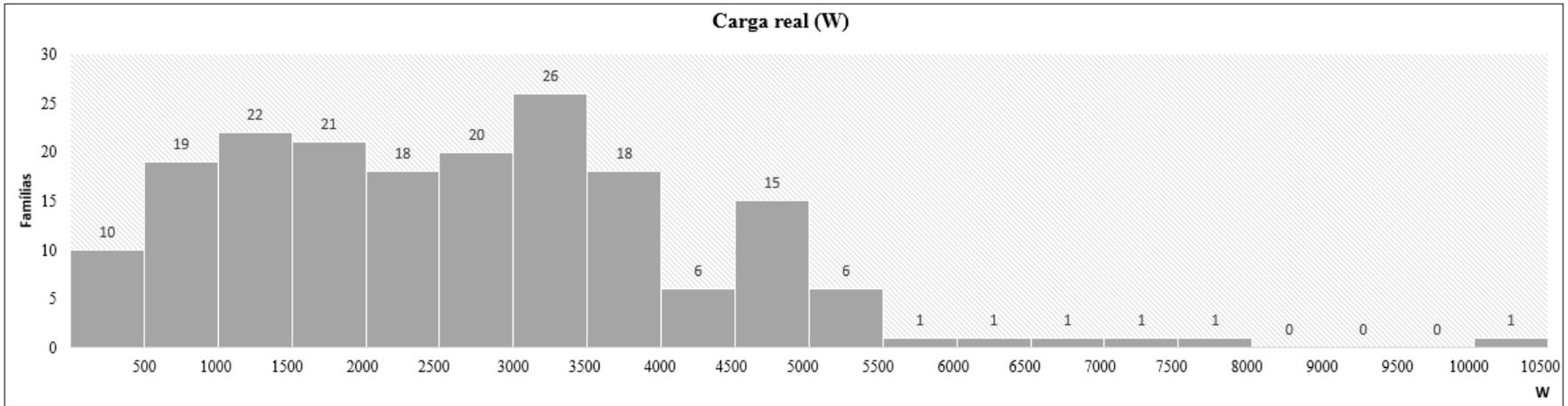
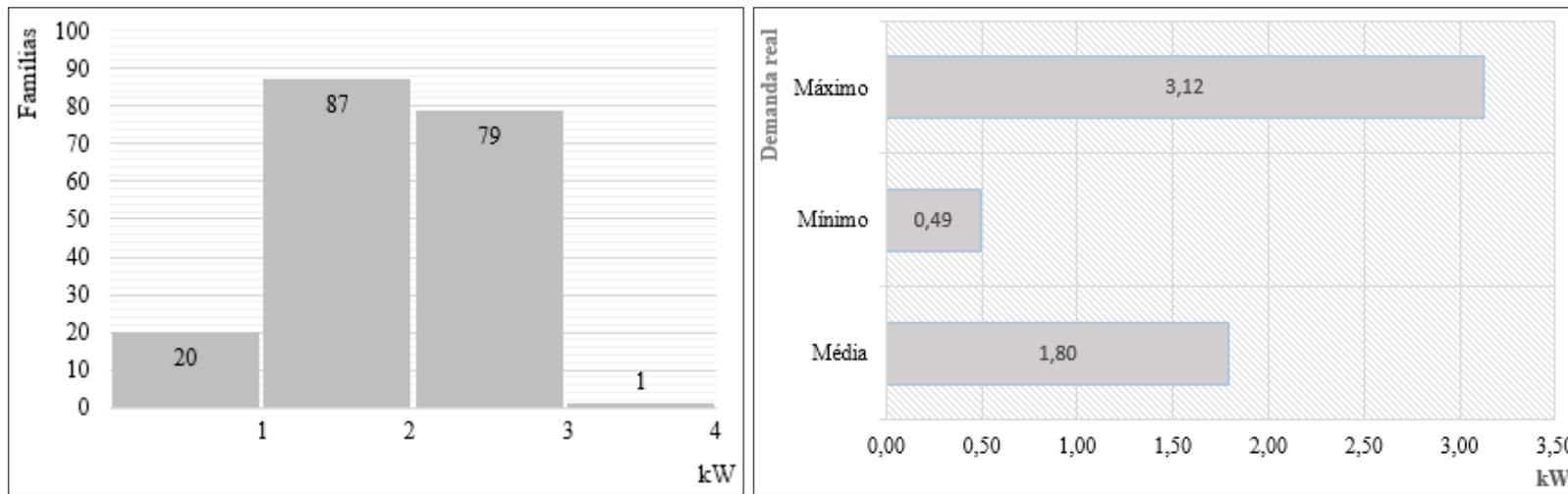


Gráfico 25 – (a) Demanda real por família em kW, segundo Lima (2010)<sup>58</sup> e (b) Máximo, mínimo e média da demanda real por família em kW.



<sup>58</sup> Fator de demanda de tomada e iluminação: Carga 0 a 1 kW = 0,86; 1 a 2 kW = 0,75. 2 a 3 kW = 0,66 e 3 a 4 kW = 0,59.

Na Tabela 29 está disponibilizado o perfil dos respondentes ao questionário sobre os fatores de risco elétricos, com fins de legitimar as respostas observadas.

Tabela 29 – Perfil dos respondentes das comunidades analisadas

FAIXA ETÁRIA			GÊNERO			FUNÇÃO NA FAMÍLIA		
Faixa etária	Contagem	%	Gênero	Contagem	%	Função	Contagem	%
Adolescente (10-18 anos)	15	8,1	Feminino	141	75,4	Filha	29	15,5
Jovem (18-29 anos)	50	26,8	Masculino	46	24,6	Pai	32	17,1
Adulto (29-60 anos)	109	58,2				Mãe	117	62,6
Idoso (> 60 anos)	13	6,9				Avô	9	4,8

Fonte: Da autora.

Seguem as considerações sobre os dados analisados:

- (a) **Perfil social familiar** – A soma dos membros familiares compõe um grupo de 739 pessoas, com a maioria do gênero feminino representando 54% do total. A maioria são crianças e adultos (25,1% e 35,1%, respectivamente). 70,5% das famílias entrevistadas declararam o tempo de moradia de 1 a 5 anos. O trabalho autônomo foi afirmado por 70 famílias (37,4%) como a principal atividade econômica. O acumulado de renda mensal de 38,5% das famílias corresponde a faixa de 1 e 2 salários mínimos. Da soma total, 99 pessoas revelaram não receber qualquer auxílio governamental e 79 disseram receber bolsa família, equivalendo a 52,9 % e 36,8%, respectivamente.
- (b) **Problemas elétricos** – A carga real apurada na maioria das famílias (72 ou 38.5%) corresponde a propriedade 10-15 aparelhos elétricos, incluindo os aparelhos para iluminação. Considerando a potência média dos aparelhos declarados, foi estimada a potência média da carga total das barras com maior significância do Gráfico 23 sendo o valor de 2,17kW. O motivo dessa consideração está na diferença ente o valor mínimo e máximo observado, aproximado de 0,5kW e 10,5kW, respectivamente. No que se refere a declaração de prejuízos com aparelhos elétricos, 63 respondentes ou 33,6%, afirmaram que foram ocasionados por problemas no fornecimento de energia elétrica. A segmentação das causas aponta problemas de tensão, mau funcionamento das instalações elétricas e falha de energia associada a forte chuva e raios. 25,6% (48 famílias), alegaram perceber falhas nas instalações elétricas com relação aos pontos de luz e tomadas que não funcionam e o aspecto físico da instalação com fios fora dos eletrodutos.

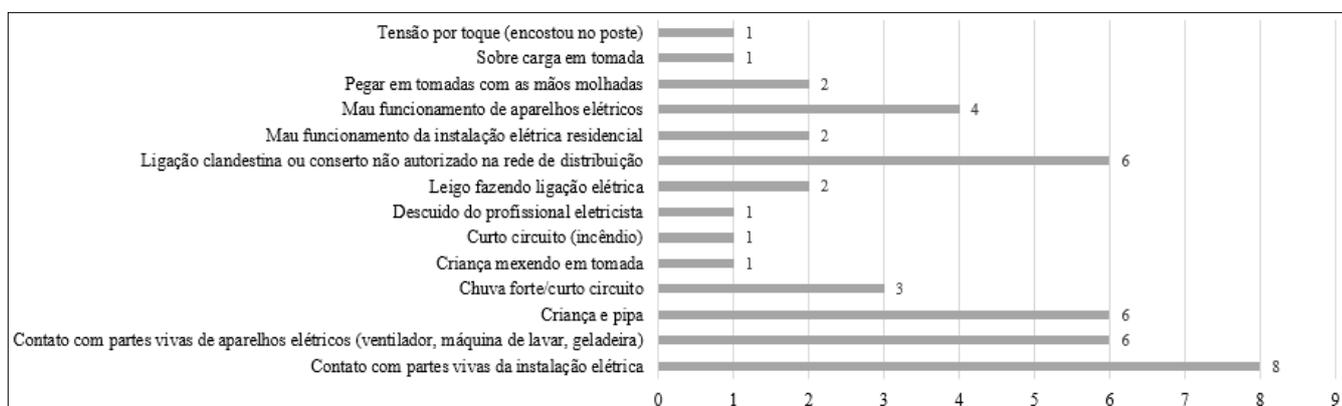
- (c) **Experiências com acidentes elétricos envolvendo pessoas** (Nem sempre os depoimentos estão relacionados à habitação atual) – 53 (ou 28,3%) dos entrevistados disseram ter tido experiência com choques elétricos decorrente as atividades de consumo e instalação de energia elétrica. E, 29 (ou 15,5%) por incidência de descargas atmosféricas. Os fatores que levaram aos acidentes elétricos relacionados ao consumo ou distribuição de energia elétrica estão expressos na Tabela 30 e Gráfico 26.

Tabela 30 – Resumo dos depoimentos de acidentes elétricos envolvendo pessoas relacionados a distribuição e consumo de energia elétrica.

CAUSA	CONTAGEM
Contato com partes vivas da instalação elétrica	08
Contato com partes vivas de aparelhos elétricos (ventilador, máquina de lavar, geladeira)	06
Criança e pipa	06
Chuva forte/curto-circuito	03
Criança mexendo em tomada	01
Curto-circuito (incêndio)	01
Descuido do profissional eletricista	01
Leigo fazendo ligação elétrica	02
Ligação clandestina ou conserto não autorizado na rede de distribuição	06
Mau funcionamento da instalação elétrica residencial	02
Mau funcionamento de aparelhos elétricos	04
Pegar em tomadas com as mãos molhadas	02
Sobre carga em tomada	01
Tensão por toque (encostou no poste)	01
<b>TOTAL DE RELATOS</b>	<b>44</b>

Fonte: Da autora.

Gráfico 26 – Resumo dos depoimentos de acidentes elétricos envolvendo pessoas relacionados a distribuição e consumo de energia elétrica.



- (d) **Observações dos fatores de riscos elétricos** – Do total de 187 respondentes, 39,8%, declaram tomar alguns cuidados para evitar acidentes elétricos. A segmentação desses cuidados, ditos praticados pelos respondentes, pode ser vista na Tabela 31. Disseram

nunca ter participado de palestras sobre riscos ou prevenção de acidentes elétricos 161 (ou 86%) respondentes.

Tabela 31 – Resumo dos cuidados praticados (que foram possível segmentar) declarados pelos respondentes.

CUIDADOS	CONTAGEM
Cobrir espelhos e tirar joia de metal quando está chovendo.	01
Desligar o disjuntor geral quando a casa estiver sem ninguém.	03
Não andar descalço quando estiver chovendo.	02
Não colocar metais dentro da tomada.	01
Não deixar condutores expostos, principalmente em ambientes molhados.	04
Não ligar muitos aparelhos na mesma tomada.	09
Não mexer na instalação elétrica sem saber e sem proteção.	11
Não pegar em condutores descascados.	03
Permanece em casa durante a chuva.	03
Proteger tomadas das crianças.	05
Quando houver problema na instalação desligar a chave geral e chamar um profissional	01
Retirar os aparelhos da tomada quando não estiverem sendo usados ou durante a chuva forte.	13
<b>TOTAL DE RELATOS</b>	<b>56</b>

Fonte: Da autora.

## 7.2 Análises dos casos de acidentes elétricos no Estado do Pará retroativo de 10 anos.

Um dos objetivos do projeto PAE – Prevenção de Acidentes Elétricos<sup>59</sup> é a segmentação seguida de análise de casos de acidentes elétricos com origem nas descargas atmosféricas e não atmosféricas, ocorridos nas duas microrregiões de Belém e Bragantina do estado do Pará no período retroativo de 10 anos, visando reunir informações das circunstâncias regionais desses acidentes para balizar campanhas educativas para a prevenção de acidentes (ROCHA *et al*, 2012).

Nesse contexto, documentos oficiais foram expedidos as prefeituras, delegacias de polícias e hospitais de referência, ao Corpo de Bombeiro e Instituto Médico Legal de cada um dos 19 municípios paraenses envolvidos, concomitante a realização de pesquisa midiática.

A maioria das respostas revelou maior necessidade de registro dos casos de acidentes elétricos tanto de origem atmosférica como não atmosférica. Essa realidade levou ao baixo volume de informação. Diante das dificuldades na aquisição das informações, o Banco de

<sup>59</sup> Aprovado na Chamada Pública MCTI/CNPq/MCIDADES nº 550679/2012-0, executado pelo Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia, Centro Regional de Belém.

Dados PAE foi abastecido com os acidentes ocorridos no nordeste paraense no período de 2001 a 2013.

As fontes que mais colaboraram com informações foram: o Instituto Médico Legal, Corpo de Bombeiros e a pesquisa midiática. Nas Tabelas 32 e 33 estão discriminadas a origem dos dados e a quantidade de vítimas por ano, respectivamente.

Tabela 32 – Demonstrativo do número de acidentes elétricos por ano e fonte.

ANO	FONTE			QUANTIDADE
	IML	Mídia	Outros	
2001	0	02	0	02
2003	10	0	0	10
2004	08	0	0	08
2005	06	01	0	07
2006	03	02	0	05
2007	14	0	0	14
2008	07	02	0	09
2009	11	01	0	12
2010	16	06	09	31
2011	29	06	08	43
2012	14	13	09	36
2013	06	11	06	23
TOTAL	124	46	32	200

Fonte: Centro Gestor do Sistema de Proteção da Amazônia (2013).

Tabela 33 – Vítima de acidentes elétricos por ano.

ANO	QUANTIDADE
2001	02
2003	10
2004	08
2005	07
2006	05
2007	14
2008	15
2009	12
2010	33
2011	44
2012	43
2013	33
TOTAL	226

Fonte: Centro Gestor do Sistema de Proteção da Amazônia (2013).

Nas Tabelas 34 a 40 estão segmentados os dados por origem e ano; vítimas por ano e tipo de descarga; faixa etária por ano e tipo de descarga; profissão das vítimas por ano; atividade no instante do acidente e vítimas por município por ano.

Tabela 34 – Eventos origem por ano.

ANO	DESCARGA ATMOSFÉRICA	DESCARGA NÃO-ATMOSFÉRICA	TOTAL
2001	02	0	02
2003	0	10	10
2004	01	07	08
2005	01	06	07
2006	02	03	05
2007	02	12	14
2008	03	06	09
2009	03	09	12
2010	07	24	31
2011	02	41	43
2012	01	35	36
2013	03	20	23
TOTAL	27	173	200

Fonte: Centro Gestor do Sistema de Proteção da Amazônia (2013).

Tabela 35 – Gênero das vítimas por ano.

ANO	HOMEM	MULHER	TOTAL
2001	0	02	02
2003	10	0	10
2004	07	01	08
2005	06	01	07
2006	05	01	06
2007	12	02	14
2008	10	05	15
2009	11	01	12
2010	17	07	24
2011	34	01	35
2012	29	05	34
2013	19	08	27
TOTAL	160	34	194

Fonte: Centro Gestor do Sistema de Proteção da Amazônia (2013).

Tabela 36 – Gênero das vítimas por ano e tipo de descarga (Os que foram possível segmentar de 226 vítimas).

ANO	DA <sup>1</sup>		DNA <sup>2</sup>		TOTAL
	M	F	M	F	
2001	0	02	0	0	02
2003	0	0	10	0	10
2004	0	1	7	0	08
2005	1	0	6	0	07
2006	1	1	3	0	05
2007	2	0	11	1	14
2008	4	5	6	0	15
2009	3	0	8	1	12
2010	6	2	10	4	24
2011	2	0	24	1	27
2012	4	3	25	2	34
2013	2	2	17	6	27
<b>TOTAL</b>	<b>25</b>	<b>16</b>	<b>127</b>	<b>15</b>	<b>183</b>

<sup>1</sup>DA- Descarga Atmosférica<sup>2</sup>DNA-descarga não-atmosférica

Fonte: Centro Gestor do Sistema de Proteção da Amazônia (2013).

Tabela 37 – Faixa etária da vítima por ano e tipo de descarga (Os que foram possível segmentar de 226 vítimas).

ANO	FAIXA ETÁRIA										TOTAL
	CRI		ADO		JOV		ADU		IDO		
	DA	NA	DA	NA	DA	NA	DA	NA	DA	NA	
2001	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	02
2003	0	1	0	1	0	3	0	3	0	1	09
2004	0	1	0	0	1	3	0	2	0	1	08
2005	0	2	0	0	0	0	1	4	0	0	07
2006	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	03
2007	0	0	1	2	0	4	1	5	0	1	14
2008	0	0	0	0	1	1	0	3	0	1	06
2009	0	0	0	0	1	3	0	6	1	0	11
2010	1	1	1	2	1	4	4	6	0	0	20
2011	0	1	0	0	0	12	2	14	0	5	34
2012	2	1	2	7	1	5	1	11	0	0	30
2013	0	4	0	3	1	7	1	8	0	0	24
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>15</b>	<b>9</b>	<b>42</b>	<b>12</b>	<b>62</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>168</b>

LEGENDA: DA - Descarga Atmosférica NA - Descarga Não-Atmosférica

Fonte: Centro Gestor do Sistema de Proteção da Amazônia (2013).

Tabela 38 – Profissão das vítimas por ano.

ANO	PROFISSÃO									TOTAL
	D CASA	APOS.	EST	TAX.	AGR	C. CV	PES	EL	OUT	
2001	2	0	0	0	0	0	0	0	0	02
2003	0	1	2	1	1	1	0	0	4	10
2004	0	0	1	0	1	0	1	0	5	08
2005	0	0	2	0	2	1	0	0	2	07
2006	0	0	0	0	0	2	0	1	2	05
2007	0	0	3	0	4	2	0	2	3	14
2008	0	0	0	1	0	1	0	0	13	15
2009	0	0	0	1	1	0	0	3	7	12
2010	0	0	1	0	0	4	0	1	27	33
2011	0	1	2	0	1	12	2	4	22	44
2012	0	0	5	0	2	11	0	5	20	43
2013	0	0	4	0	1	4	0	0	24	33
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>20</b>	<b>3</b>	<b>13</b>	<b>38</b>	<b>3</b>	<b>16</b>	<b>131</b>	<b>226</b>

LEGENDA: D. CASA: Dona de Casa, APOS: Aposentado, TAX: Taxista, AGR.: Agricultor, C. CV.: Construção Civil, PES: Pescador, EL.: Eletricista e OUT.: Outros.

Fonte: Centro Gestor do Sistema de Proteção da Amazônia (2013).

Tabela 39 – Atividade no Instante do Acidente.

ANO	ATIVIDADE									TOTAL
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
2001	2	0	0	0	0	0	0	0	0	02
2003	0	0	0	8	1	0	0	0	1	10
2004	0	1	0	0	0	2	0	0	5	08
2005	0	0	0	6	0	0	1	0	0	07
2006	0	2	0	3	0	0	0	0	0	05
2007	1	1	0	10	1	0	1	0	0	14
2008	1	1	6	6	1	0	0	0	0	15
2009	1	2	0	5	3	0	0	1	0	12
2010	7	3	0	13	1	6	3	0	0	33
2011	1	0	0	26	4	1	0	0	12	44
2012	0	5	0	5	11	7	2	0	13	43
2013	1	0	0	4	2	11	14	1	0	33
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>6</b>	<b>86</b>	<b>24</b>	<b>27</b>	<b>21</b>	<b>2</b>	<b>31</b>	<b>226</b>

LEGENDA:  DESCARGA ATMOSFÉRICA  DESCARGA NÃO-ATMOSFÉRICA

A- Acidente com descarga atmosférica: A vítima estava no interior de casa ou veículo.

B- Acidente com descarga atmosférica: A vítima realizava atividade ao ar livre (diversão, prática de esporte, coleta de frutos, etc.).

C- Acidente com descarga atmosférica: A vítima estava dentro da água.

D- Acidente com descarga não-atmosférica: Em casa fios energizados ou tomadas ou plugues.

E- Acidente com descarga não-atmosférica: Desenvolvendo atividade de trabalho construção civil ou eletricista ou outros.

F- Acidente com descarga não-atmosférica: Incêndio causado por curto-circuito em aparelho ou equipamento elétrico em casa ou escola ou lojas.

G- Acidente com descarga não-atmosférica: Em ruas ou avenidas, provocados por problemas na distribuição ou transmissão de energia elétrica.

H- Acidente com descarga não-atmosférica: Tentativa de religar a energia elétrica.

I- Acidente com descarga não-atmosférica: Não foi possível segmentar.

Fonte: Centro Gestor do Sistema de Proteção da Amazônia (2013).

Tabela 40 –Vítimas por município e ano.

ANO	MUNICÍPIOS																												TOTAL	
	SB	SI	SA	NT	MR	CT	SM	BL	CP	VG	ST	BR	SM	AN	MS	CM	PR	TC	BO	MA	SL	SD	SF	BA	AB	BC	AN	JC		OU
2001	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	02
2003	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10
2004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	08
2005	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	07
2006	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	05
2007	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	14
2008	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7	15
2009	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	5	12
2010	0	1	0	0	0	1	0	2	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0	15	33
2011	0	0	1	0	0	0	0	21	1	0	0	8	0	0	0	0	2	2	3	1	0	0	0	0	1	0	0	0	4	44
2012	0	0	0	0	0	0	0	17	1	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	15	43
2013	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	13	33
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>45</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>36</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>71</b>	<b>226</b>

LEGENDA: SB – Santa Bárbara do Pará, SI – Santa Isabel do Pará, SA – Salinópolis, NT – Nova Timboteua, MR – Mãe do Rio, CT – Castanhal, SM – São Miguel do Guamá, BL – Belém, CP – Capitão Poço, VG – Vigia, ST – Santo Antônio do Tauá, BR – Bragança, SM – Santa Maria do Pará, CM – Capanema, PR – Paragominas, TC – Tracuateua, BO – Bonito, MA – Marituba, SL – Santa Luzia da Pará, SD – São Domingos do Capim, SF – São Francisco do Pará, BA – Bannach, AB – Abaetetuba, BC – Barcarena, AN – Ananindeua, JC – Jacundá e OU – Outros.

Fonte: Centro Gestor do Sistema de Proteção da Amazônia (2013).

O resumo dos resultados:

- (a) Os casos de acidentes elétricos analisados correspondem a um período de 12 anos.
- (b) Os 200 casos de acidentes elétricos geraram 226 vítimas, média 18,8 vítimas por ano.
- (c) A maioria, 173 casos, foram provocados pelas atividades de transmissão ou distribuição ou consumo de energia elétrica.
- (d) Do total que foi possível segmentar (Tabela 35), que 160 vítimas (ou 82,4%) são do sexo masculino.
- (e) Adultos e jovens representam 74,4% das vítimas.
- (f) Não foi possível segmentar a profissão de 131 vítimas, mas os profissionais da construção civil e estudantes, juntos, representam 25,6%.
- (g) As atividades desenvolvidas no instante do acidente mais expressivas, com 86 casos (ou 38%) estão relacionadas com atividades domésticas com fios energizados ou manipulação de plugues e tomadas.
- (h) Não foi possível segmentar o local dos acidentes de 71 vítimas que corresponde a 31,4% do geral. Os municípios de Belém e Bragança aparecem com 45 e 36 vítimas, respectivamente, juntos representam 35,8% do total de dados.

## Capítulo 8 – RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS DE PRÁTICAS PARA PROTEÇÃO ELÉTRICA EM RESIDÊNCIAS POPULARES FINANCIADAS PELO GOVERNO FEDERAL NO ESTADO DO PARÁ

Os resultados desse estudo referente: (a) análise realizada nos projetos elétricos das unidades residenciais do PAC e PMCMV no Estado do Pará, (b) verificação das circunstâncias de ocorrência de acidentes elétricos no Pará e (c) apuração do questionário sobre os fatores de risco elétrico aplicados a amostra entre beneficiários da produção habitacional do Governo Federal nos empreendimentos analisados, conduziram as recomendações técnicas para melhorias na proteção elétrica de futuras unidades para habitações populares do tipo casa ou apartamento, construídas com Recursos da União.

As estruturas analisadas do tipo casa (Figura 43), medem de 35 a 39m<sup>2</sup> e, foram construídas geminadas ou individuais. As estruturas tipo apartamento (Figura 44) medem de 39 a 51 m<sup>2</sup>, construídas em blocos com 2 ou 4 pisos. Ambas as configurações (casa ou apartamento) estão destinadas a famílias composta por 4 pessoas.

Figura 43 – Unidades residenciais (a) Comunidade Fé em Deus e (b) Comunidade Pratinha.



Fonte: Adaptada do GOOGLE MAPS (2014).

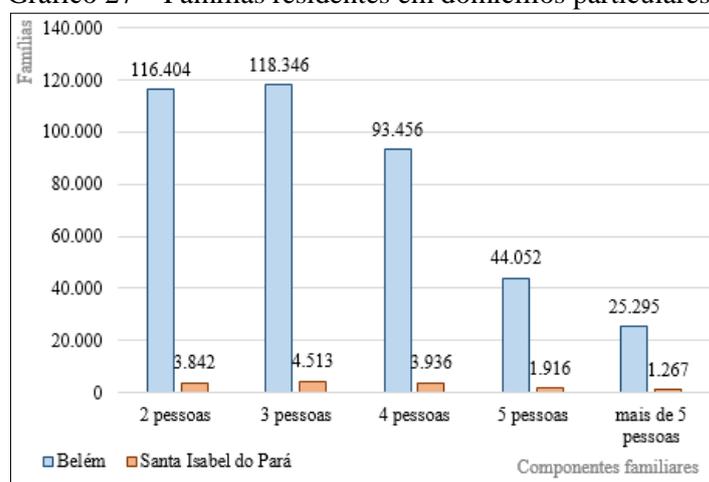
Figura 44 – Blocos residenciais (a) Comunidade Riacho Doce e Pantanal e (b) Taboquinha.



Fonte: Adaptada do GOOGLE MAPS (2014).

O Censo Populacional realizado pelo IBGE, informa sobre a quantidade de famílias residentes em domicílios particulares e número de componentes destas famílias por município. De acordo com o Censo 2010, em Belém e Santa Isabel do Pará (Gráfico 27) o maior percentual da população refere-se a família composta por 3 pessoas, justificando os projetos estruturais das habitações em estudo que prevê moradias para famílias com até 4 pessoas. Porém, a pesquisa entre os beneficiários mostrou que, nos empreendimentos estudados, em média as famílias são compostas por 5 pessoas, fato que aumenta as necessidades, inclusive as de utilização elétrica. Então, é importante considerar as possibilidades de expansão estrutural e, consequentemente da instalação elétrica.

Gráfico 27 – Famílias residentes em domicílios particulares e número de componentes das famílias.



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010).

Ressalta-se que as casas geminadas (comuns nas situações de escassez de terrenos aptos a habitação) oferecem pouca possibilidade de expansão estrutural térrea, ao contrário das casas construídas individualmente que possibilitam maior facilidade para construção de outros cômodos. Em apartamentos a expansão estrutural não é permitida.

Nos últimos 20 anos<sup>60</sup>, a economia brasileira, apoiada no Plano Real, exhibe um cenário de estabilidade econômica. Com a inflação controlada, foi percebida a ampliação da capacidade aquisitiva do brasileiro em todas as classes sociais<sup>61</sup>. Em 2013, a capacidade média anual do brasileiro para consumo de eletrodomésticos era R\$ 290,66, bem próxima da média anual para

<sup>60</sup> Em 1994, o Brasil adota o Real com moeda nacional e um conjunto de medidas para a estabilização econômica e crescimento do país.

<sup>61</sup> Para a Fundação Getúlio Vargas, uma família é considerada de classe média (classe C) quando tem renda mensal entre R\$ 1.064 e R\$ 4.591. A elite econômica (classes A e B) tem renda superior a R\$ 4.591, enquanto a classe D (classificada como remediados) ganha entre R\$ 768 e R\$ 1.064. A classe E (pobres), por sua vez, reúne famílias com rendimentos abaixo de R\$ 768. A Classe C é composta, atualmente, por 91,8 milhões de brasileiros. (RICCI, 2014)

o Região Norte, quando o valor era de R\$ 260,58 (INSTITUTO BRASILEIRO DE OPINIÃO PÚBLICA E ESTATÍSTICA, 2013).

As facilidades de crédito para a baixa renda como o “Minha Casa Melhor”<sup>62</sup> ajudam as famílias a estruturar suas residências com móveis e eletrodomésticos. O resultado da análise dos questionários respondidos, mostra que o maior percentual da renda familiar oscila entre 1 e 2 salários mínimos, porém a quantidade de eletroeletrônicos demonstradas nos Gráficos 22 e 23 denota o poder de compra dessas famílias provavelmente decorrentes das facilidades de crédito atualmente disponíveis a essa faixa de população.

Determinar a demanda elétrica é importante para dimensionar a proteção do circuito. O Gráfico 24 (b) mostra a média da demanda real das famílias de 1,8kW, valor máximo de 3,12kW e mínimo 0,49kW.

Diante das necessidades diagnosticadas, são recomendadas técnicas para proteção elétrica de residências populares financiadas pelo Governo Federal no Estado do Pará:

*(a) Utilização elétrica das famílias e necessidade de proteção*

O resumo dos equipamentos elétricos por ambiente encontrados nesta pesquisa, pode ser verificado na Tabela 41. O número de tomadas encontradas nos projetos elétricos atende os requisitos mínimos de projeto exigidos pelo financiador, porém pelas verificações *in loco* há necessidade da instalação de mais pontos de tomadas TUG e TUE em ambientes específicos, conforme recomendações na Tabela 41. Essa medida, ajudará a eliminar o uso de extensões e incêndios provocados por curtos-circuitos (Figura 45).

Figura 45 – (a) Extensão elétrica tipo “benjamin” verificadas durante as vistorias e (b) Incêndio provocado por curto-circuito, Jurunas, Belém – PA.



Fonte: Centro Gestor do Sistema de Proteção da Amazônia (2013), Rede Liberal (2014).

<sup>62</sup> Crédito social no valor de R\$ 5.000,00 destinados aos beneficiários do PMCMV para a compra, em lojas credenciadas pela CAIXA, de até 14 produtos diferentes entre móveis e eletrodomésticos (Refrigerador, Fogão, Micro-ondas, Lavadora de roupas automática, TV Digital, Computador ou notebook e Tablet). A compra sai pelo valor à vista, com desconto de pelo menos 5%, divididas em até 48 prestações mensais (CAIXA, 2013).

Tabela 41 – Recomendações de instalações de tomadas por ambiente.

AMBIENTE	APARELHOS	RECOMENDAÇÃO DE N° DE TOMADA		POTÊNCIA (W)
		TUG	TUE	
Sala <sup>(a)</sup>	TV, DVD, Ventilador, Micro System e Rádio	4 pontos com tomadas (100 W cada)	---	400
Cozinha <sup>(b)</sup>	Geladeira, freezer, grill, liquidificador, batedeira, cafeteira e micro-ondas	3 pontos (600 W cada)	1 ponto (1200 W)	3000
Quarto casal	TV, DVD, ventilador ou condicionador de ar	4 pontos (100 W cada)	1 ponto (1200 W)	1800
Quarto	Ventilador, microcomputador	2 pontos (100 W cada)	---	200
Banheiro <sup>(c)</sup>	Chapinha e secador de cabelo.	1 ponto (600 W)	---	600
Área de Serviço	Máquina de lavar e ferro elétrico	1 ponto (600 W)	1 ponto (2000 W)	2600
Circulação	---	1 ponto (100 W)	---	100
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>	<b>16</b>	<b>3</b>	<b>8700</b>

<sup>(a)</sup> Março é o mês com a temperatura mais baixa em Belém, para o qual se registra a média de 26,4°C (CLIMATE.DATA.ORG, 2014). Para amenizar o calor, é comum a utilização do ventilador na sala durante o entretenimento da família belenense, principalmente ao dia. Nesse momento, no mínimo estarão ligados a TV, o DVD e o ventilador. Durante a aplicação dos questionários foi percebido, em algumas casas, a presença de aparelhos de TV por assinatura e/ou de antenas parabólica, optou-se pela não contabilização por não estarem descritas no questionário.

<sup>(b)</sup> Se faz necessário instalar, no mínimo, um ponto de tomada de uso dedicado para alimentação de aparelhos como micro-ondas e grill, cada vez mais presentes nas residências. Assim, estaria sendo reduzido a probabilidade de acidentes por superaquecimento dos condutores.

<sup>(c)</sup> Em todos os projetos elétricos analisados está determinada a instalação de tomada dedicada para chuveiro elétrico, porém o clima quente do Pará e a alta taxa de energia elétrica cobrada no Estado a maioria das famílias dispensa o uso, atitude esse comprovada em campo.

A Portaria Interministerial n° 1007/2010, do Ministério de Minas e Energia, determina, a partir de 1° de julho de 2014, a proibição da produção/importação e comercialização de lâmpadas incandescentes. Já era proibido fabricar ou importar as lâmpadas incandescentes de 100W e 150W e agora a proibição alcançou as lâmpadas de 41 a 60W (RIVETTI, 2014), (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA/MINISTÉRIO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA/MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO, 2010).

Em uma família que tem um consumo médio de 150 kWh/mês e possua quatro lâmpadas de 60W, a substituição pelas lâmpadas fluorescentes compactas pode representar uma economia de 12% no valor da conta de energia elétrica. Essa medida faz parte de um conjunto de medidas do Ministério de Minas e Energia para otimizar a eficiência energética do país (RIVETTI, 2014).

A NBR 5410:2004 descreve a potência de iluminação mínima de 100W por ambiente, referindo-se a eficiência de lâmpadas incandescentes, portanto a normativa precisa ser adaptada à realidade atual, percebida nos projetos elétricos mais recentes.

A área de serviço nas residências tipo casa estão alocadas do lado de fora da casa e no tipo apartamento aparecem do lado de dentro. Para evitar acidentes seria interessante a instalação de dispositivo de proteção diferencial-residual de alta sensibilidade, como exemplifica a Figura 17, para abrir o sistema na ocorrência de fugas indesejável de energia, evitando acidentes por choque elétrico por contato de massa e ainda, colaborando para economia na conta de energia.

Na Tabela 23 e no Gráfico 16 são encontrados 57 relatos de aparelhos danificados por problemas na oscilação de tensão, decorrente do retorno pós falha no fornecimento de energia elétrica. Os fatos levam a inferir nas possibilidades de transientes (variações bruscas de tensão e corrente), que podem danificar as instalações elétricas e equipamentos elétricos ou eletrônicos. A origem desses transientes pode estar ligada a incidência de descarga atmosférica ou de manobras das concessionárias.

As normas da ABNT NBR 5410:2004 e NBR 5419:2005, ambas preconizam o Dispositivo de Proteção contra Surtos (DPS) para proteger instalações elétricas e aparelhos eletroeletrônicos de sobretensões ou transientes diretos e indiretos, independente da origem. No item 5.4.2.1.1 da NBR 5410:2004 diz

Deve ser provida proteção contra sobretensões transitórias, com o uso dos meios indicados em **DPS ou outro equivalente**, nos seguintes casos: (a) quando a instalação for alimentada por linha total ou parcialmente aérea, ou incluir ela própria linha aérea, e se situar em região sob condições de influências externas AQ2 (mais de 25 dias de trovoadas por ano); (b) quando a instalação se situar em região sob condições de influências externas AQ3 (**descargas diretas**) (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA NBR 5410:2004, p.69, grifo da autora).

As manobras da concessionária são frequentes na região. Segundo as informações disponibilizadas no *site*<sup>63</sup> da concessionária local, para o período de 31/07 a 12/08/2014 registra-se 12 desligamentos programados para o município de Belém. Portanto, as condições ambientais e operacionais indicam a necessidade de instalação de DPS nas unidades residenciais “junto ao ponto de entrada da linha na edificação ou no quadro de distribuição principal” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA NBR 5410:2004, p.130).

Outra prática para amenizar esse tipo de problema seria a instalação de um contator

---

<sup>63</sup> Página virtual da Celpa. Disponível em: <<http://www.celpa.com.br/residencial/desligamentos-programados/>>.

sensível as tensões elétricas, fora da faixa admissível de estabilidade da tensão nominal ( $0,95 < 1pu < 1,05$ ), antes do disjuntor principal do quadro de carga.

O contator é um dispositivo eletromecânico com princípio de funcionamento semelhante ao de um relé. Seus recursos permitem ligar e desligar cargas que exigem correntes intensas de modo indireto. Além disso, ele permite que circuitos especiais sejam agregados, tornando o controle muito mais versátil como a ação biestável, a interrupção automática em caso de sobrecargas e o religamento do circuito após efetuado o *reset* do contator (BRAGA, 2014).

*(b) Necessidades de SPDA.*

Os estudos anteriores somados aos relatos e a pesquisa midiática sobre acidentes atmosféricos indicam, maiores cuidados para dispensa da instalação de SPDA em projetos habitacionais para o estado do Pará.

A obrigação de instalação do SPDA é regida pela NBR 5419:2005 e está vinculada ao volume a proteger, logo o volume da unidade popular do tipo casa, leva automaticamente a dispensa de SPDA e para a unidade tipo apartamento dispostos em bloco com dois pisos, demanda consenso entre cliente e projetista, sendo verificado nesta pesquisa, que quando há essa exigência, o SPDA é sempre dispensado.

Moura (2014), idealiza o SPDA para residenciais, utilizando a filosofia do para-raios de Franklin por condução, instalado por quadra. A simulação mostrou ter boa eficiência, mas aumenta consideravelmente os custos de projetos, causa poluição visual e antecedentes de roubo de material condutor (como o ocorrido na Comunidade Riacho Doce e Pantanal).

Diante do contexto, sugere-se a instalação, mais otimizada possível, do SPDA tipo Franklin, em pontos estratégicos, como caixas d'água e torres de comunicação, na configuração de agrupamento residencial do tipo casa.

O Anexo B, item B.1.3, da ABNT NBR 5419:2005 ressalta sobre o

[...] método de determinar se um SPDA é, ou não, exigido e qual o nível de proteção aplicável, lembrando que alguns fatores não podem ser avaliados e podem sobrepujar todas as demais considerações. Por exemplo, [...] o fato dos ocupantes de uma estrutura devem se sentir sempre seguros, pode determinar a necessidade de um SPDA, mesmo nos casos em que a proteção seria normalmente dispensável. Nestas circunstâncias, deve recomendar-se uma avaliação que considere o risco de exposição (isto é, o risco de a estrutura ser atingida pelo raio), e ainda os seguintes fatores: (a) o tipo de ocupação da estrutura; (b) a natureza de sua construção; (c) o valor de seu conteúdo, ou os efeitos indiretos; (d) a localização da estrutura e (e) a altura da estrutura (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005).

De forma, que na análise dos cálculos referente ao Método de Seleção do Nível de Proteção contra Descargas Atmosférica esteja considerada as particularidades locais, a exemplo, “frequência de raios para Belém que apresenta valor médio de 16 raios/km<sup>2</sup>/ano” (SANTOS, 2014).

O aterramento tem várias finalidades; é importante para drenar as tensões eletrostáticas que se formam nos equipamentos eletrônicos como proteção de choques elétricos e, faz parte do conjunto que forma o SPDA. A Lei Federal nº 11.337, de 26/07/2006, em vigência a partir de 12/2007, traz no Art. 1º: As edificações cuja construção se inicie a partir da vigência desta Lei deverão obrigatoriamente possuir sistema de aterramento e instalações elétricas compatíveis com a utilização do condutor-terra de proteção, bem como tomadas com o terceiro contato correspondente. Recomenda-se o reforço da malha de aterramento das unidades residenciais (com um eletrodo), objetivando a resistividade exigida nos padrões para proteção de equipamentos digitais.

Sabe-se da obrigatoriedade de aterramento nos postes de eletrificação de baixa tensão, uma forma de abrandar os efeitos dos transientes induzidos ou conduzidos, mas o meio ambiente amazônico é favorável ao rápido desgaste de conexões do sistema de aterramento e, que aliada a carência de manutenção desses sistemas, afetam diretamente a eficiência desses aterramentos. Logo, investir em uma malha de aterramento eficaz para as residências adicionada a instalação de DPS<sup>64</sup>, significa minimizar os riscos por incidência de descargas atmosféricas ocorridas nas proximidades ou daquelas propagadas pela rede de distribuição e ainda, por manobra da concessionária.

*(c) Necessidade de informações técnicas e direcionamento em caso de falhas estruturais e de projeto*

Durante a análise dos questionários sobre os fatores de risco elétrico, foi notado que os moradores conhecem pouco ou desconhecem por completo sobre as minúcias do projeto elétrico e outras particularidades construtivas de suas propriedades. Fato preocupante na hora de fazer ajustes ou reparo de equipamentos elétricos instalados. Recomenda-se disponibilizar ao beneficiário, no momento da entrega da unidade residencial, a documentação técnica

---

<sup>64</sup> Os DPS estão classificados pela NBR 5410/2004 em três classes: (a) Classe I – destinado à proteção contra sobretensões provocadas por descarga atmosférica direta com capacidade mínima de 12,5 kA de corrente de impulso; (b) Classe II - destinado à proteção contra sobretensões provocadas por descarga atmosférica indireta, sobretensões de manobra, com capacidade mínima de 5 kA de corrente nominal e (c) Classe III – destinado à proteção de equipamentos eletroeletrônico, é uma proteção fina, de ajuste acarretando em uma menor tensão residual (EMPRESA BRASILEIRA DE TECNOLOGIA, 2013)

(memorial descritivo e plantas auto explicativas), além dos documentos de legalização do imóvel.

Durante as entrevistas, por exemplo, foi percebida a dificuldade do morador sobre a compreensão do funcionamento do quadro de carga e outras características da instalação elétrica (como presença de tomadas especiais) e, o que deve fazer e/ou a quem recorrer no caso de ocorrência de falha na instalação ou depreciação prematura dos dispositivos elétricos instalados.

Recomenda-se a oferta de minicurso ou palestra sobre o manejo do imóvel que inclua o uso seguro de eletricidade, antes da entrega da unidade. Seria ideal, que em cada empreendimento, fosse implantado um escritório, no período mínimo de cinco anos, para atendimento regular as famílias com problemas de estrutura geral, elétrica, hidráulica, saneamento ou outra qualquer eventualidade relacionada ao imóvel novo. Garantindo a durabilidade do imóvel, segurança das pessoas e o acompanhamento da satisfação do beneficiário.

O sucesso do Programa de Habitação de Interesse Social do Governo Federal está intrinsecamente ligado à mudança duradora da estrutura, educação e social das comunidades atendidas. A casa própria é um bem transferível entre as gerações da família beneficiada, de modo que itens de segurança física do imóvel são indispensáveis.

## Capítulo 10 - CONCLUSÃO

As análises dos projetos elétricos residenciais, referentes às necessidades de SPDA, estão de acordo com o cálculo descrito no Método de Seleção do Nível de Proteção contra Descargas Atmosféricas preconizado na ABNT NBR 5419:2005, mas para considerações futuras deverão ser consideradas as características elétricas e ambientais da região amazônica.

As não conformidades encontradas, relacionadas a norma da ABNT NBR 5410:2004 frente à quantidade de potência de iluminação, não afetam gravemente a segurança elétrica das residências, mas com relação ao número de pontos de tomadas (TUG e TUE) precisam ser revistas em futuros projetos, assim como o dimensionamento dos disjuntores.

No Brasil, vive-se um momento de oportunidades que resultam no aumento de consumo, principalmente de eletroeletrônicos. Portanto, para a previsão de cargas devem ser consideradas as possibilidades das famílias adquirirem aparelhos como: computadores, notebooks, micro-ondas, máquinas de lavar automáticas e condicionadores de ar. Exigindo no projeto a inclusão de tomadas dedicadas a um incremento na demanda elétrica dessas residências.

As características da Amazônia requerem um sistema de aterramento em malha, com no mínimo três eletrodos, devidamente distanciados e instalados conectados a um adequado Dispositivo de Proteção contra Surtos - DPS (obrigatoriedade na ABNT NBR 5410:2004), tanto para dissipar ao solo as correntes indesejáveis, quer sejam geradas por falha do sistema ou utilização de aparelhos e, ainda por manobras da concessionária ou intempéries elétricas da natureza.

Os números de acidentes elétricos ocorridos no Pará, obtidos na pesquisa retroativa de 10 anos, mostram as falhas dos órgãos de competência em catalogar dados; os baixos números registrados nos anos de 2001 a 2009 não devem ser compreendidos como ausência de eventos e sim, como a falta da cultura de registrar, alavancada por diversos fatores relacionados a falta de profissionais, tempo, informatização e comunicação. As políticas públicas são feitas a partir de dados numéricos e, a ausência desses dados pode levar a conclusão errônea da não necessidade delas.

A maioria dos representantes das famílias beneficiárias desconhecem de prática para evitar ou agir no momento do acidente e fato ainda mais grave, não conhecem as características do projeto elétrico da residência nova. Portanto, é necessário disponibilizar momentos formativos regulares sobre práticas de consumo eficiente, medidas de segurança contra acidentes elétricos e os direitos concedidos, baseados nas particularidades locais. Assim como,

a disponibilidade de um escritório efetivo, no empreendimento, para que as pessoas possam recorrer quando for verificada qualquer falha que leve a ameaça de segurança a vida humana e depreciação do imóvel.

Para melhor respaldo de projetos elétricos inovadores que primem pela maximização da segurança de pessoas e estruturas, indica-se como trabalho futuro, o estudo de práticas de outros países para a proteção elétrica atmosférica, de empreendimentos habitacionais com residências isoladas, cujo  $N_{dc}$  (frequência admissível de danos) não justifique um SPDA.

## REFERÊNCIAS

- ASEA BROWN BOVERI Ltd. Tesla vs Edison: a guerra das correntes. Disponível em: <<http://www.abb.com/>> Acesso em: 02 jun. 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5410:2004 – Instalações Elétricas em Baixa Tensão. 2ª Edição, 2004. p.1-209.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5419:2005 – Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas. 2ª Edição, 2005. p. 1-42.
- AGÊNCIA BRASIL. Brasil integra programa internacional de monitoramento climático. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/noticia/2009-03-08>>. Acesso em: 01 set. 2013.
- APOLO11.COM. Cientistas disparam relâmpagos utilizando raios laser, 2008. Disponível: <[http://www.apolo11.com/curiosidades.php?posic=dat\\_20080415-102950.inc](http://www.apolo11.com/curiosidades.php?posic=dat_20080415-102950.inc) >. Acesso em: 22 jan. 2013.
- AZEVEDO, S., ARAÚJO, M. B. Questões metodológicas sobre o “déficit habitacional”: o perigo de abordagens corporativas. In CADERNOS METRÓPOLE/Observatório das Metrópoles – n. 17, São Paulo: EDUC, 2007. p. 241-255.
- BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL 2008: Ano base 2007 / Empresa de Pesquisa Energética. – Rio de Janeiro: EPE, 2008.
- BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL 2013: Ano base 2012 / Empresa de Pesquisa Energética. – Rio de Janeiro: EPE, 2013.
- BERGER, G. The Outstanding Contribution of Jacques de Romas to the Experiments on the Electric Nature of Lightning. In: 7ª International Conferenace of the Asia-Pacific in Lightning (APL). IEEE. CHENGDU: 2011 p. 1-7.
- BEZERRA, U. H. (Notas de aula) – Curso de Análise de Sistemas Elétricos, PPGEE – UFPA, Belém, 2012.
- BEZERRA, U. H. Cálculo Digital de Curto Circuito em Sistemas Elétricos. UFPA, Belém- PA, 2012. p. 1-30.
- BONDUKI, N. G. Política habitacional e inclusão social no Brasil: revisão histórica e novas perspectivas no governo Lula. Revista Eletrônica de Arquitetura e Urbanismo, nº 1, São Paulo, 2008. p. 70-104.
- BRAGA, N. C. Efeito Luminoso. Disponível em:< <http://newtoncbraga.com.br> >. Acesso em: 01 jun. 2014.
- BRASIL ECONOMICO. Número de unidades consumidoras de energia sobe 39% em 10 anos. 2011. Disponível em: < <http://brasileconomico.ig.com.br/noticias> >. Acesso em: 09 out. 2013.
- BRASIL. Urbanização de favelas e o Programa de Aceleração do Crescimento - PAC: experiências do Brasil - Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Habitação. Brasília, 2012. 228p.
- BRASILEIRO, B. C. Estudo Técnico sobre Consumo Energético, Instalações Elétricas e Proteção contra Descargas Atmosféricas considerando as Particularidades da Amazônia nos Empreendimentos de Urbanização de Assentamentos Precários na Comunidade Taboquinha,

Belém, PA. 2014. p. 1-118. Trabalho de Conclusão de Curso Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2014.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. Programa Minha Casa Minha Vida - Recursos FAR. 2013. Disponível: <[http://www1.caixa.gov.br/gov/gov\\_](http://www1.caixa.gov.br/gov/gov_)>. Acesso em: 11 nov. 2013

CARVALHO, S. N. A Política Nacional de Habitação e a Ação do Estado: São Paulo em Perspectiva. São Paulo, v. 5, n.4, 1991. p. 50-59.

CARVALHO, S. N. Cidades e Políticas de Habitação. In: BEANINGER, R. (Org.) População e Cidades: Subsídio para o planejamento e para as políticas sociais. NEPO/Unicamp: Brasília, UNFPA, 2010. p.137-151.

CENTRAIS ELÉTRICAS DO PARÁ. Comentários de Desempenho 4T13. 2013.

CENTRO GESTOR E OPERACIONAL DO SISTEMA DE PROTEÇÃO DA AMAZÔNIA. Experiência inédita: cientistas caçam raios no céu da Amazônia. Disponível em: <<http://www.sipam.gov.br/noticias/>> Acesso em: 13 nov. 2012.

CENTRO GESTOR E OPERACIONAL DO SISTEMA DE PROTEÇÃO DA AMAZÔNIA. Projeto PAE – Prevenção de Acidentes Elétricos. Banco de Dados, Belém – PA, 2013.

CINTRA, L. Por que é importante evitar o uso de energia no horário de pico? Superinteressante. Blog Ideias Verdes. Disponível em: <<http://super.abril.com.br/blogs/ideias-verdes>> Acesso em: 21 nov. 2013.

CLIMATE.DATA.ORG. Clima Belém. Disponível em:<<http://pt.climate-data.org/location/4299>>. Acesso em: 1 jul. 2014.

COMPANHIA DE HABITAÇÃO - PARÁ. Definidas empresas que executarão obras do PAC no Riacho Doce e Pantanal. 2008. Disponível em: <<http://www.cohab.pa.gov.br/>> Acesso em: 10 nov. 2013.

COMPANHIA DE HABITAÇÃO - PARÁ. Planta Elétrica, Planta Baixa. Unidades Habitacionais da Comunidade Fé em Deus, 2007.

COMPANHIA DE HABITAÇÃO - PARÁ. Planta Elétrica, Planta Baixa. Unidades Habitacionais da Comunidade Pratinha, 2007.

COMPANHIA DE HABITAÇÃO - PARÁ. Planta Elétrica 1ª Etapa, Planta Baixa, tipo Quadro de Cargas, Unidades Habitacionais da Comunidade Riacho Doce, 2008.

COMPANHIA DE HABITAÇÃO - PARÁ. Planta Elétrica, Planta Baixa. Loteamento Jardim das Garça, 2009.

COMITÉ DE GESTÃO EMPRESARIAL, Fundação. Relatório 2012. Estatística de Acidentes no Setor Elétrico Brasileiro. Disponível em: <<http://www.funcoge.org.br/>>. Acesso em: 03 jan. 2014.

CORREA, R. F. B. Cohab inicia trabalho social no Garças. 2011. Disponível em: <<http://www.cohab.pa.gov.br/>>. Acesso em: 02 jan. 2014.

CUNHA, A. M., SILVA, D. da. Construction and Validation of a attitudes questionnaires about STS relations. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Santa Catarina 2009.

C&K UNIFORMES E EPI'S. Disponível em: <<http://www.cekuniformes.com.br/>> Acesso: 31 dez. 2013.

- DataSUS. Estatísticas Vitais. Disponível em: < <http://www2.datasus.gov.br/> > Acesso: 20 dez. 2013.
- DANIELI, C. L. de. Estudo da Gaiola de Faraday com Blindagem para ondas Eletromagnéticas. Relatório Final. UNICAMPI – São Paulo, Brasil, 2002. p.1-13.
- DENTEL, L. M. Modelagem de sistemas de detecção de descargas atmosféricas na Amazônia. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Belém, 2013. p. 1-217.
- DIÁRIO DO PARÁ. Bianca e Adrielle: crime que abalou a sociedade, 2009. Disponível em: < <http://diariodopara.diarioonline.com.br/N-45087.html> >. Acesso em: 31 dez. 2013.
- ELETRICIDADE MODERNA. Guia EM da NBR 5410. Ed. Aranda. São Paulo, 2001. p.1-289.
- EMPRESA BRASILEIRA DE TECNOLOGIA. Sistema Completo de Proteção II (DPS). Manual Técnico de Especificação, 2013. p. 1 a 38.
- ENGELMANN, E.; GROßMANN, S. Vorlesungstitel Blitzschutztechnik, IEEH, 2013. p. 18.
- EMPRESA PESQUISA ENERGÉTICA, Anuário Estatístico de Energia Elétrica, 2011. p. 126.
- EMPRESA PESQUISA ENERGÉTICA, Anuário Estatístico de Energia Elétrica, 2012. p. 154.
- EMPRESA PESQUISA ENERGÉTICA, Anuário Estatístico de Energia Elétrica, 2013. p. 152.
- ESPAÇO BRASILEIRO. Instituto atinge a marca de um milhão de imagens distribuídas, sem custos, pela internet. Laboratório de Instrumentação Meteorológica (LIM), em Cachoeira Paulista (SP), realiza a calibração de instrumentos meteorológicos. Disponível em: <[http://www.aeb.gov.br/wp-content/uploads/2012/09/RevistaAEB\\_n7.pdf](http://www.aeb.gov.br/wp-content/uploads/2012/09/RevistaAEB_n7.pdf)>. Acesso em: 10 out. 2013.
- FERNANDES, C. do C. P. A política Nacional de Habitação de Interesse social: Estudos de avaliação e resultados. 2009. 102 p. Tese de Magister Scientiae. – Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal de Viçosa – MG, 2009.
- FERREIRA, A. B. de H. Novo dicionário Aurélio da língua portuguesa, 4. ed. Curitiba: Ed. Positivo, 2009.
- FERREIRA, R. A. F. Instalações Elétricas I (Nota de aulas). UFJF, 2010.
- FERREIRA, H. L. S. Urbanização de Assentamentos Precários: Uma Análise Técnica sobre A Instalação Elétrica e SPDA da Comunidade Pratinha no Município de Belém-Pa. Trabalho de Conclusão de Curso Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2010.
- FRANKLIN, B. Autobiografia. Coleção Clássico da Democracia. Editora IBRASA. São Paulo, 1963.
- GOMES, F. V. Instalações Elétricas I. (notas de aula). PPGEE, UFJF, Juiz de Fora, 2012.
- GOVERNO DE SÃO PAULO. Manual de Orientação para a manutenção de sistemas de proteção contra descargas atmosférica nas escolas – para-raios. FDE. Ed.: CTP, São Paulo, 2009. p. 1-24.
- GUEDES, M. V. Fenômeno Elétrico: Algumas Ideias e Experiências durante o Século XVIII. FEUP, Porto, 2003.
- GUNTHER, H. Como Elaborar um Questionário (Série: Planejamento de Pesquisa nas Ciências Sociais, nº 1). Brasília, DF: UnB, Laboratório de Psicologia Ambiental, 2003.

G1 BRASIL. Consulte o IDHM do seu município. Disponível em: <<http://g1.globo.com>>. Acesso em: 10 out. 2013.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; KRANE, K. S. Física 3 (5ª Edição). LTC, Rio de Janeiro – RJ, 2004.

HORA, H. R. M. da; MONTEIRO, G. T. R.; ARICA, J. Confiabilidade em Questionários para Qualidade: Um Estudo com o Coeficiente Alfa de Cronbach. Produto & Produção, vol. 11, n. 2, 2010. p. 85 - 103.

INMETRO. Padrão Brasileiro de Plugues e Tomadas – A evolução. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, Brasil, 2011. p.22.

INSTITUTO BRASILEIRO GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, Censo Demográfico 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 1 jun. 2014.

IMPRESA OFICIAL DO ESTADO. Ano CXVI da IOE 119º da República, nº 31.317, 2008. Cad.2

INSTITUTO BRASILEIRO DE OPINIÃO PÚBLICA E ESTATÍSTICA. Gastos dos brasileiros com eletrodomésticos devem superar R\$ 47 bilhões. 2013. Disponível em: <<http://www.ibope.com.br/pt-br/noticias>>. Acesso em: 1 jun. 2014.

LAMEIRA, F. E. A. Urbanização de Assentamentos Precários: Uma Análise Técnica sobre a Instalação Elétrica e SPDA do Empreendimento da Comunidade Fé Em Deus. Trabalho de Conclusão de Curso Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2013.

LIMA, G. Desenvolvimento de Projetos Elétricos de Baixa Tensão - Instalações Elétricas Prediais (Notas de Aulas). IFRN, 2010.

LOURENÇO, S. R.; SILVA, T. A. F.; SILVA FILHO, S. C. Um estudo sobre os efeitos da eletricidade no corpo humano sob a égide da saúde e segurança do trabalho. In. Exacta, São Paulo, v.5, n.1, p. 135-143, 2007.

MACEDO JUNIOR, A. O. de. Cohab entrega casas no Riacho Doce. COHAB, 2013. Disponível em:< <http://www.cohab.pa.gov.br/>>. Acesso em: 05 jan. 2014.

MAIRIE DE PARIS, 2010. Disponível em:< <http://www.paris.fr>>. Acesso em: 06 jan. 2014.

MARQUES, J. M, MARQUES, T. G. Qual a fiabilidade do alfa de Cronbach? Questões antigas e soluções modernas? In: Laboratório de Psicologia, I.S.P.A., 2006. p. 64-90.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. Os raios no imaginário popular. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciência, nº 3, V. 2, ABRAPEC. São Paulo, 2002. p. 84-96.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA/MINISTÉRIO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA/MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO. Portaria Interministerial Nº1.007, de 31 de dezembro de 2010.

MINISTÉRIO DAS CIDADES, SECRETARIA NACIONAL DE HABITAÇÃO. Avanços e Desafios: Política Nacional de Habitação – Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Habitação. Brasília, 2010.

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO. Relatório de Avaliação do Plano Plurianual 2008-2011: ano base 2009. Brasília, 2010.

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO. Relatório de Avaliação do Plano Plurianual 2008-2011: ano base 2010. Brasília, 2011.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. SNH. Urbanização de Favelas: a experiência do PAC – Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Habitação. Brasília, 2010. p. 1-88.

MODENESI, P. J. Introdução à Física do Arco Elétrico e sua Aplicação na Soldagem dos Metais. UFMG, Belo Horizonte, 2007. p.146.

MOREIRA, B. Norma para SPDA a caminho. In: Revista O Setor Elétrico, nº 91, Ano 8. Ed. Atitude Editorial. São Paulo, 2013. p. 60-65.

MUNICÍPIO DE BELÉM, G. M. Lei nº 7.806 – Delimitação das áreas que compõem os bairros de Belém, 1996.

NOAA, National Weather Service. Jetstream – Online School for Weather. The positive and negative side of lightning, 2013. Disponível em: <[www.srh.noaa.gov](http://www.srh.noaa.gov)>. Acesso em: 12 out. 2013.

OLIVEIRA, L. L.; FONTINHAS, R. L.; LIMA, A. M. M.; LIMA, R. J. S. Mapas dos Parâmetros Climatológicos do Estado do Pará: Umidade, Temperatura e Insolação, Médias Anuais, 2006.

OLIVEIRA, J.; COSTA, D.P.; SCHOR, T. Urban Network in the Amazon: a differentiated methodological perspective. International Sociological Association ISA – Research Committee T21 on Sociology of Urban and Regional Development – RC21 – International Conference Urban Justice and Sustainability, Vancouver Conference August 22-25/2007, Session: Methods and methodologies in urban studies.

ONS. Mapas do SIN. Disponível em: <<http://www.ons.org.br/>>. Acesso em: 01 jul. 2014.

ORNELLAS, A. A Energia dos Tempos Antigos aos dias Atuais. In: Conversando sobre Ciência em Alagoas. EDUFAL, Maceió, 2006. p.71

O SETOR ELETRICO. Anuário: O Setor Elétrico de normas brasileiras 2012-2013. Atitude. Editorial, 2013. Mensal. p. 232-236.

BUENOS, Beatriz Dias. Longa Dependência. O Setor Elétrico, v. 7, n.78, p. 88-93, jul., 2012. ISSN 1983-0912.

OUTER SPACE. Vídeo de um Arco Elétrico em uma Sub-Estação de 500 mil Volts (causado por falha de disjuntor). Disponível em: <<http://forum.outerspace.terra.com.br/>>. Acesso em: 31 dez. 2013.

PLANO DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO 2. Urbanização - Riacho Doce e Pantanal - 1ª Etapa - Belém – PA, 2013. Disponível em: <<http://www.pac.gov.br/obra/25199/>>. Acesso em: 16 nov. 2013.

PRATES, M. As 300 cidades mais populosas do Brasil em 2013. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/>>. Acesso em: 15 nov. 2013.

PEREIRA, C. S.; ALMEIDA, A. da C.; ROCHA, E. J. P. da; SIMÕES NETO, B.; SOUZA, J. R. S. de; ROCHA, B. R. P. da. Lightning Frequency of Occurrence Distribution over Eastern Amazonia. In the International Conference on Grounding & 3<sup>rd</sup> International Conference on Lightning Physics and Effects – Florianópolis, November, 2008.

PEREIRA, C. S. Elementos de Sensores de Eletricidade Atmosférica. 2010. 119 p. Tese (Mestrado em engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2010.

PIETROCOLA, M.; POGIBIN, A.; ANDRADE, R.; ROMERO, T. R. Física em Contextos: pessoal, social e histórico: eletricidade e magnetismo, ondas eletromagnéticas, radiação e matéria – FTD 1ª Ed. São Paulo – SP, 2010.

PINTO Jr, O. A arte da guerra contra os raios. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

PINTO Jr, O.; NACCARATO, K.P.; CAMPINHO, C. Lightning Incidence in the Southeast Brazil: Comparison of Thunderstorm Days from Different Data Bases. In: 14th International Conference on Atmospheric Electricity, August 08-12, 2011, Rio de Janeiro, Brazil, 2011.

PONTE, J. P. X, MERCES, S. Rede de Avaliação e Capacitação para Implementação dos Planos Diretores Participativos (Pará: Relatório de Avaliação de PDP – Município de Santa Isabel do Pará), 2007.

PRYSMIAN. Instalações Elétricas Residenciais, 2006. Disponível em: <[www.prysmian.com.br](http://www.prysmian.com.br)>. Acesso em: 20 out. 2013.

RAISG. Amazônia 2009 – Áreas Protegidas – Territórios Indígenas. 1ª ed. RAISG, 2009.

RAKOV, V. A.; UMAN M. A. Lightning Physics and Effects. New York: Cambridge, 2003.

REDE LIBERAL. Curto-circuito pode ter provocado incêndio no Jurunas, em Belém. Disponível em: <<http://g1.globo.com/pa/para/noticia/2014/05/curto-circuito-pode-ter-provocado-incendio-no-jurunas-em-belem.html>>. Acesso em: 1 jul. 2014.

RICCI, R. O Maior Fenômeno Sociológico do Brasil: a nova classe média. Escola de Governo, Brasil, 2014.

RIVETTI, L. O fim das lâmpadas incandescentes está próximo. 2014. In: Diário do Jequi. Disponível em: <<http://www.dojequi.com/noticia/detalhe/1833/2014/06/o-fim-das-lampadas-incandescentes-esta-proximo.html>>. Acesso em: 01 jul. 2014.

ROCHA, B. R. P.; ALMEIDA, A. C.; SOUZA, J. R. S. de S., SÁ, J. A. S., MONTEIRO, J. H. A. Características dos Raios Nuvem-Solo na Amazônia Oriental: Subsídios para Proteção de Sistemas Elétricos. Apresentado no III Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos, Vol. 1, 2010 p.1-3.

ROCHA, B. R. P. da, PEREIRA, C. S., SOUZA, J. R. S. de, MONTEIRO, J. H. A. Lightning Variables Seasonal Changes Over Eastern Amazonia. In: 29<sup>th</sup> International Conference on Lightning Protection, 23<sup>rd</sup> – 26<sup>th</sup> June 2008 – Uppsala, Sweden.

SÁ, J. A. S. de. DESCARGAS ATMOSFÉRICAS NA AMAZÔNIA: Reconhecimento e análise dos parâmetros de interesse para o planejamento estratégico dos sistemas de proteção de linhas de transmissão. 2011. p. Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Pará – PA, 2011.

SABA, M. M. F. A Física das Tempestades e dos Raios – Questões e Dúvidas. In Física na Escola, v. 2, n.1, 2001. p. 20-22.

SANTOS, D. G. dos. Planejamento de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas para unidades habitacionais de baixa renda. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Belém, 2014. p. 1-87.

SEGURANÇA, F. Risco Elétrico, 2013. Disponível em: <[http://www.factor-segur.pt/shst/docinformativos/Riscos\\_Eletricos.pdf](http://www.factor-segur.pt/shst/docinformativos/Riscos_Eletricos.pdf)>. Acesso em: 13 nov. 2013.

SENADO FEDERAL. Constituição da República Federativa do Brasil (Texto promulgado em 05/10/1988). Brasília, 2013. p. 10.

- SEVERINO, J.J. Filosofia. Coleção Magistério 2º Grau. São Paulo: Cortez Editora, 1999.
- SECRETARIA MUNICIPAL DE COORDENAÇÃO GERAL DO PLANEJAMENTO E GESTÃO, Secretaria Municipal de Planejamento. Lei nº 7.806, de 30 de julho de 1996. p. 1-13.
- SILVA, V. P. da, CARVALHO, I. de S., AZEVEDO, D. de A. Estudo da composição química de resinas e âmbar por CG/EM. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA - SBQ, 20 a 23, 2002. Rio Janeiro, RJ, 2002.
- SECRETARIA NACIONAL DE HABITAÇÃO. Base de dados PAC/UAP-CHAMADA MCTI/CNPq/MCIDADES nº 11/2012. MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2013.
- SNH. Base de dados PMCMV-CHAMADA MCTI/CNPq/MCIDADES nº 11/2012. MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2013.
- SOARES, M. MSPC. Informações Técnicas: Para-raios e aterramentos I. Disponível em:<<http://www.mspc.eng.br/tecdiv/para-raios-110.shtml>>. Acesso em: 11 jan. 2014.
- SOUZA, J. R. S. Raios: Relâmpagos e Trovões. In: Gorayeb. I.S. (Org.). Revista Amazônia II. 1ª ed. Belém: RM GRAPH Ltda., 2010, v. 2, p. 85-87.
- SOUZA, N. P. de. Análise Técnica da Instalação Elétrica e do SPDA nos Módulos da Provisão Habitacional do Empreendimento Programa de Urbanização de Assentamentos Precários do PAC na Comunidade Riacho Doce e Pantanal em Belém-PA e Levantamento de Dados de Acidentes Elétricos na Localidade. Belém, PA. 2014. p. 1-110. Trabalho de Conclusão de Curso Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2014.
- STEVENSON, D. C. Translation of the Meteorology by Aristotle, Wide Web é Copyright (C) 1994-2000.
- TAVARES. M. G. da C. A formação Territorial do Espaço Paraense: dos fortes à criação de municípios. In: Revista ACTA Geográfica, Ano II, nº 03, 2008. p. 59-83.
- TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. Relatório de Auditoria, TC-000.345/2010-5, 2010. p. 01-33.
- UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Introdução à Eletrostática (notas de aula). Instituto de Física de São Carlos. São Paulo, 2010.
- VISACRO FILHO, S. Descargas Atmosféricas: Uma abordagem para a engenharia. São Paulo: Artliber Editora, 2005.
- WEFFORT, F. C. O. Populismo na Política Brasileira, Ed. Paz e Terra, Rio de Janeiro, 1986. p.50-60.

## ANEXO – Questionário “Fatores de Riscos Elétricos”

MINISTÉRIO DA DEFESA  
SECRETARIA GERAL - SG  
CENTRO GESTOR E OPERACIONAL DO SISTEMA DE PROTEÇÃO DA AMAZÔNIA  
CENTRO REGIONAL DE BELÉM  
PROJETO PAE: MCTI/CNPq/MCIDADES nº 550679/2012-0

### QUESTIONÁRIO SOBRE FATORES DE RISCOS ELÉTRICOS

1– Identificação:

(a) Empreendimento: \_\_\_\_\_

(b) Localização/Perímetro: \_\_\_\_\_

(c) Município: \_\_\_\_\_

2– Identificação do (a) entrevistado (a):

(a) Nome: \_\_\_\_\_ (b) Idade: \_\_\_\_\_

3– Há quanto tempo mora nesta casa?

Menos de 1 ano                       5 a 10 anos

1 a 5 anos                               Mais de 10 anos

4– Faixa etária dos moradores da casa:

FAIXA ETÁRIA	QUANTIDADE	
	HOMEM	MULHER
0 a 10 anos		
10 a 18 anos		
18 a 29 anos		
29 a 60 anos		
Mais de 60 anos		

5– Qual a atividade econômica base da renda da família?

Autônomo                               Comerciante

Funcionário Público                   Doméstico

Outro: \_\_\_\_\_

6– Renda familiar mensal estimada?

Menos de 1 salário mínimo           1 salário mínimo

1 a 2 salários mínimos                   2 a 3 salários mínimos

Mais de 3 salários mínimos

7– Recebe auxílio governamental?     Sim     Não

8– Caso positivo. Qual (is) o (s) auxílio (s)?

- ( ) Bolsa família                      ( ) Auxílio Moradia  
 ( ) Bolsa escola                        ( ) Outro(s) \_\_\_\_\_  
 ( ) Auxílio Doença

9- A casa onde você mora é:

- ( ) Própria    ( ) Alugada    ( ) Cedida    ( ) Outro: \_\_\_\_\_

10- Se própria: ( ) Quitada    ( ) Financiada

11- Se financiada:

- ( ) MCMV1                                ( ) Provisão Habitacional  
 ( ) MCMV2                                ( ) Outros: \_\_\_\_\_

12- O fornecimento de energia elétrica de sua residência é:

- ( ) 110V    ( ) 220V

13- Qual o valor do disjuntor?

- ( ) 25 A            ( ) 30 A            ( ) 40 A            ( ) 60 A

14- Quantos eletrodomésticos e/ou eletroeletrônicos você tem em sua casa?

APARELHOS	1	2	3 ou +	Não Tem
Aspirador de pó				
Batedeira				
Cafeteira				
Condicionador de ar				
Celulares				
Chapinha				
DVD				
Ferro de passar				
Freezer				
Geladeira				
Grill				
Liquidificador				
Lâmpadas Incandescentes				
Lâmpadas Fluorescentes				
Máquina de Lavar				
Microcomputador				
Microondas				
Micro System				
Rádio				
Secador de cabelo				
TV				
Ventilador				

15– Algum aparelho elétrico já foi danificado por problemas no fornecimento de energia elétrica em sua casa? ( ) Sim ( ) Não

16 – Caso você tenha respondido “Sim” para a questão 15, então descreva o ocorrido:

---

---

---

---

---

16– Mediante a perda total ou parcial de aparelho elétrico por problemas com a eletricidade houve ressarcimento? ( ) Sim ( ) Não

17– Você já notou alguma falha na instalação elétrica de sua casa? ( ) Sim ( ) Não

18– Caso você tenha respondido “Sim” para a questão 17, então descreva o ocorrido:

---

---

---

---

---

19– Você já sofreu ou presenciou um acidente elétrico envolvendo pessoas?

( ) Sim ( ) Não

20– Caso você tenha respondido “Sim” para a questão 19, então descreva o ocorrido com detalhes o que ocorreu, exemplo: o gênero da pessoa envolvida, idade, circunstância do acidente, onde ocorreu, como ocorreu, quando ocorreu e as providências de socorro tomadas.

---

---

---

---

---

21– Você já presenciou ou ouviu falar de acidentes com descargas atmosféricas (raios) nas proximidades de sua residência, bairro ou cidade? ( ) Sim ( ) Não

22– Caso você tenha respondido “Sim” para a questão 21, então descreva o ocorrido:

---

---

---

---

---

23– Você conhece algum procedimento para evitar acidentes elétricos? ( ) Sim ( ) Não

24– Caso você tenha respondido “Sim” para a questão 23, então descreva o ocorrido:

---

---

---

---

---

25– Você já participou de palestra para prevenção de acidentes elétricos? ( ) Sim ( ) Não

26– Caso você tenha respondido “Sim” para a questão 25, então descreva o ocorrido:

---

---

---

---

---

27– Você considera importante que a população saiba como evitar acidentes com a eletricidade?

( ) Sim ( ) Não

28– Caso você tenha respondido “Sim” para a questão 27, então descreva o ocorrido:

---

---

---

---

---

29– Autorizo, voluntariamente, a divulgação das informações acima para uso do Projeto PAE: Prevenção de Acidentes Elétricos dentro do Programa Minha Casa Minha Vida e PAC – Urbanização de Assentamentos Precários levando em conta as particularidades da Amazônia:

( ) Sim ( ) Não

Nome: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_