



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**GEORREFERENCIAMENTO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO
ELÉTRICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE - CAMPUS
RIO BRANCO**

Taynara Bastos Trindade

RIO BRANCO

2019



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

**GEORREFERENCIAMENTO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO
ELÉTRICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE - CAMPUS
RIO BRANCO**

Taynara Bastos Trindade

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Bacharelado em
Engenharia Elétrica da Universidade
Federal do Acre - Ufac, como pré-
requisito para obtenção do grau de
bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. José Humberto Araújo Monteiro

RIO BRANCO

2019

COMISSÃO JULGADORA

Trabalho de Conclusão de Curso

Autora: Taynara Bastos Trindade

Data da defesa: 25 de abril de 2019

Título do Trabalho: Georreferenciamento da Rede de Distribuição Elétrica da Universidade Federal do Acre - Campus Rio Branco.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. José Humberto Araújo Monteiro
Orientador – CCET/Ufac

Eng.º Msc. Thiago Melo de Lima
CEEAC/UFAC

Prof. Esp. José Elieser de Oliveira Jr
CCET/UFAC

RIO BRANCO
2019

*À minha mãe, Elisabeth Machado Bastos, minha eterna fonte
de admiração e amor, e ao príncipe que carrego no ventre,
mamãe te aguarda ansiosamente.*

AGRADECIMENTOS

Ao chegar nesta etapa final do curso o que não faltam são os agradecimentos.

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, por nunca ter me deixado só, mesmo estando longe das pessoas que eu mais amava.

Em seguida, agradeço ao meu pai, Adeilton Trindade dos Santos, que não teve a oportunidade de estudar, mas se tornou um excelente profissional e especialista em eletricidade, o que me gerou interesse em explorar essa área. E, desde que optei por esse desafio sempre esteve comigo. Agradeço eternamente a minha mãe, Elisabeth Machado Bastos, que também não teve a oportunidade de estudar na juventude, mas que batalhou muito e hoje é Mestre em Ciências e Matemática, me “obrigando” a amar também as exatas e ter tanto desejo em ser uma mulher guerreira e persistente como ela. Os dois são e sempre foram exemplos na minha vida. Consolidaram uma base sólida na minha formação me ensinando respeito, honestidade, paciência, garra e principalmente amor pela vida e pelos desafios que ela propõe. Se não fosse por vocês eu nunca conseguiria.

Agradeço ao meu irmão, Hiago Bastos Trindade, que passou esses longos cinco anos em busca dos mesmos sonhos que nos foram instigados. Hoje se tornou um homem digno e ético que desperta em mim um enorme orgulho e carinho.

Agradeço à minha família de amigos que ganhei no Estado do Acre, em especial ao Lourent Freire e Cássio Soriano, que são os dois amores da minha vida, parceiros de estudos e descontrações. Ajudaram-me a levar a vida com mais tranquilidade.

Agradeço à Universidade Federal do Acre, pois, além da formação pública e de qualidade, me forneceu auxílios, bolsas assistenciais, de pesquisas e extensão que me mantiveram por um bom tempo.

Agradeço imensamente à equipe de professores do curso de Engenharia Elétrica, em nome do Prof. Dr. Humberto Monteiro. Foram os grandes responsáveis por todo conhecimento obtido na minha formação, se desdobraram nas aulas e me ensinaram que sempre que eu pensar que sei algo, devo estudar muito mais para saber!

À turma 2013 de Engenharia Elétrica, que fez esses dias se tornarem leves com as risadas e trabalhos realizados em equipe.

Neste percurso da universidade tive a felicidade de conhecer uma pessoa que infelizmente deixou um eterno vazio na minha vida, Fagner Pamplona. Serei eternamente grata a Deus por ter te conhecido e estado contigo até o ultimo dia da sua vida, meu eterno amor.

Agradeço também ao Centro de Excelência em Energia, no nome do Engenheiro Antonio Melo, que conduz brilhantemente essa instituição e me deu a oportunidade de realizar essa pesquisa junto com os melhores bolsistas/estagiários, em especial ao Mirabor Júnior, que me auxiliou no uso do QGIS e ao Marcos Viana, no auxilio do AUTO CAD, além da enorme contribuição da Luzenilda, Claudiane, Paulo, Lucas Matheus, Gabriel, Melque, Thays, e dos Engenheiros Eletricistas Amanda Alab e Thiago Melo.

Agradeço também a prefeitura do campus da UFAC e ao Laboratório de Geoprocessamento da UFAC que me forneceu ajuda no geoprocessamento das informações geográficas no QGIS, assim como o empréstimo do GPS para realização do trabalho.

Por fim, e não menos importante, ao Sindicato dos Engenheiros do Acre, em nome do Engenheiro Civil Sebastião Fonseca, pela instigação das responsabilidades éticas e profissionais que o engenheiro deve ter frente sua classe e por ter me oportunizado olhar para a engenharia com amor e anseio de fazer sempre o melhor.

Meus sinceros agradecimentos.

“Transportai um punhado de terra todos os dias e fareis uma montanha.”
Confúcio

RESUMO

O Setor Elétrico Brasileiro vem se desenvolvendo com o passar dos anos e junto com esse desenvolvimento ampliaram-se as exigências para a manipulação dos dados e informações geográficas referentes às redes de distribuição. As distribuidoras de energias são responsáveis por toda a organização local da rede elétrica em uma determinada área e devem atender as normas técnicas estabelecidas pela Aneel, como a Base de Dados Geográficas da Distribuidora (BDGD), exigida anualmente através dos Procedimentos de Distribuição (Prodist). Neste contexto surge o georreferenciamento, processo no qual são obtidas as coordenadas geográficas de um determinado ponto de ativo elétrico, e os Sistemas de Informação Geográficas (SIG), que processam essas informações auxiliando as distribuidoras na organização, controle e operação da sua rede. Este trabalho tem como objetivo georreferenciar a rede elétrica de distribuição do campus Rio Branco da Universidade Federal do Acre assim como registrar os principais equipamentos elétricos e observações dos pontos coletados. A metodologia utilizada foi baseada nos procedimentos utilizados pelas distribuidoras de energia elétrica e se dividiu em dois procedimentos: aquisição em campo e síntese dos dados. Como resultados foram obtidos o mapeamento digital da rede de distribuição da instituição e o croqui apresentando as principais cargas instaladas com o uso do *software* QGIS, assim como a análise quantitativa dos objetos como postes, transformadores e estruturas de rede. Dessa forma, conclui-se que com as informações apresentadas é possível utilizá-las em outras ferramentas SIGs e, assim, desenvolver outros estudos como análise de fluxo de potência para melhoria desta rede.

Palavras-chaves: Georreferenciamento; Distribuição de Energia; Sistema de Informação Geográfica.

ABSTRACT

The Brazilian Electricity Sector has been developing over the years and along with this development the requirements for the manipulation of data and geographic information related to distribution networks have been expanded. Power distributors are responsible for the entire local organization of the power grid in a given area and must meet the technical standards established by Aneel, such as the Distributor's Geographic Database (BDGD), required annually through the Prodist Procedures. . In this context comes georeferencing, a process in which the geographic coordinates of a given electrical asset point are obtained, and the Geographic Information Systems (GIS), which process this information helping distributors in the organization, control and operation of their network. This work aims to georeference the electrical distribution network of the Rio Branco campus of the Federal University of Acre as well as record the main electrical equipment and observations of the points collected. The methodology used was based on the procedures used by the electricity distributors and was divided into two procedures: field acquisition and data synthesis. As results were obtained the digital mapping of the distribution network of the institution and the sketch showing the main loads installed using the QGIS software, as well as the quantitative analysis of objects such as poles, transformers and network structures. Thus, it is concluded that with the information presented it is possible to use it in other GIS tools and, thus, develop other studies as power flow analysis to improve this network.

Keywords: Georeferencing; Energy distribution; Geographic Information System.

LISTA DE SIGLAS

Aneel	Agência Nacional de Energia Elétrica
ACL	Ambiente de Contratação Livre
ACR	Ambiente de Contratação Regulada
BDGD	Base de Dados Geográfica da Distribuidora
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
GPS	Global Positioning System
MCPSE	Manual de Controle Patrimonial do Setor Elétrico
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
Prodist	Procedimentos de Distribuição de Energia
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIG-R	Sistema de Informação Geográfica Regulatório
SEB	Sistema Elétrico Brasileiro
SED	Sistema Elétrico de Distribuição
SEP	Sistema Elétrico de Potência
SIN	Sistema Interligado Nacional
Ufac	Universidade Federal do Acre

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Relação percentual dos diferentes tipos de postes instalados.....	62
Gráfico 2: Relação percentual das diferentes alturas de postes instalados.....	63
Gráfico 3: Relação percentual das estruturas superiores do Tipo N.....	63
Gráfico 4: Relação percentual das estruturas laterais.....	64
Gráfico 5: Relação percentual do tipo de cabo em passagens.....	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Relação de consumidores e consumo em 2017	19
Tabela 2: Execução em campo	51
Tabela 3: Área física construída na Ufac	56
Tabela 4: Quantidade de transformadores na rede de distribuição	65

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Sistema de geração-transmissão-distribuição no Brasil	23
Figura 2: Estrutura Institucional do SEB	25
Figura 3: Tensões secundárias em Rio Branco - AC	29
Figura 4: Estrutura de rede tipo Normal.....	32
Figura 5: Estrutura de rede tipo Meio-Beco	33
Figura 6: Estrutura de rede tipo Beco	33
Figura 7: Estrutura de rede tipo Triangular	33
Figura 8: Estrutura de rede tipo Monofilar.....	34
Figura 9: Transformador de Distribuição de 75 kVA	36
Figura 10: Ligação elétrica de transformador de distribuição	37
Figura 11: Rede MT em manutenção	38
Figura 12: Para-raios do tipo válvula de 15 kV	39
Figura 13: Chave fusível Matheus	40
Figura 14: Chave Seccionadora	41
Figura 15: Globo terrestre dividido em meridianos e paralelos.....	44
Figura 16: GPSmap 64s	50
Figura 17: Realização da aquisição em campo	52
Figura 18: Interface do <i>software</i> QGIS	54
Figura 19: Universidade Federal do Acre, campus Rio Branco	57
Figura 20: Mapeamento digital dos pontos de ativos elétricos da UFAC.....	58
Figura 21: Pontos de ativos - AUTOCAD.....	60
Figura 22: Poste tipo HT	61

Figura 23: Poste tipo C	62
Figura 24: Estrutura superior N1 e lateral S4 tangente.....	62
Figura 25: Pontos Georreferenciados e Cadastrados no QGIS.....	66
Figura 26: Procedimento de medição de pontos no QGIS	67

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
1.1 Apresentação do tema.....	19
1.2 Justificativa.....	19
1.3 Objetivos	20
1.3.1 Objetivo Geral	20
1.3.2 Objetivos específicos	20
1.4 Estrutura do trabalho	20
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	22
2.1 O Sistema Elétrico de Potência.....	22
2.2 Redes de distribuição aérea urbana.....	26
2.2.1 A distribuidora de energia	26
2.2.2 Estrutura da rede de distribuição	27
2.3 Técnicas de georreferenciamento	42
2.3.1 Coleta de pontos de controle com o GPS	42
2.3.2 Prodist, Módulo 10 – SIG-R	45
3 METODOLOGIA	49
3.1 Aquisição de dados em campo.....	50
3.2 Processamentos dos dados.....	52
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	56
4.1 Delimitação do espaço de georreferenciamento	56
4.2 Mapeamento dos pontos da rede elétrica	57
4.3 Cadastro dos principais ativos elétricos.....	60
5. CONCLUSÃO	69
5.1 Discussão geral.....	69
5.2 Dificuldades encontradas.....	70
5.3 Trabalhos futuros.....	70
REFERÊNCIAS.....	72
APÊNDICE 1: DADOS GEOGRÁFICOS COLETADOS POR GPS	76
APÊNDICE 2: INFORMAÇÕES DE EQUIPAMENTOS EM CADA PONTO	
COLETADO	82
APÊNDICE 3: DISTÂNCIA ENTRE OS PONTOS GEORREFERENCIADOS	91

APÊNDICE 4: REDE GEORREFERENCIADA (REDE COMPACTA E CONVENCIONAL).....95

1. INTRODUÇÃO

O Sistema Elétrico de Potência (SEP) baseia-se no conjunto de todas as instalações e equipamentos destinados à geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. Possui fluxo de energia unidirecional, onde a geração da mesma é feita em grandes plantas, transmitida até as subestações e finalmente distribuída aos consumidores finais (OLIVEIRA, 2015).

Em países de economia emergente, como é o caso do Brasil, os investimentos e aportes externos ligados a eletricidades vêm demandando crescimento nos últimos anos. Por consequência disto, geraram-se exigências para a manipulação dos dados e informações geográficas com a finalidade de suporte e controle nos processos de tomadas de decisões (CRUZ, 2013).

Neste contexto, as ferramentas de informação vêm se tornando um recurso de grande importância dentro de qualquer instituição, quer seja privada ou pública. Essas exigências baseiam-se em otimização, cuidados e atualizações recorrentes, visto que os processos precisam ser melhor observados, seja por bancos de dados descritivos ou ilustrativos (CRUZ, 2013).

O Sistema de Informação Geográfica¹ (SIG) possibilita tais exigências, pois permite a manipulação dos dados gráficos e não gráficos de forma integrada através da geoinformação². Os SIGs possibilitam também um melhor gerenciamento de informações e consequente melhoria nos processos de tomada de decisões em áreas de grande complexidade como planejamento municipal, estadual e federal, proteção ambiental, redes de utilidade pública, etc. (FILHO; IOCHPE, 1996).

Por possuir diversas aplicações, essa ferramenta vem sendo utilizada em diversas situações por diferentes órgãos públicos, além de instituições de pesquisas e empresas que prestam serviços de utilidade pública, como companhias de água e esgoto, energia e telefonia (CRUZ, 2013).

No campo da energia elétrica não poderia ser diferente, principalmente quando se trata da organização dos pontos de ativos elétricos ligados à rede de

¹ Os SIGs são sistemas computacionais capazes de capturar, armazenar, consultar, manipular, analisar e imprimir dados referenciados espacialmente em relação a superfície da Terra (MAGUIRE, 1991).

² Pode-se entender como Ciência da Geoinformação a construção de representações computacionais do espaço geográfico (CAMARA; DAVI; MONTEIRO, 2001).

distribuição elétrica. Conforme os grandes centros vão se desenvolvendo, torna-se necessário tal organização (CRUZ, 2013).

Os serviços de distribuição como operação, manutenção e expansão de uma determinada área delimitada são de responsabilidade da concessionária ou permissionária que mantem o monopólio daquele local (CRUZ, 2013). Estas são solicitadas através de documentos e normativas elaborados pela Agência Nacional de Energia Elétrica – Aneel a apresentarem essas informações sintetizadas que serão usadas para diversos fins, como por exemplo, o cálculo da tarifa de energia e planejamento de expansão da rede de distribuição (MILOCA, 2013).

Dentre esses documentos, destacam-se os Procedimentos de Distribuição – Prodist, divididos em onze módulos, que normatizam e padronizam as atividades técnicas relacionadas ao funcionamento e desempenho do Sistema Elétrico de Distribuição – SED (ANEEL, 2018a).

Além das obrigatoriedades previstas pela Aneel, o planejamento e organização de uma rede elétrica com seus dados georreferenciados e geoprocessados facilitam à distribuidora ou instituição a realização de ações preventivas e corretivas, caso necessárias.

Para os casos que não são ligados diretamente a concessionária de energia existe a preocupação quanto à realização do planejamento da expansão da rede, não somente para minimizar custos de investimentos, mas também em considerar o atendimento aos critérios de confiabilidade requeridos para o sistema.

Para obterem-se tais ferramentas de informação no setor elétrico, é importante o processo de georreferenciamento de todos os pontos de ativos elétricos pertencentes àquele local.

Segundo Silva (2012), georreferenciamento pode ser entendido como ato de produzir uma informação geográfica. Desta forma, em Cruz (2013), uma informação georreferenciada traz as posições geográficas (longitude e latitude) daquele ponto coletado, o que possibilita a aplicação dessa informação em diversos SIGs.

1.1 Apresentação do tema

Em busca de fornecer informações geográficas para possíveis trabalhos futuros, este trabalho tem como tema o georreferenciamento da rede de energia elétrica da Universidade Federal do Acre, campus de Rio Branco. Desta forma, são apresentados dados e pontos georreferenciados da rede de média tensão, assim como o diagrama unifilar com as principais cargas instaladas e o mapeamento digital realizado em uma plataforma GIS e CAD.

1.2 Justificativa

Além dos benefícios já citados, esta pesquisa justifica-se também no âmbito acadêmico por apresentar contato direto com a organização de um sistema de distribuição de energia e seus componentes, podendo, desta forma, se integrar aos conteúdos vistos teoricamente nas disciplinas anteriores do curso.

O setor de energia elétrica vem se desenvolvendo constantemente e, como prova disto, constatou-se que, segundo a Associação Brasileira de Distribuidores de Energia (ABRADEE, 2018), que entre os anos de 2011 a 2017, no Estado do Acre, local onde está implantado o objeto alvo deste trabalho, houve o aumento de 24,2% no número de consumidores e 41,64% no consumo, conforme Tabela 1. Desta forma, no âmbito profissional, para um engenheiro eletricista é imprescindível conhecer como é organizado um sistema de energia elétrica, assim como seus mais variados processos são operados.

Tabela 1: Relação de consumidores e consumo em 2017

Dados de consumo – ACRE, 2017							
		Residencial	Industrial	Comercial	Rural	Total	% Brasil
2011	Nº de Consumidores	165 904	763	17 265	25 992	213 094	0,31
	Consumo em GWh	329	38	158	35	720	0,23
2017	Nº de consumidores	206 046	580	20 984	27 944	259 255	0,3146
	Consumo em GWh	466	36	194	49	944	0,3

Fonte: ABRADEE (2018)

No âmbito social, esse trabalho contribui para que a instituição possibilite à comunidade acadêmica uma rede de energia elétrica segura, disponível e confiável. E, desta forma, todas as atividades da instituição sejam realizadas com os diversos benefícios que a energia elétrica traz.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral apresentar os dados de localização geográfica (latitude e longitude) e informações dos principais equipamentos de todos os pontos de ativos elétricos ligados à rede de distribuição elétrica da Universidade Federal do Acre – Campus Rio Branco.

1.3.2 Objetivos específicos

- Analisar as diferentes formas de georreferenciamento e cadastramento de rede elétrica;
- Identificar documentos regulatórios sobre procedimentos de distribuição;
- Capturar e registrar dados dos ativos elétricos;
- Criar um mapeamento digital através dos dados coletados;
- Desenvolver o diagrama unifilar da rede em estudo.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Para alcançar os objetivos propostos, este trabalho foi dividido em Introdução, Referencial teórico, Metodologia, Resultados e Conclusão.

O Capítulo 1 apresenta introdução sobre o georreferenciamento e cadastramento de ativos elétricos nas redes de distribuição de energia, assim como a justificativa que se obteve para construção deste trabalho. Apresentou também a temática da pesquisa, os objetivos pretendidos e a estrutura que foi organizada o trabalho.

O Capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica sobre o Setor Elétrico de Potência, com ênfase no Setor Elétrico de Distribuição e seus principais

equipamentos da rede de distribuição. Além disso, como estes se organização e quais os documentos regulatórios desenvolvidos pela Aneel que direcionam as distribuidoras de energia no processo de georreferenciamento de sua rede de distribuição.

No Capítulo 3 são apresentados os procedimentos realizados para o georreferenciamento e cadastramento da rede, assim como os meios e materiais utilizados para o método escolhido.

No Capítulo 4 mostram-se os resultados obtidos, em que são apresentados o mapeamento digital, o croqui, o diagrama unifilar e uma breve discussão sobre cada resultado encontrado.

Por fim, no Capítulo 5, é realizada a conclusão, em que se discute todo o desenvolvimento do trabalho, as dificuldades encontradas, as formas de contribuição e as pesquisas que poderão ser realizadas tendo como base o estudo apresentado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são apresentados os aspectos gerais que construíram um caminho para o processo de georreferenciamento no âmbito do setor elétrico de energia. Inicialmente, apresenta-se a estrutura do Sistema Elétrico de Potência, seu histórico, organização e estrutura institucional; o Sistema de Distribuição de Energia, sua estrutura e seus principais equipamentos; as técnicas de georreferenciamento; e, por fim, os documentos regulatórios que orientam sobre o georreferenciamento para o setor elétrico.

2.1 O SISTEMA ELÉTRICO DE POTÊNCIA

A energia elétrica se tornou necessária para a humanidade, e, desde a Revolução Industrial, no século XVIII, há uma crescente demanda deste insumo, se tornando essencial para o desenvolvimento socioeconômico de uma região (CRUZ, 2013).

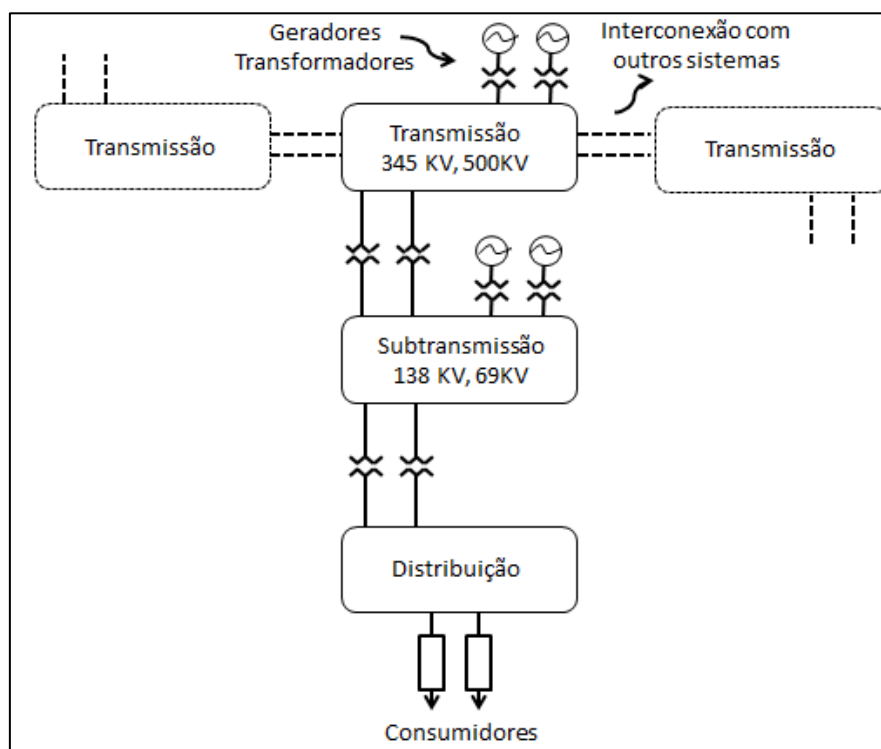
Com isso, houve a necessidade também de melhorias no planejamento de sua utilização, visto que, por mais que existam diferentes fontes de gerá-la, como a partir do sol, da água e do vento, para que ela chegue no consumidor final dentro dos parâmetros de qualidade envolve um sistema complexo constituído por diferentes blocos que precisam se comunicar e se organizar no ritmo do crescimento do seu uso (MONTICELLI; GARCIA, 2015).

O SEP é constituído pelo conjunto das instalações e equipamentos destinados à geração, transmissão e distribuição de energia elétrica até a medição (NR10, 2013). Dessa forma, sua estrutura genérica, representada na Figura 1, é formada por geradores, transformadores elevadores ou abaixadores, linhas de transmissão e, por fim, alimentadores de distribuição (MONTICELLI; GARCIA, 2015).

O SEP tem pouco mais de 100 anos. Por volta de 1876 já era conhecido o processo de geração de energia elétrica através da queda d'água, porém, quando se tratava de transmitir essa energia, as dúvidas eram muitas e giravam principalmente na discussão de como transmiti-la em corrente alternada e contínua (MONTICELLI; GARCIA, 2015).

Desde esse período, fatos marcantes no processo de conhecimento da energia elétrica foram ocorrendo até se estabelecer o sistema de geração – transmissão – distribuição atual.

Figura 1: Sistema de geração-transmissão-distribuição no Brasil



Fonte: Adaptado de Monticelli e Garcia, 2015.

Diante o desenvolvimento do modelo atual de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, gerou-se a necessidade de organizar o sistema elétrico frente a um mercado de energia (MONTICELLI; GARCIA, 2015).

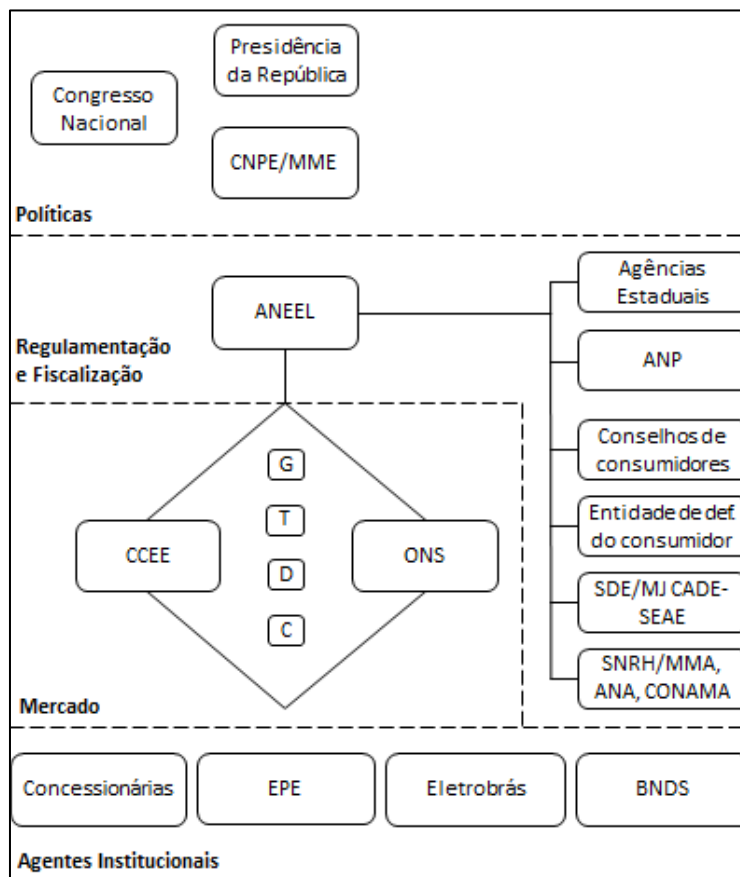
O mercado de energia elétrica se desenvolveu com o decorrer dos anos até se constituir em um ambiente regulado, onde os preços são garantidos pelo governo. Porém, em países mais desenvolvidos, nos últimos anos, surgiu uma forte onda de desregulamentação e reestruturação do setor elétrico, que fez com que este ambiente venha evoluindo para um ambiente competitivo e liberal, onde é possível promover vantagens econômicas para possíveis investidores nesse setor, assim como para os consumidores (ZAMBELLI, 2009).

No Brasil, por exemplo, muitas mudanças vêm ocorrendo no modelo de reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro, sobretudo pela necessidade de abastecimento de energia, conforme a Aneel (2008),

O modelo institucional do setor de energia elétrica passou por duas grandes mudanças desde a década de 90. A primeira envolveu a privatização das companhias operadoras e teve início com a Lei no 9.427, de dezembro de 1996, que instituiu a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) e determinou que a exploração dos potenciais hidráulicos fosse concedida por meio concorrência ou leilão, em que o maior valor oferecido pela outorga (Uso do Bem Público) determinaria o vencedor. A segunda ocorreu em 2004, com a introdução do Novo Modelo do Setor Elétrico, que teve como objetivos principais: garantir a segurança no suprimento; promover a modicidade tarifária; e promover a inserção social, em particular pelos programas de universalização (como o Luz para Todos). Sua implantação marcou a retomada da responsabilidade do planejamento do setor de energia elétrica pelo Estado (ANEEL, 2008, p. 18).

Atualmente, os processos de desregulamentação e reestruturação vem ocorrendo, porém, o setor ainda conta com um órgão regulador – Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), por um operador do sistema – Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) e por um conjunto de agentes que possibilitam os processos de compra e venda de energia (ZAMBELLI, 2009). A Figura 2 apresenta a atual estrutura institucional do SEB.

Figura 2: Estrutura Institucional do SEB



Fonte: Adaptado de Aneel, 2008.

Resumidamente, o SEB atualmente é caracterizado, conforme ABRADÉE (2018) pela,

Desverticalização da indústria de energia elétrica, com segregação das atividades de geração, transmissão e distribuição; coexistência de empresas públicas e privadas; planejamento e operação centralizados; regulação das atividades de transmissão e distribuição pelo regime de incentivos, ao invés do “custo do serviço”; regulação da atividade de geração para empreendimentos antigos; concorrência na atividade de geração para empreendimentos novos; coexistência de consumidores cativos e livres; livres negociações entre geradores, comercializadores e consumidores livres; leilões regulados para contratação de energia para as distribuidoras, que fornecem energia aos consumidores cativos; preços da energia elétrica (*commodity*) separados dos preços do seu transporte (uso do fio); preços distintos para cada área de concessão, em substituição à equalização tarifária de outrora; mecanismos de regulação contratuais para compartilhamento de ganhos de produtividade nos setores de transmissão e distribuição (ABRADÉE, 2018).

A Aneel, autarquia em regime especial vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME), possui a finalidade de acompanhar, regular e fiscalizar o SEP, ou seja, desde a geração até a transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica (ANEEL, 2014).

Com a necessidade de suprimento, o mercado de energia elétrica foi criado em 1999 e veio ao longo desses 20 anos enfrentando desafios para se consolidar. Cabe a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) a responsabilidade de, junto com o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), realizar a liquidação dos contratos de compra e venda, ajustar o preço do mercado *spot*, executar leilões de energia e demais atividades de natureza financeira referente ao mercado de energia elétrica. Resumidamente, o mercado de energia envolve as transações comerciais no atacado para geradores, distribuidores e comercializadores, denominado ambiente de contratação regulada (ACR), e, no varejo para usuários finais denominados “mercado livre”, compondo este o ambiente de contratação livre (ACL) (CCEE, 2018).

No Brasil, a geração e transmissão de energia se ligam através do Sistema Interligado Nacional (SIN) que atualmente abrange as regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parte da região Norte do Brasil. Neste sistema, os agentes de mercado, membros do SIN, podem negociar com qualquer outro agente.

Dentre esses agentes, encontram-se os distribuidores de energia, que serão responsáveis pela distribuição de energia para os mais variados consumidores.

2.2 REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREA URBANA

2.2.1 A distribuidora de energia

Após a compra de energia, as distribuidoras devem obedecer às relações comerciais do ambiente regulado sob normatizações e controle da Aneel, e, fornecer aos seus consumidores a conexão, o atendimento e a entrega efetiva de energia elétrica. Os consumidores se conectam a rede elétrica de uma determinada empresa de distribuição, conexão que, por sua vez, pode ser do tipo aéreo ou subterrâneo (ANEEL, 2014).

A Aneel, como visto, possui a finalidade de fiscalizar os serviços de energia elétrica, porém, valendo-se de prerrogativa que lhe foi conferida em sua lei de

criação, ela descentraliza parte de suas atividades por meio de convênios de cooperação com agências reguladoras estaduais. Com isso, a Aneel junto com as agências estaduais conveniadas visam verificar o cumprimento dos compromissos legais e contratuais das empresas de distribuição, a fim de garantir a prestação dos serviços com qualidade, custo, prazo e segurança pactuados (ANEEL, 2014).

Segundo a ABRADÉE (2018), dentre seus associados, o setor privado é responsável pela distribuição de, aproximadamente, 60% da energia, enquanto as empresas públicas se responsabilizam por, aproximadamente, 40%.

Os direitos e obrigações das Distribuidoras se dão por Contrato de Concessão celebrado com a União para a exploração do serviço público em sua área de concessão – território geográfico do qual cada uma delas detém o monopólio do fornecimento de energia elétrica (ANEEL, 2008).

Para o Estado do Acre, local onde foi desenvolvido este projeto, a empresa responsável pela concessão e distribuição de energia até dezembro de 2018 era a Companhia de Eletricidade do Acre - Eletroacre, após essa data, foi firmado o Contrato de Concessão de Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica com a empresa Energisa S.A. com vigência até o dia 6 de dezembro de 2048 (ANEEL, 2018b).

O setor de distribuição, por apresentar maior complexidade devido suas ramificações e conexões, é um dos mais regulados e fiscalizados do setor elétrico. Dentre as regulações previstas pela ANEEL, se encontra os Procedimentos de Distribuição (Prodist), o qual dispõe disciplinas, condições, responsabilidades e penalidades relativas à conexão, planejamento da expansão, operação e medição da energia elétrica (ABRADÉE, 2018).

2.2.2 Estrutura da rede de distribuição

A energia elétrica após ser gerada percorre um longo caminho pelo sistema de transmissão, sistema este composto por equipamentos como transformadores, cabos aéreos revestidos por camadas isolantes, grandes torres de metal, entre outros.

O sistema de distribuição de energia é aquele que se confunde com a própria topografia das cidades, ramificado ao longo de ruas e avenidas para conectar fisicamente o sistema de transmissão, ou mesmo unidades

geradoras de médio e pequeno porte, aos consumidores finais da energia elétrica (ABRADEE, 2018)

Ao chegar às subestações de distribuição de energia, a energia elétrica precisa ser alterada para os parâmetros de consumo, visto que a energia proveniente da subtransmissão chega com valores de alta tensão, sendo necessário rebaixá-las para valores de média tensão, entre 1 kV e 36,2 kV (ABNT, 2003).

Assim como ocorre com o sistema de transmissão, a rede de energia elétrica da distribuição, também é composta por condutores, transformadores e equipamentos diversos de medição, controle e proteção das redes elétricas. Todavia, o sistema de distribuição apresenta muito mais equipamentos e ramificações, visto que o número de consumidores ligado à rede é extenso (ABRADEE, 2018)

As redes de distribuição são compostas por linhas de alta, média e baixa tensão. Apesar de algumas transmissoras também possuírem linhas com tensão abaixo de 230 kV, as chamadas Demais Instalações da Transmissão (DIT), grande parte das linhas de transmissão com tensão entre 69 kV e 138 kV são de responsabilidade das empresas distribuidoras. Essas linhas são também conhecidas no setor como linhas de subtransmissão (ANEEL, 2008, p. 24)

A seguir serão apresentadas as principais características das redes de média tensão e baixa tensão que compõe a rede de distribuição de energia elétrica.

- **Rede de Média Tensão**

A rede de média tensão (rede primária), conforme Eletrobras (2012) caracteriza-se por utilizar cabos de alumínio nus sobre cruzeta (madeira, concreto ou fibra), e isoladores de porcelana ou vidro. Além disso, esta necessita de equipamentos auxiliares como capacitores e reguladores de tensão para manterem a energia estável e dentro dos parâmetros de tensão e frequência estabelecidos pela Aneel.

O fornecimento de energia elétrica em média tensão (MT) na área de concessão da Eletrobras Distribuidora é efetivado em corrente alternada, na frequência de 60 Hz, nas tensões nominais de 13,8 kV e 34,5 kV (ELETROBRAS, 2016)

Apesar da rede de média tensão compor a rede elétrica de distribuição, os principais consumidores (residências, comércios e pequenas indústrias) necessitam

de valores de baixa tensão³, para isso, os níveis de tensão desta rede devem ser transformados de tal forma que atenda esses consumidores. No Estado do Acre há dois valores para tensões secundárias, conforme apresenta a Figura 3.

Figura 3: Tensões secundárias em Rio Branco - AC

AC - Acre	Rio Branco
Eletrobrás Distribuição Acre	
Tensão Nominal 1	220/127 volts
Tensão Nominal 2	230/115 volts

Fonte: Aneel, 2016.

De acordo com normas técnicas de distribuição local, a rede de média tensão (MT) deve ser trifásica a três fios e a tensão nominal padronizada da rede é de 13 800 V. Os condutores a serem utilizados nos projetos de rede de MT são do tipo de cabo de alumínio (CA), cobertos e isolados. As seções padronizadas variam de 35 mm² a 185 mm² e suas especificações estão disponíveis no manual de procedimentos de redes de distribuição da Eletrobrás Distribuição Acre (ELETROBRAS, 2012) que está em vigor até o presente momento mesmo com a nova gestão da Energisa SA.

No que diz respeito às configurações, segundo Kagan, Oliveira e Robba (2005), as redes aéreas primárias podem ser: redes aéreas com primário radial; redes aéreas com primário seletivo; redes subterrâneas com o primário operando em malha aberta; ou, redes subterrâneas *spot network*.

Comumente, em áreas urbanas e rurais, a configuração utilizada é a rede aérea com primário radial, que utilizam postes de concreto ou de madeira tratada. Seus condutores são de alumínio com alma de aço (CAA), ou sem alma de aço (CA), nus ou protegidos; em algumas situações particulares utilizam-se condutores de cobre, por apresentar melhor condutividade. (KAGAN; OLIVEIRA; ROBBA, 2005). Com o passar dos anos, as redes aéreas se difundiram e evoluíram, gerando, basicamente, três tipos de redes: rede de distribuição aérea convencional, rede de distribuição aérea compacta e rede de distribuição aérea isolada (RIBEIRO, 2008).

³ Os valores de tensão nominal para baixa tensão, também conhecida como tensão secundária, variam entre 110V e 440V de acordo com cada distribuidora de energia.

As redes aéreas convencionais, desenvolvidas há 50-60 anos e sendo as mais utilizadas nas redes de distribuição, vem sendo substituídas, visto que seus condutores não são isolados, e, dessa forma, as redes ficam desprotegidas contra influência do meio ambiente e as intervenções para manutenções também são frequentes. Isso acarreta uma rede com um baixo nível de confiabilidade no sistema elétrico de distribuição de energia (RIBEIRO, 2008).

Segundo o Manual de Procedimentos de Distribuição da Eletrobrás Acre (ELETROBRAS, 2012), as redes aéreas convencionais caracterizam-se por utilizar cabos de alumínio (CA) nus sobre cruzeta e isoladores de porcelana ou vidro. Define também, que a partir da publicação do documento, 2012, a Eletrobrás,

passa a adotar, em suas empresas distribuidoras, como sendo padrão mínimo de redes de distribuição de média tensão em cabos protegidos e a baixa tensão em cabos isolados, novas redes de distribuição convencionais deverão ser restritas e após análise técnica criteriosa das áreas de expansão das distribuidoras (ELETROBRAS, 2012, p. 12)

Desta forma, como proposta de solução tecnológica para a melhoria do nível de qualidade da energia distribuída e com maior confiabilidade no sistema, foram desenvolvidas as redes aéreas compactas ou protegidas. Trata-se, segundo Ribeiro (2008) de

um conjunto formado por cabo de aço e cabos cobertos ou protegidos, fixados em estruturas compostas por braços metálicos, espaçadores losangulares ou separadores de fase confeccionados em material polimérico. Todo este conjunto de cabos é sustentado por um cabo de aço guia que é também utilizado como neutro do sistema de distribuição, sendo assim denominado de cabo mensageiro (RIBEIRO, 2008, p.17).

Ainda pelo Manual de Procedimentos de Distribuição da Eletrobrás Distribuição Acre (2012), os principais componentes da Rede de Distribuição Protegida são

Condutores: cabos de alumínio cobertos com uma camada de polietileno reticulado (XLPE), visando a redução da corrente de fuga em caso de contato acidental com objetos aterrados e a redução do espaçamento entre condutores. Cabe destacar que estes cabos, por serem apenas "encapados", não podem ser classificados como "isolados eletricamente";
Mensageiro: cabo de aço, diâmetro 9,5 mm (3/8'), de alta resistência (AR ou HS);

Espaçadores: peças injetadas de polietileno de alta densidade (HDPE), dotadas de garras para segurar os condutores e mensageiro;

Isoladores de pino e de ancoragem: peças confeccionadas em material polimérico, destinadas a promover o isolamento elétrico dos condutores da rede, em conjunto com os espaçadores;

Braços suportes: ferragens destinadas à sustentação da rede. (ELETROBRAS, 2012, p.12)

Já as redes aéreas isoladas abrangem redes de média tensão e baixa tensão. São utilizados os três condutores isolados, blindados, trançados e reunidos em torno de um cabo mensageiro (neutro) de sustentação. Neste formato, o campo elétrico em seu interior é confinado, ou seja, isolado eletricamente (RIBEIRO, 2008).

- **Rede de Baixa Tensão**

Para a rede de baixa tensão (BT), a tensão de fornecimento pode ser monofásica a dois fios, bifásica a três fios e trifásica a quatro fios, sendo o neutro multi-aterrado (IT, TN, TNC, etc.). A rede de baixa tensão deverá ser alimentada por transformadores trifásicos, cuja potência é definida de acordo com a demanda do local a ser instalado. Os condutores utilizados nos projetos de rede de baixa tensão dos tipos isolados multiplexados. As seções padronizadas variam entre 35 mm² e 120 mm² (ELETROBRAS, 2012).

A estrutura de rede de distribuição aérea apresenta diversos componentes necessários para o fornecimento de energia elétrica para os seus consumidores.

- **Elementos da Rede de Distribuição**

- a) **Postes**

Os postes de distribuição são utilizados em redes primárias e secundárias. Sua principal função é sustentar o cabeamento e principais componentes como o transformador e dispositivos de proteção. Sua localização deve ser de forma que seja obtido o melhor traçado para o alimentador. Segundo Corral (2008, p. 27) “A escolha de cada tipo de poste está relacionada com a densidade de carga, grau de urbanização e posteação existente”.

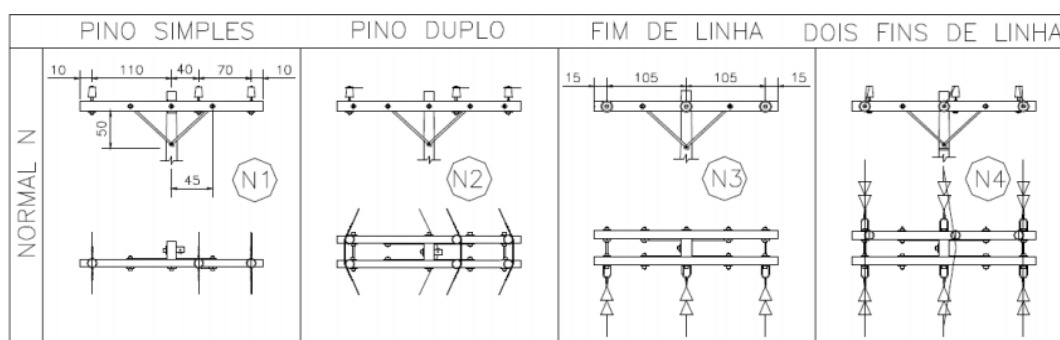
Segundo o Manual de Procedimentos de Distribuição (ELETROBRAS, 2012) para a rede elétrica devem ser utilizados preferencialmente postes de concreto no formato “Duplo T”. Em casos especiais, onde não é possível utilizar o Duplo T, pode-se optar por postes de concreto circular, madeira (eucalipto tratado) ou fibra de vidro. Quanto ao comprimento, deve ser obedecido o comprimento de:

- a) 9 metros: para rede de baixa tensão sem previsão de ampliação de rede de média tensão;
- b) 11 metros: Para qualquer tipo de média tensão e qualquer tipo de rede de baixa tensão; Instalação de equipamentos.
- c) 12 metros: Conforme necessidades da RDP e RDI;
- d) Postes maiores serão considerados especiais (travessias, circuitos múltiplos de MT, necessidades da RDP e RDI, etc.) (ELETROBRAS, 2012, p.29).

O vão médio para redes de média e baixa tensão, como é o caso em estudo, deve ser de 40 metros (ELETROBRAS, 2012). De acordo com a tipologia da rede elétrica, existem diferentes formas de montagens das estruturas de sustentação dos cabos elétricos (N, M, B, T e U) que são combinadas com quatro tipos de terminação da estrutura (1, 2, 3 e 4) (CRUZ, 2011)

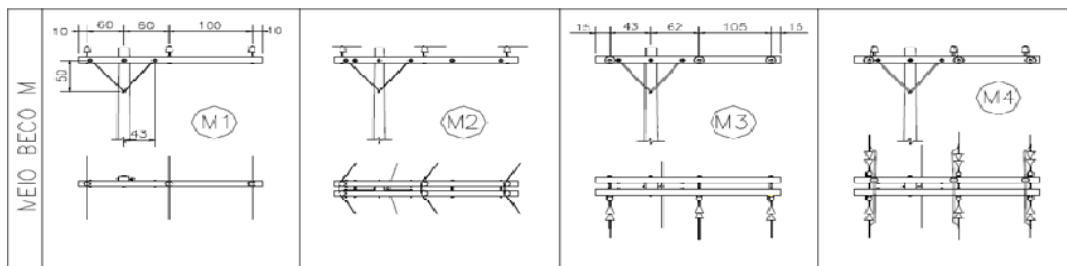
A montagem das estruturas de sustentação dos cabos elétricos do tipo N (Estrutura Normal) a cruzeta é instalada simetricamente ao poste. Já para a montagem tipo M (Meio Beco) a cruzeta é instalada de forma a deslocar seu centro, desta forma, possibilita distanciar a rede elétrica de possíveis obstáculos e diminui os ângulos dos condutores entre os vãos. A estrutura tipo B (Beco) apresenta cruzeta deslocando os três isoladores para fora do eixo do passeio público, com isso, fazendo que a rede elétrica se distancie de possíveis obstáculos. Na estrutura tipo T, a cruzeta é instalada centralizada ao poste, no entanto, os isoladores são dispostos na mesma distancia. Por fim, a estrutura tipo U é utilizada na zona rural, em redes monofásicas, onde não possui cruzeta, somente o isolador no topo o poste (CRUZ, 2011). A ilustração de cada montagem é apresentada a seguir.

Figura 4: Estrutura de rede tipo Normal



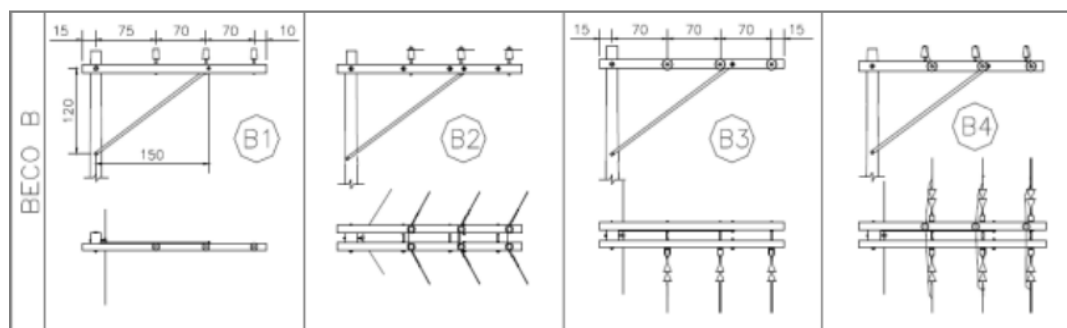
Fonte: AES Sul, 2010.

Figura 5: Estrutura de rede tipo Meio-Beco



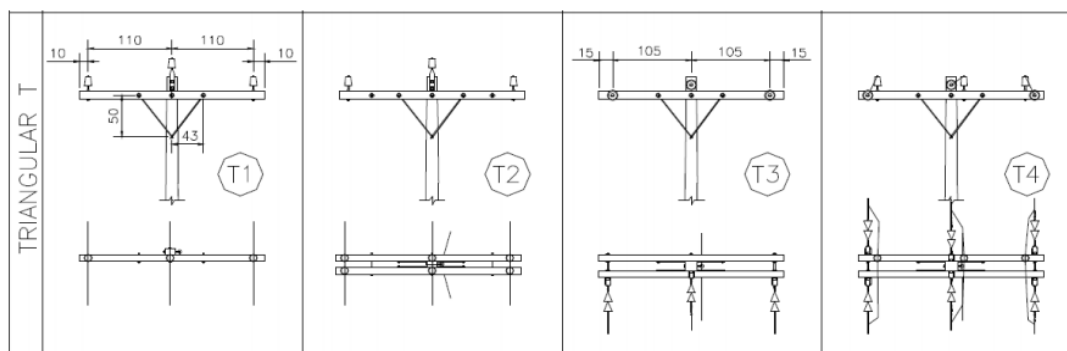
Fonte: AES Sul, 2010.

Figura 6: Estrutura de rede tipo Beco



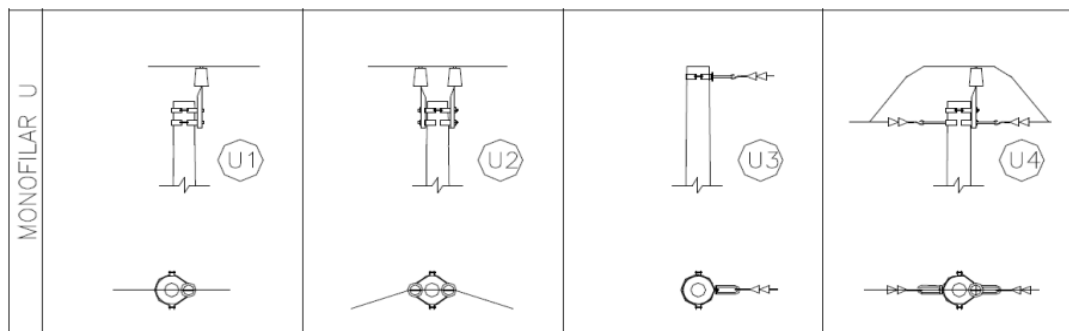
Fonte: AES Sul, 2010.

Figura 7: Estrutura de rede tipo Triangular



Fonte: AES Sul, 2010.

Figura 8: Estrutura de rede tipo Monofilar



Fonte: AES Sul, 2010.

As terminações do tipo 1 e 2 são estruturas utilizadas quando o condutor passa pelo isolador, que por sua vez é uma peça construída de porcelana, vidro ou polimérico. As terminações do tipo 3 e 4, os cabos fazem a ancoragem da rede, o que cria um ponto para tracionamento, sendo a de final 3, denominadas fim de rede, a rede é simplesmente ancorada, já a de terminação 4, além da ancoragem, a rede prossegue através da passagem do condutor para a outra estrutura montada atrás da que recebeu a rede (CRUZ, 2011).

b) Transformador

Conforme NBR 5356-1 de 2007, o transformador de potência é definido como:

Equipamento estático com dois ou mais enrolamentos que, por indução eletromagnética, transforma um sistema de tensão e corrente alternadas em outro sistema de tensão e corrente, de valores geralmente diferentes mas a mesma frequência, com o objetivo de transmitir potência elétrica (ABNT, 2007, p. 3)

Este componente da rede elétrica possui grande importância no setor elétrico, pois é através dele que os níveis de tensão são fornecidos da forma adequada aos consumidores finais. Quatro pontos devem ser considerados ao escolher um transformador para atender uma carga, são eles: as tensões de entrada e de saída, o tipo de enrolamento, a potência e a forma do núcleo (ABNT, 1999).

Para a rede de distribuição, a NBR 5440 diferencia os transformadores de distribuição dos transformadores de potência pelo fato de todo o transformador de distribuição ser imerso em óleo isolante construído para redes aéreas ou

subterrâneas que variam de 5 kVA (monofásicos) até 300 kVA (trifásicos) (ABNT, 2007).

Para atender os consumidores do grupo B⁴, a tensão primária precisa ser convertida em tensão secundária, para isso, é necessário o transformador abaixador. Além disso, ele é responsável também pela conversão de tensão trifásica a três fios de MT para tensão de BT a quatro fios (3 Fases + Neutro), devido a sua ligação em Delta-Estrela (ELETROBRAS, 2012).

As faixas de tensão adequadas, precárias e críticas no ponto de entrega devem atender as normas da Aneel através do Módulo 8 - Qualidade de Energia Elétrica, do Prodist. Dessa forma, a máxima queda de tensão permissível na rede de baixa tensão deve ser observada para que não seja maior de 3% entre a bucha de BT do transformador e a última estrutura da rede de BT, em condições normais de operação (ELETROBRAS, 2012).

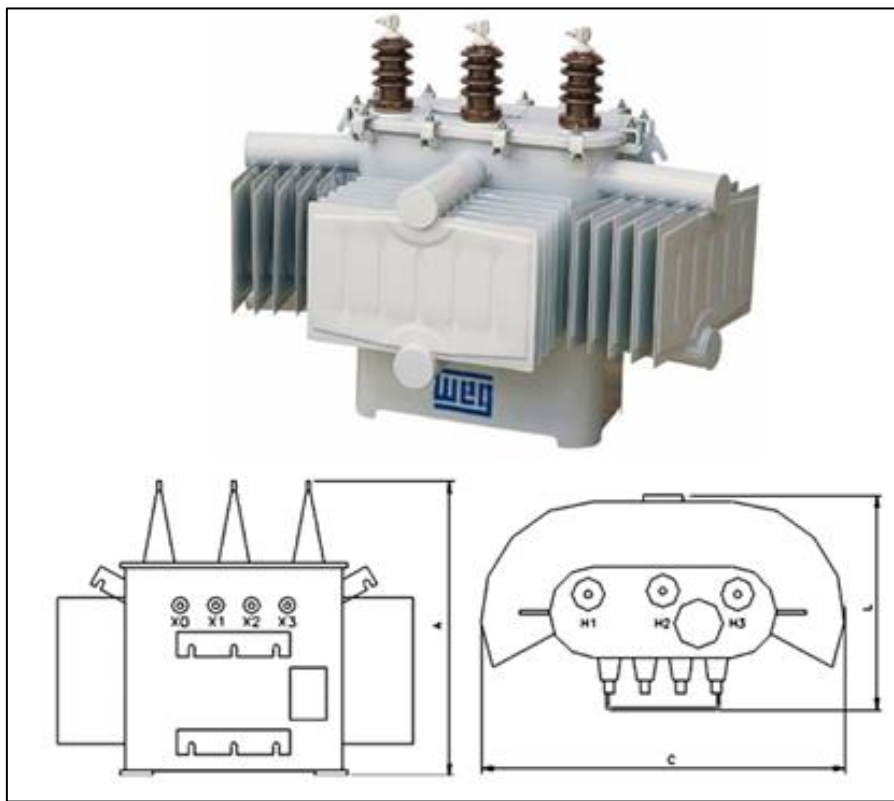
Quanto ao dimensionamento e localização, o Manual de Procedimentos de Redes de Distribuição (ELETROBRAS, 2012) sugere que os transformadores devem ser instalados:

o mais próximo possível do centro de carga do respectivo circuito secundário e também próximo a cargas concentradas, principalmente aquelas causadoras de flicker na rede (raios-X, forno a arco, máquina de solda, motor de grande capacidade, etc.) (ELETROBRAS, 2012, p.19)

Além disso, é importante dar atenção especial a cargas que serão atendidas por aquele transformador, para que não ocorram flutuações de tensão. As potências mais utilizadas na rede de distribuição variam de 30 a 300 kVA, conforme uma das maiores fabricantes (WEG, 2018) apresenta. Um modelo usual de transformador de distribuição é apresentado abaixo na Figura 9.

⁴Unidades consumidoras com fornecimento em tensão inferior a 2,3 kV (ANEEL, 2010)

Figura 9: Transformador de Distribuição de 75 kVA



Fonte: WEG, 2018

O transformador apresentado na figura anterior possui a potência de 75 kVA, frequência de 60 Hz, classe de tensão de 15 kV, sendo como tensão primária 13,8 kV, 13,2 kV e 12,6 kV e como tensão secundária 220/127 V, dados que são informados em sua ficha técnica e/ou placa do equipamento.

Para realizar a conversão de tensão trifásica a três fios de MT para tensão de BT a quatro fios, as buchas H1, H2, H3 são alimentadas pelas 3 fases primárias, protegidas por chaves fusíveis e elos específicos para a sua potência. Desta forma, saem quatro fios das buchas X0, X1, X2 e X3, sendo X0 correspondente ao Neutro e os outros suas respectivas fases (ELETROBRAS, 2012). A Figura 10 ilustra um transformador de distribuição ligado à uma rede elétrica.

Figura 10: Ligação elétrica de transformador de distribuição



Fonte: Siemens, 2000.

c) Equipamentos de proteção, regulação de tensão e seccionamento

Os sistemas de proteção em redes de distribuição servem para proteger os materiais e equipamentos em caso de curto-circuito, além de melhorar a confiabilidade do circuito, delimitando os trechos dos circuitos e diminuindo o número de cargas atingidas. A Figura 11 a seguir ilustra um modelo real de rede MT em manutenção com seus dispositivos e equipamentos.

Figura 11: Rede MT em manutenção



Fonte: Imagem obtida na internet⁵

Corral (2008) afirma que,

Os equipamentos que serão instalados na rede de distribuição devem ter tensão nominal e nível básico de isolamento compatível com a classe de tensão do sistema e capacidade de interrupção em função do local onde estão instalados (CORRAL, 2008, p. 30).

Para a proteção contra sobretensões são necessários os para-raios de rede. Normalmente são instalados próximos aos pontos de transformações, em pontos de transição de rede aérea, nas estruturas que contenham religadores, seccionadores e banco de capacitores, nas chaves normalmente abertas e em subestações consumidoras (CORRAL, 2008). Os para-raios de rede podem ser definidos como

Dispositivo destinado a proteger o sistema elétrico contra sobretensões transitórias elevadas e a limitar a duração e a intensidade da corrente subsequente, constituído essencialmente de blocos de óxido metálico com características altamente não lineares, encapsulados em invólucro de material polimérico ou resina epóxi (CELG, 2013, p.6)

⁵Disponível

em:
<https://www.olhardireto.com.br/agro/noticias/exibir.asp?id=17808¬icia=cematenergisa-oferta-120-vagas-para-curso-de-eletricista-em-tres-cidades-de-mato-grosso>. Acesso em: 12 de jan. de 2019.

Atualmente são usados três tipos construtivos de para-raios para aplicação em redes de distribuição: o de Carbetto de Silício (SiC), que Óxido de Zinco (ZnO) com centelhadores, e os de Óxido de Zinco (ZnO) sem centelhadores. Embora a maioria dos pára-raios atualmente adquiridos pelas empresas de energia sejam do tipo ZnO com invólucro polimérico, ainda existem vários pára-raios de SiC instalados nas redes elétricas (MARTINEZ,1992).

O Manual de Procedimentos de Distribuição (ELETROBRAS, 2012) sugere que os para-raios devem ser instalados em todo transformador, entre fase e neutro, e, devem ser equipados por desligador automático para desconectar eletricamente e sinalizar em caso de defeito.

Este equipamento é monofásico, conectado na fase em seu lado superior e aterrado no lado inferior. Sob tensão nominal, este equipamento mantém a isolação entre o seu lado superior e o lado inferior, porém ao receber uma tensão elevada, ele passa da condição de isolante para condutor, descarregando a sobretensão existente para a terra, protegendo os equipamentos do circuito (ANA, 2011). A Figura 12 apresenta um tipo de para-raio usual na rede de distribuição de energia.

Figura 12: Para-raios do tipo válvula de 15 kV



Fonte: Ana, 2011.

Outro equipamento de proteção importante para a rede de distribuição é a chave fusível. Normalmente são utilizadas na proteção de circuitos primários, na estrutura de transformadores de distribuição e de banco de capacitores fixos e automáticos, nas derivações para atendimento aos consumidores de AT e MT; em tronco de alimentadores ou ramais, quando se desejar estabelecer a coordenação

do sistema; e na bifurcação de alimentadores em dois ou mais ramais que possuam corrente de carga representativa para o sistema (CORRAL, 2008).

A chave fusível ou chave indicadora fusível executa tanto a função normal de seccionador de circuito sem carga quanto a proteção contra curto-circuito ou sobrecorrente pela queima do seu elo fusível interno. Esta chave é acionada por meio de bastão de manobra e pode ser instalada com fusíveis de diversos valores de corrente elétrica dependendo da necessidade do local onde ela é utilizada (ANA, 2011, p. 21).

A Figura 13 ilustra a chave fusível Matheus, equipamento utilizado na MT. Vale ressaltar que as chaves fusíveis não devem ser operadas em carga, pois pode ocorrer arco elétrico, no entanto, com a utilização de uma ferramenta chamada *load buster*, pode-se operar a chave fusível com o circuito a plena carga, desde que os limites da ferramenta sejam respeitados (ANA,2011).

Figura 13: Chave fusível Matheus



Fonte: Ana, 2011.

Para realizar manobras de abertura e fechamento de circuito elétrico sem ou com carga, conta-se com as chaves seccionadoras (ANA,2011). Estas, segundo Corral (2008), deverão sempre ser instaladas

- em série, com equipamento de religamento automático na retaguarda em áreas sujeitas a falhas, as quais devem ser supridas,
- ao longo do alimentador, após cargas com demandas significativas;
- em alimentadores que tenham cargas relativamente altas, que sejam bifurcadas em dois circuitos pelo menos, quando houver necessidade.

Lembrando que o nível de curto-circuito, no local onde vai ser instalado o seccionador, deverá estar de acordo com as capacidades de interrupção desse equipamento (CORRAL, 2008).

Basicamente a seccionadora é uma extensão do condutor que, se desloca quando acionado, abrindo e fechando através dos contatos fixo e móvel. Possui a finalidade de

seccionar a rede para minimizar os efeitos das interrupções programadas ou não programadas; estabelecer corte visível em equipamentos como religadores, seccionalizadores, chaves a óleo etc.; e, estabelecer "by pass" em equipamentos como reguladores de tensão e religadores, etc. (RAMOS, 2007, p. 3)

A Figura 14 ilustra um modelo de chave seccionadora aberta esta sendo encaixada pela vara de manobra. .

Figura 14: Chave Seccionadora



Fonte: Imagem obtida da internet⁶.

⁶ Disponível em:

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Chave_seccionadora#/media/Ficheiro:Chave_seccionadora.jpg> Acesso:

d) Equipamentos e acessórios extras

Pode-se dizer que além dos equipamentos citados em uma rede de distribuição são necessárias ferragens e acessórios extras para sustentação da rede e harmonia do sistema. Estes são padronizados através de normas técnicas e são importantes para a não ocorrência de falhas (CORRAL, 2008).

2.3 TÉCNICAS DE GEORREFERENCIAMENTO

O processo de georreferenciamento permite tornar conhecidas as coordenadas geográficas de um determinado ponto no qual se deseja referenciar. Esses pontos coletados são chamados de Pontos de Controle, e, a partir deles é possível identificar perfeitamente aspectos reais do local, como edifícios, represas, estradas, etc. (CRUZ, 2013).

O trabalho de georreferenciar baseia-se em uma atividade realizada em campo, no qual se pode utilizar de várias técnicas para obter tais pontos, como o uso do GPS, que é na atualidade o instrumento mais eficiente para a coleta de informações espacializadas pontuais, lineares e poligonais (CRUZ, 2013).

Georreferenciamento é uma técnica aprimorada de descrição dos imóveis rurais, que contribui para o controle tanto do cadastro dos imóveis rurais como dos direitos reais a eles relativos. O objetivo do georreferenciamento de imóveis rurais é a localização específica de um bem individualizado dentro do globo terrestre. Georreferenciar os pés de eucalipto de um reflorestamento, significa obter as coordenadas geográficas de cada uma das árvores; georreferenciar um curso de água, consiste em percorrê-lo coletando toda a rota; georreferenciar uma área, consiste em delinear seus limites formando um polígono. São tarefas típicas para uso de GPS (ROQUE; et al, 2006, p. 88)

Além da utilização do equipamento GPS há outras técnicas que podem ser usadas para obtenção de coordenadas geográficas, tais como o sensoriamento remoto através do *Google Earth* e o mapeamento móvel. A escolha da metodologia para georreferenciamento é adotada de acordo com o tipo de aplicação desejada.

2.3.1 Coleta de Pontos de Controle com o GPS

Atualmente, identificar a localização espacial (latitude e longitude) se tornou uma tarefa relativamente simples graças a diversas tecnologias, como o *Global*

Positioning System (GPS), que é na atualidade o instrumento mais eficiente para a coleta de informações espacializadas pontuais, lineares e poligonais. Essa tecnologia possibilita que qualquer indivíduo se localize no planeta com ótima precisão (ROQUE; *et al*, 2006).

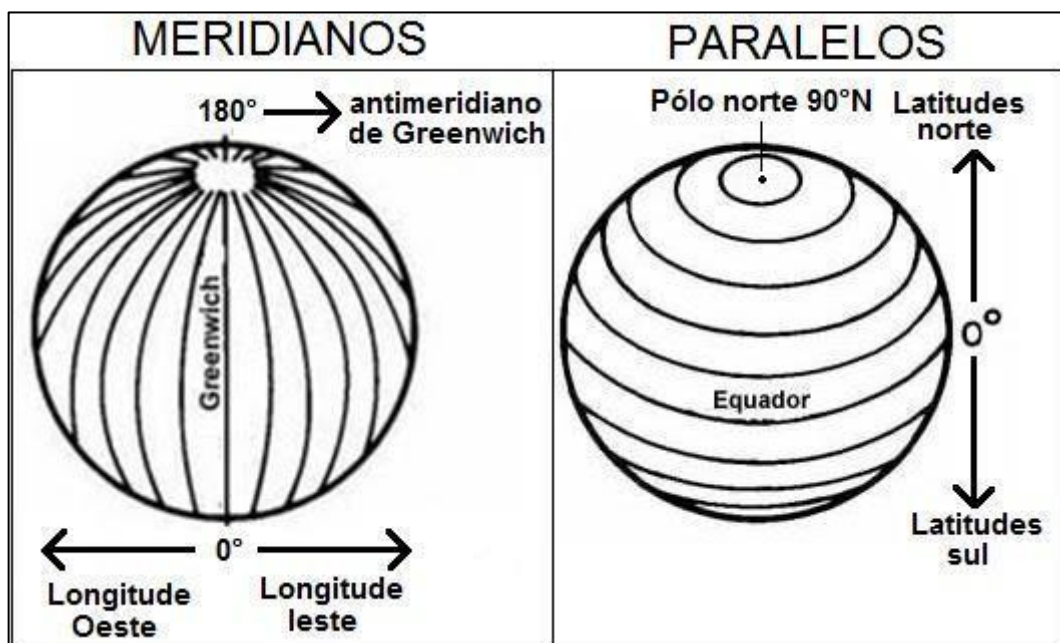
O princípio de navegação pelo GPS é relativamente simples. Consiste na medida das distâncias entre o receptor e o satélite, que é calculada pelo tempo que a programação (sinal GPS), gerada no satélite, leva para chegar até a antena receptora. Como o sinal viaja através da atmosfera com a velocidade da luz, a distância é obtida pela multiplicação desta pelo tempo que o sinal levou para chegar ao receptor (Gomes et al., 2001 apud ROQUE et al., 2006, p. 88)

Segundo Rocha (2003) citado em Roque et al. (2006, p. 88), o funcionamento do GPS é suportado por 3 segmentos principais:

- e) **Segmento Espacial**, constituído pela constelação dos 24 satélites operacionais e toda a tecnologia de comunicação de dados a partir dos mesmos;
- f) **Segmento de Controle**, formado por um conjunto de estações terrestres onde funciona toda a inteligência e controle do Sistema;
- g) **Segmento de Usuários**, constituído pelos receptores GPS e todas as técnicas e processos, empregados pelos usuários em suas aplicações.

Neste ultimo segmento, pode-se contar com a recepção dos dados por GPS em qualquer condição de tempo, em qualquer horário do dia e em qualquer lugar do mundo, de forma gratuita. O GPS, portanto, terá como recepção um ponto situado na intercessão entre um meridiano e um paralelo, que esta baseado em linhas curvas: o Equador e o Meridiano Principal (GOMES,2010), conforme Figura 9.

Figura 15: Globo terrestre dividido em meridianos e paralelos



Fonte: Imagem obtida da internet⁷.

Dessa forma, os dados serão recebidos em coordenadas geográficas conhecidas como latitude e longitude. Latitude é a distância em graus, minutos e segundos, ao Norte ou Sul, em relação à linha do Equador, e vai de 0 a 90°, portanto, será o ângulo formado entre a linha do Equador e o paralelo onde o ponto está localizado. Já longitude é a distância, também obtida em graus, minutos e segundos, porém, de Leste ou Oeste, em relação ao Meridiano de Greenwich, e vai de 0 a 180°. Assim, é o ângulo formado entre o Meridiano Principal e o meridiano em que o ponto foi coletado (GOMES, 2010).

A aplicação do GPS no contexto de georreferenciamento urbano e rural de redes de energia se desenvolveu nos anos de 2003 e 2004, onde os ativos continuaram a serem cadastrados através de mapas impressos e levados para campo, porém, surgiam os mapas das bases digitais coletadas em procedimentos anteriores e os postes passaram a ser georreferenciados um a um com GPS de navegação (CRUZ, 2013).

⁷ Disponível em: <https://www.estudokids.com.br/paralelos-e-meridianos-definicao-e-as-linhas-imaginarias/>. Acesso: 02/02/2019.

Atualmente a Aneel exige às distribuidoras de energia o georreferenciamento dos ativos elétricos da rede de distribuição e este método é, devido a sua maior precisão, o mais utilizado pelas distribuidoras de energia (MILOCA, 2013).

A Aneel, por sua vez, apresenta as informações geográficas em formato de mapas, utilizando técnicas de georreferenciamento, compreendendo os segmentos de geração, transmissão e distribuição, com seus respectivos empreendimentos em operação em todo o território nacional. Para apresentar tais informações, ela criou o Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico (Sigel) (ANEEL, 2019).

O Portal de Geoprocessamento da Aneel reúne os dados geográficos do Setor Elétrico que constam nas bases de dados da agência e tem como objetivo dar publicidade a essas informações conforme preconizam os princípios da administração pública. Órgãos públicos, investidores, estudantes, consumidores e o público em geral terão fácil acesso às informações sobre as áreas de Geração, Transmissão e Distribuição de energia, podendo fazer uso desses dados para planejamento e monitoramento do setor, pesquisas acadêmicas ou apenas para conhecer o panorama do Setor Elétrico do país (ANEEL, 2019, p.1).

Para a criação do Sigel foi utilizado de uma ferramenta chamada SIG, cuja definição, segundo Camara (1996), é dada como sistemas automatizados usados para armazenar, analisar e manipular dados geográficos. Desta forma, os SIGs comportam diferentes tipos de dados e aplicações, em várias áreas do conhecimento como sua utilização na otimização de tráfego, no controle cadastral, no gerenciamento de serviços de utilidade pública, no controle de epidemias, entre outros (CAMARA, 1996).

A utilização de SIGs facilita a integração de dados coletados de fontes heterogêneas, de forma transparente ao usuário final. Os usuários não estão restritos a especialistas em um domínio específico - cientistas, gerentes, técnicos, funcionários de administração de diversos níveis e o público em geral vêm usando tais sistemas com frequência cada vez maior (CAMARA, 1996, p.33)

2.3.2 Prodlist, Módulo 10 – SIG-R

O setor elétrico é regulamentado por artigos da Constituição Federal, leis complementares e ordinárias, decretos, portarias interministeriais, portarias do Ministério de Minas e Energia e do extinto Departamento Nacional de Águas e

Energia Elétrica (Dnaee), resoluções da Aneel, dentre outras a nível nacional (CRUZ, 2013).

Pela necessidade de estabelecer diretrizes, obrigações, encargos, condições, regras, e procedimentos em geral, a Aneel emite e torna públicas resoluções voltadas às atividades do SEP. Em 2008, com a participação dos agentes de distribuição e de outras entidades e associações do setor elétrico nacional, a Aneel elaborou os Procedimentos de Distribuição, que “normatizam e padronizam as atividades técnicas relacionadas ao funcionamento e desempenho dos sistemas de distribuição de energia elétrica (ANEEL, 2018a, p. 3)”.

Em 2009, a Aneel elaborou o Manual de Controle Patrimonial do Setor Elétrico – MCPSE, que tem como objetivos:

- a) padronizar os procedimentos de controle patrimonial adotados no setor elétrico, permitindo a fiscalização e o monitoramento das atividades objetos da concessão, permissão ou autorização feita pela Aneel;
- b) permitir uma adequada avaliação patrimonial para atendimento das necessidades de valoração de bens e instalações e remuneração do capital investido no tempo da outorga do serviço, mediante estrutura tarifária (ANEEL, 2009, p.8)

Dessa forma, junto com o Prodist, os dois documentos possuem o objetivo comum de promover a padronização da apresentação das informações dos ativos das distribuidoras de energia elétrica. Para que esse fim seja alcançado, as distribuidoras devem disponibilizar anualmente a Base de Dados Geográfica da Distribuidora (BDGD) e o Relatório de todos os ativos na visão contábil com base no MCPSE que comporão o Sistema de Informação Geográfica Regulatório (SIG-R) (CRUZ, 2013).

A BDGD pode ser definida como o mapa de todos os ativos da rede, da subestação ao consumidor, fornecido pela distribuidora, ordinariamente ou extraordinariamente, de acordo com estrutura padronizada definida pela Aneel, e data base determinada, para compor o Sistema de Informação Geográfica Regulatório (SIG-R) (ANEEL, 2018a).

Segundo o Módulo 10 do Prodist (Sistema de Informação Geográfica Regulatório) define que o modelo geográfico da BDGD deve conter o seguinte:

a) o traçado geométrico dos segmentos de rede de alta, média e baixa tensão localizado entre cada uma das estruturas de suporte; b) a localização geográfica das estruturas de suporte; c) a localização geográfica dos acessantes e equipamentos; e d) a delimitação das subestações e demais áreas de caracterização (ANEEL, 2018b, p. 5)

A estrutura da BDGD está organizada em Entidades⁸ Geográficas e Não Geográficas. “As entidades geográficas representam feições geográficas e estruturas de informação, às quais serão necessariamente representadas geograficamente, além de relacionarem-se com as demais entidades da BDGD (ANEEL, 2018b, p. 7)”.

As entidades não geográficas representam estruturas de informação que se relacionam com as demais entidades da BDGD, todavia não possuem representação geográfica definida (ANEEL, 2018b). Assim como as entidades geográficas, as não geográficas estão especificadas no Módulo 10 do Prodist quanto ao nome, sigla, descrição e tipo de feição.

Como observado, todas as informações apresentadas através do BDGD deverão compor o SIG-R. Pode-se definir um Sistema de Informação Geográfica - SIG como “um sistema de hardware, software, informação espacial e procedimentos computacionais, que permite e facilita a análise, gestão e representação do espaço e dos fenômenos que nele ocorrem (ANEEL, 2018a, p. 48)”. Já o Sistema de Informação Geográfica Regulatório (SIG-R) é definido como

uma base de dados e sistemas auxiliares que permitem a análise, armazenamento e extração de informações técnicas e/ou geográficas dos principais sistemas, equipamentos, estruturas e acessantes informados pelas distribuidoras, representando o status do sistema de distribuição e dos sistemas correlatos em um dado momento (ANEEL, 2018a, p.48)

O formato da BDGD deve ser em *shapefile*⁹ (shp) ou em *GML Simple Features* no nível SF-0. Os dados devem ser fornecidos no sistema de coordenadas geográficas (Latitude/Longitude em graus decimais) referenciadas ao Datum Sirgas 2000 e a representação das entidades geográficas, quando calculadas com o emprego de GPS, deverão apresentar precisão mínima de 25 metros (ANEEL, 2018b).

⁸ Entende-se por entidade o modelo abstrato de dados estabelecido com objetivo de representar redes, estruturas, equipamentos, acessantes, entre outras informações de interesse (ANEEL, 2018b)

⁹ Shapefile é um formato para base de dados geoespaciais em forma de vetor usado por SIG.

Visto a importância da BDGD para composição do SIG-R, as distribuidoras devem enviar à Aneel, conforme definido no Módulo 6 do Prodist, a BDGD modalidade ordinária até 31 de janeiro de cada ano, com dados referenciados em 31 de dezembro do ano anterior e na modalidade extraordinária, sempre que a Aneel achar necessário, desde que a distribuidora seja avisada 30 dias antes do prazo de entrega. Caso esse fornecimento não seja realizado no prazo estabelecido, caracteriza-se descumprimento na prestação de informações e a distribuidora fica sujeita a aplicação de penalidades (ANEEL, 2018b).

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada nesta pesquisa foi baseada inicialmente em revisão bibliográfica onde técnicas de georreferenciamento, assim como os principais documentos reguladores da Aneel foram analisados e apresentados no capítulo Referencial Teórico.

A partir das observações do referencial teórico, foi escolhida a melhor técnica para a aplicação real da metodologia em questão, que baseou-se no georreferenciamento da rede elétrica da Ufac, no campus de Rio Branco, dividida em dois procedimentos. O primeiro em campo, no processo de aquisição de dados com auxílio de equipamentos como GPS e máquina fotográfica, e o segundo no processamento dessas informações no *software* QGIS e na representação das informações com auxílio do *Google Earth Pro* AutoCAD

Para o cadastramento a metodologia aplicada baseou-se na utilização de tabela para cadastro dos principais ativos elétricos visualizados em campo no processo de georreferenciamento.

Com isso, foi possível obter diversos resultados, que estão expostos no próximo capítulo, como o mapeamento digital da rede elétrica em forma de croqui, as informações cadastradas de todos os ativos elétricos em tabela e, através do cadastramento da rede elétrica, o diagrama unifilar da instituição que poderá ser utilizado em outros estudos.

Observou-se o sistema de distribuição da rede elétrica da Ufac com as principais exigências da Aneel a fim de gerar uma discussão sobre as instalações elétricas e estado dos principais equipamentos da instituição. Como a instituição possui diferentes prédios sendo construídos, foi possível obter uma previsão de novas instalações, os pontos georreferenciados e as possíveis cargas a serem instaladas.

Considerando que o estudo em questão não se trata de uma rede elétrica ligada diretamente a uma distribuidora de energia, pois a organização interna da rede elétrica da Ufac é gerida pela própria instituição, se torna importante organizar os atributos desse sistema elétrico de uma forma padrão e que seja legível para futuras leituras de engenheiros e pesquisadores. Para isso, buscou-se seguir a

metodologia proposta pelo módulo 10 do Prodist – Sistema de Informação Geográficas Regulatória.

3.1 AQUISIÇÃO DE DADOS EM CAMPO

Conforme o Módulo 10 do Prodist apresenta, o ponto notável coletado por meio de GPS deve ser fornecido no sistema de coordenadas geográficas (latitude e longitude) em graus decimais e referenciadas ao Datum Sirgas 2000 com precisão mínima de 25 metros (ANEEL, 2018b).

Para isso, o procedimento de aquisição desses dados em campo contou com a utilização do GPSmap 64s, da marca Garmin. Este dispositivo, conforme manual de especificações, possui alta sensibilidade e receptor Glonass com antena helix quádrupla para fixação rápida e recepção superior, 4 GB de memória interna, proporcionando bastante espaço para trajetos e caches, além de slot de cartão microSD para mapeamento adicional e um sistema de bateria dupla otimizado para exteriores¹⁰.

Figura 16: GPSmap 64s



Fonte: Garmin, 2018.

Este equipamento foi cedido pelo Laboratório de Georreferenciamento da Ufac ao Centro de Excelência de Energia do Acre para realização de uma das etapas de seus projetos, que foi realizar o georreferenciamento da rede elétrica da Ufac, campus Rio Branco. Além disso, contou-se com o apoio de uma equipe de bolsistas e engenheiros para aquisição dos pontos, são eles: Eng. Eletricista

¹⁰ Fonte: Manual do equipamento disponível em < <https://buy.garmin.com/pt-BR/BR/p/140022>>. Acesso em 04 de jan. de 2019.

Amanda Luíza Alab, Eng. Eletricista Thiago Melo, bolsistas Luzenilda Costa, Mirabor Leite, Gabriel Mendonça e Marcos Antônio Viana. Com o acesso ao equipamento de GPS, foi planejado os dias para coletas dos pontos geográficos.

A identificação de componentes das estruturas se deu com a criação de uma planilha de campo onde o foi realizado o levantamento dos componentes físicos contidos de cada estrutura para o cadastramento. As informações anotadas em campo foram:

- Potência dos transformadores (caso exista);
- Equipamentos de proteção ligados àquele ponto (chave seccionadora, fusível, para raio e isoladores);
- Tipo de Estrutura de rede;
- Informações do posteamento (altura e resistência nominal);
- Referência de localização;
- Dimensão do cabo.

Para complementar a elaboração do cadastro dos ativos elétricos pertencentes à rede, foram registradas imagens dos principais pontos por meio de fotografias feitas em smartphone.

A execução do trabalho em campo foi organizada e realizada conforme Tabela 2 abaixo.

Tabela 2: Execução em campo

Etapas	Descrição	Data
Planejamento para campo	Revisão sobre as metodologias de georreferenciamento; Escolha dos equipamentos; e divisão de equipe.	Maio, 2018
Coleta de dados	Aquisição dos dados com o GPS ponto a ponto; anotação dos ativos encontrados e fotografias das principais observações.	Abril, 2018

Vale destacar que foi disponibilizado para os colaboradores da aquisição dos dados em campo, por meio do Ceeac, equipamentos de proteção individual (botas e capacete) para que os procedimentos pudessem ser feitos conforme normas de segurança. A Figura 11 ilustra a captura de um dos pontos dentro da Universidade Federal do Acre.

Figura 17: Realização da aquisição em campo



Fonte: Acervo pessoal.

3.2 PROCESSAMENTOS DOS DADOS

Após a etapa descrita anteriormente, os dados coletados foram sintetizados e organizados para futuras leituras e considerações.

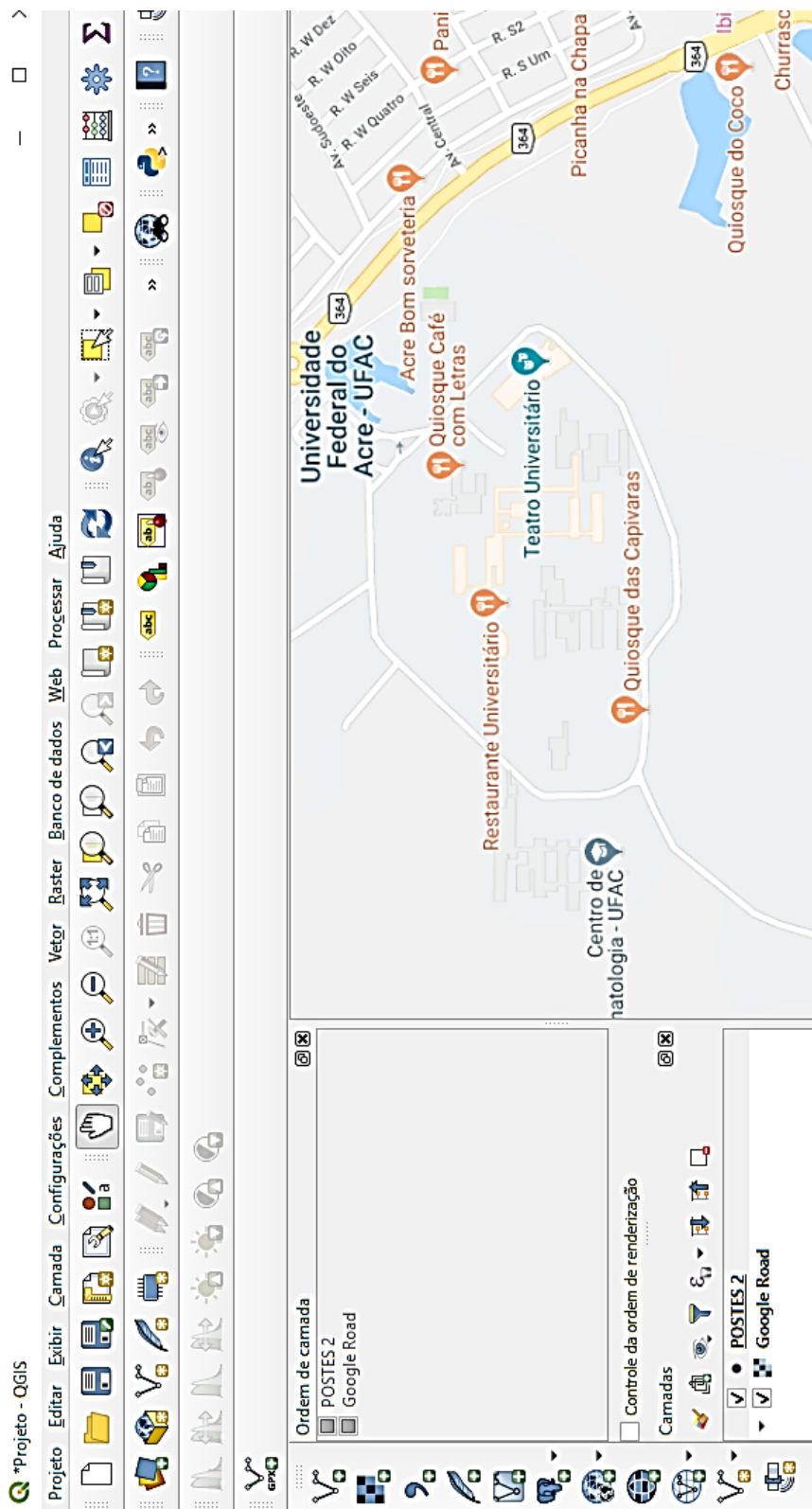
O GPS foi descarregado por meio do software QGIS que armazena dados sobre características geográficas e suas características, conforme exigências do Prodist.

O QGIS é um Sistema de Informação Geográfica (SIG) de Código Aberto licenciado segundo a Licença Pública Geral GNU. O QGIS é um projeto oficial da Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). Funciona em

Linux, Unix, Mac OSX, Windows e Android e suporta inúmeros formatos de vetores, rasters e bases de dados e funcionalidades (OSGEO, 2019, p.1).

O QGIS fornece várias formas de camada, como do Google Satélite e do Google Road, utilizadas neste trabalho. A Figura 12 apresenta a interface deste *software*.

Figura 18: Interface do software QGIS



Fonte: Printscreen de tela do software QGIS

Após os dados geográficos serem descarregados, as informações colhidas em campo foram digitalizadas através do editor de planilhas *Microsoft Office Excel*. Foi organizado ponto a ponto cada dado geográfico em linhas, de forma que esse conteúdo pudesse ser associado ao mapeamento digital.

Além de apresentar os dados com suas informações geográficas, o QGIS possibilita também a inserção de informações adicionais em forma de atributos do ponto. Desta forma, a tabela criada em campo foi inserida junto com os dados de latitude e longitude, possibilitando o acesso às informações pelo SIG.

Para ilustrar as informações obtidas no QGIS, foi desenvolvido o croqui dos pontos coletados e o diagrama unifilar da rede através do *software* AutoCAD, uma ferramenta importante para desenhos e leitura de diagramas, pontos de conexões, ativos elétricos, etc.

O AutoCAD é um software do tipo CAD desenvolvido e comercializado pela Autodesk, Inc. ele é uma poderosa ferramenta nos campos da arquitetura, design de interiores, engenharia mecânica, engenharia geográfica e em vários outros ramos da indústria. Na Engenharia Civil ele é amplamente utilizado na geração de projetos arquitetônicos, elétricos, hidráulicos, estruturais, entre outros. Em vista disso, saber utilizar o AutoCAD é fundamental para a inserção do profissional engenheiro no mercado de trabalho (MOTA; VALLE, 2011)

Como o intuito deste trabalho é apresentar os dados georreferenciados em uma plataforma SIG, os maiores resultados foram através do QGIS.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 DELIMITAÇÃO DO ESPAÇO DE GEORREFERENCIAMENTO

Localizada em 3 campus e 4 núcleos pelo Estado do Acre, a Universidade Federal do Acre (UFAC) é a única universidade pública do estado. Possui, desde a sua fundação, ainda como Faculdade de Direito, 54 anos e seu maior campus, atualmente, se encontra na capital do estado, Rio Branco.

O Campus Sede, inaugurado em 1981, possui área de propriedade territorial de 292,348 ha, e, desta, 86.917,90 m² são de área física construída, dividida conforme tabela abaixo, e pouco mais de 20.000 m² de obras em andamento (UFAC, 2018).

Tabela 3: Área física construída na Ufac

Descrição	Área (m ²)		
	2015	2016	2017
Campus Sede – Rio Branco			
Blocos acadêmicos – Salas de aula	22.695,21	23.621,44	23.621,44
Blocos acadêmicos – Laboratórios	13.594,68	13.594,68	16.754,68
Blocos administrativos	27.713,13	27.713,13	30.431,20
Demais blocos	12.602,83	16.010,58	16.010,58
Subtotal	76.605,85	80.939,83	86.817,90

Fonte: Ufac em números de 2017, 2018.

A Prefeitura do Campus Sede – Rio Branco, organizada em diretorias e ligada diretamente a Reitoria da universidade, possui a responsabilidade de administrar todo o campus, prestar, controlar e coordenar os serviços de infraestrutura, manutenção predial e instalações, transporte, segurança, fiscalização de obras, reformas, conservação e limpeza interna e externa, mudança e jardinagem (UFAC, 2018)

Para fins dessa pesquisa, algumas informações como croqui do campus, dúvidas, apoio e informações de alguns ativos elétricos foram fornecidos através da prefeitura e de suas diretorias, sendo a Diretoria de Obras e Projetos, responsável pelo planejamento e expansão da estrutura física da universidade e a Diretoria de Equipamentos e Serviços Operacionais, responsável pela expansão, manutenção e controle das instalações elétricas, telefônicas e de lógica.

Os principais pontos da rede de distribuição elétrica atravessa seu anel viário que possui pouco mais de 2 km de extensão, conforme imagem obtida pelo Google Earth.

Figura 19: Universidade Federal do Acre, campus Rio Branco



Fonte: Google Earth Pro (2018)

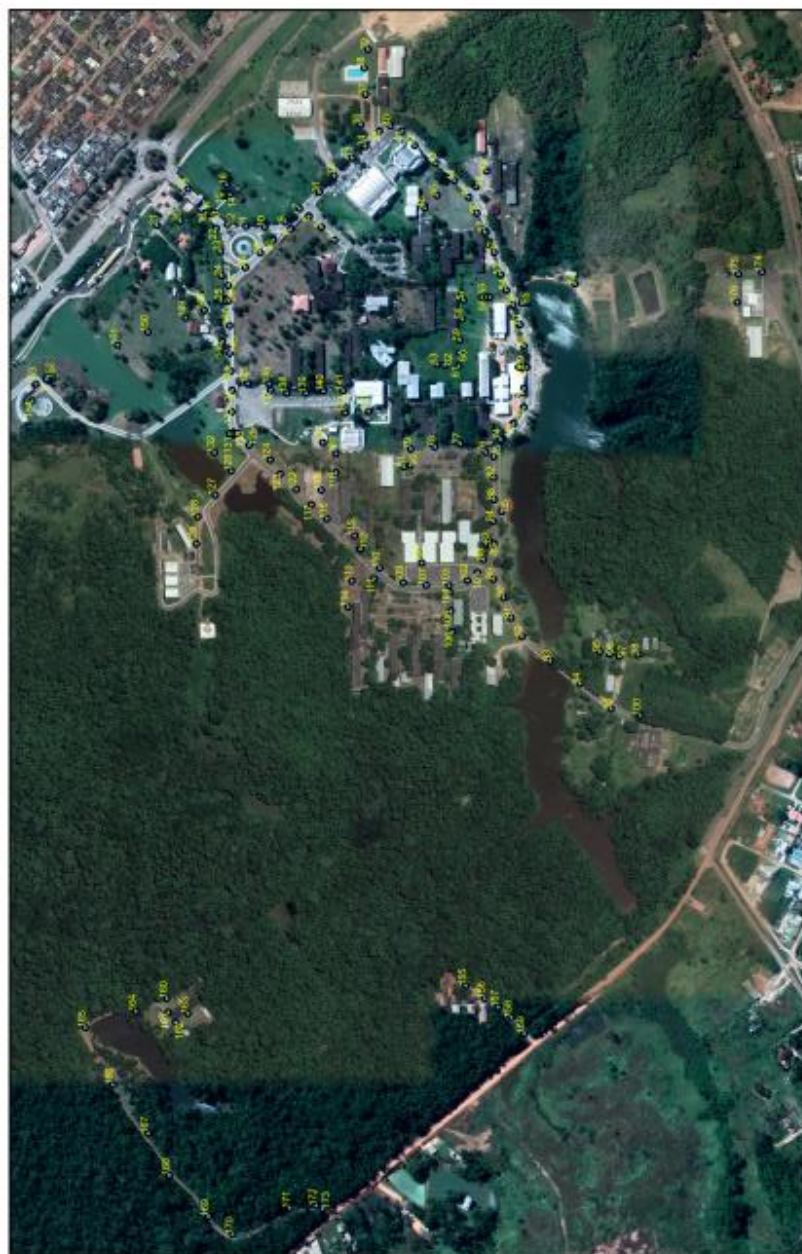
4.2 MAPEAMENTO DOS PONTOS DA REDE ELÉTRICA

Os pontos coletados pelo GPSmap 64s foram descarregado no software QGIS e suas coordenadas, conforme orientações do Prodist, é apresentada em posições geográficas (latitude e longitude) em UTM. Ao todo, foram 176 pontos coletados. A apresentação desses pontos seguem no APÊNDICE 1.

Após o geoprocessamento dos dados por meio do QGIS, foi possível criar o mapeamento digital desses pontos conforme Figura 13.

Figura 20: Mapeamento digital dos pontos de ativos elétricos da UFAC

(a) Camada em Satélite.



LAGEOP



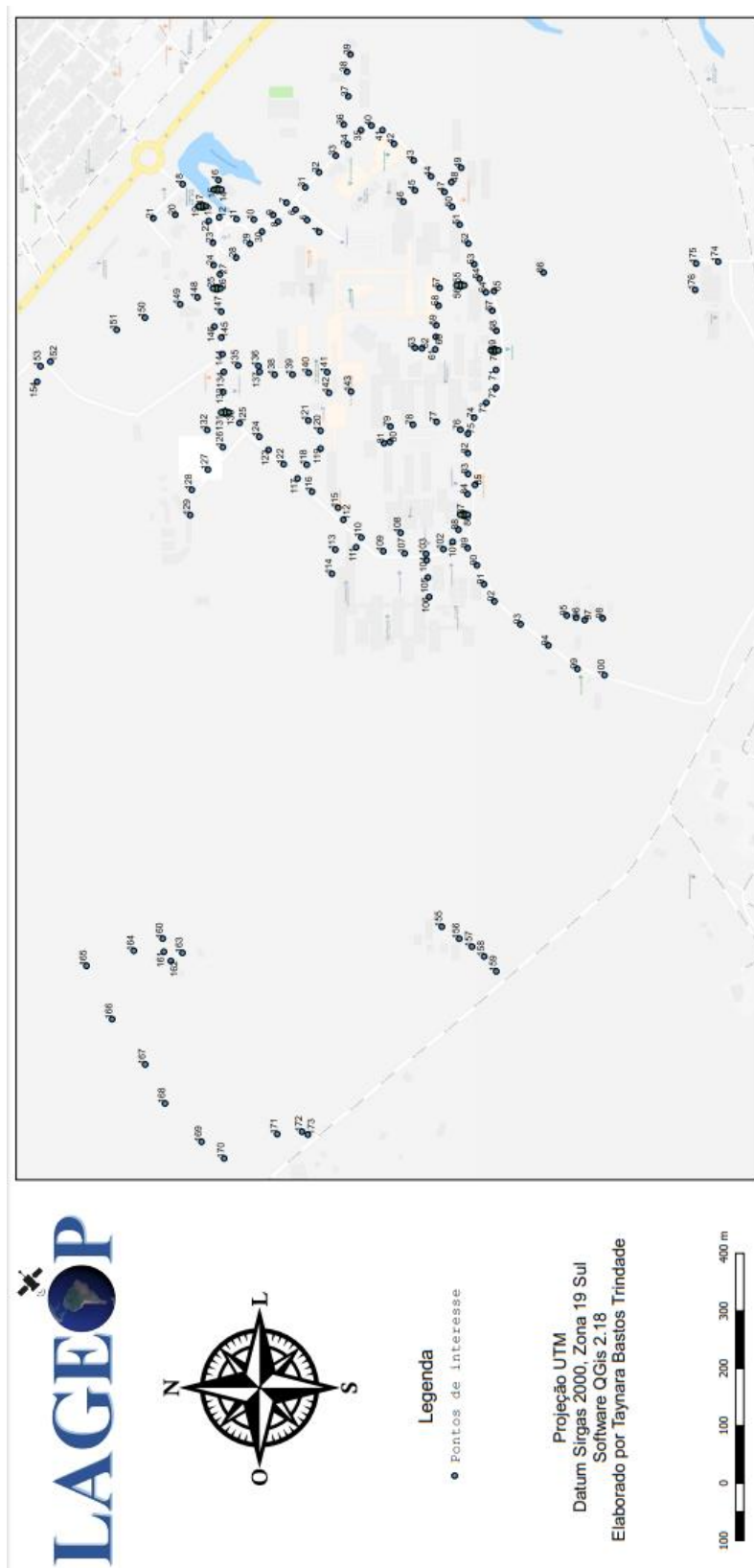
Legenda

• Pontos de Passagem

Projeção UTM
Datum Sirgas 2000, Zona 19 Sul
Software QGIS 2.18
Elaborado por Taynara Bastos Trindade

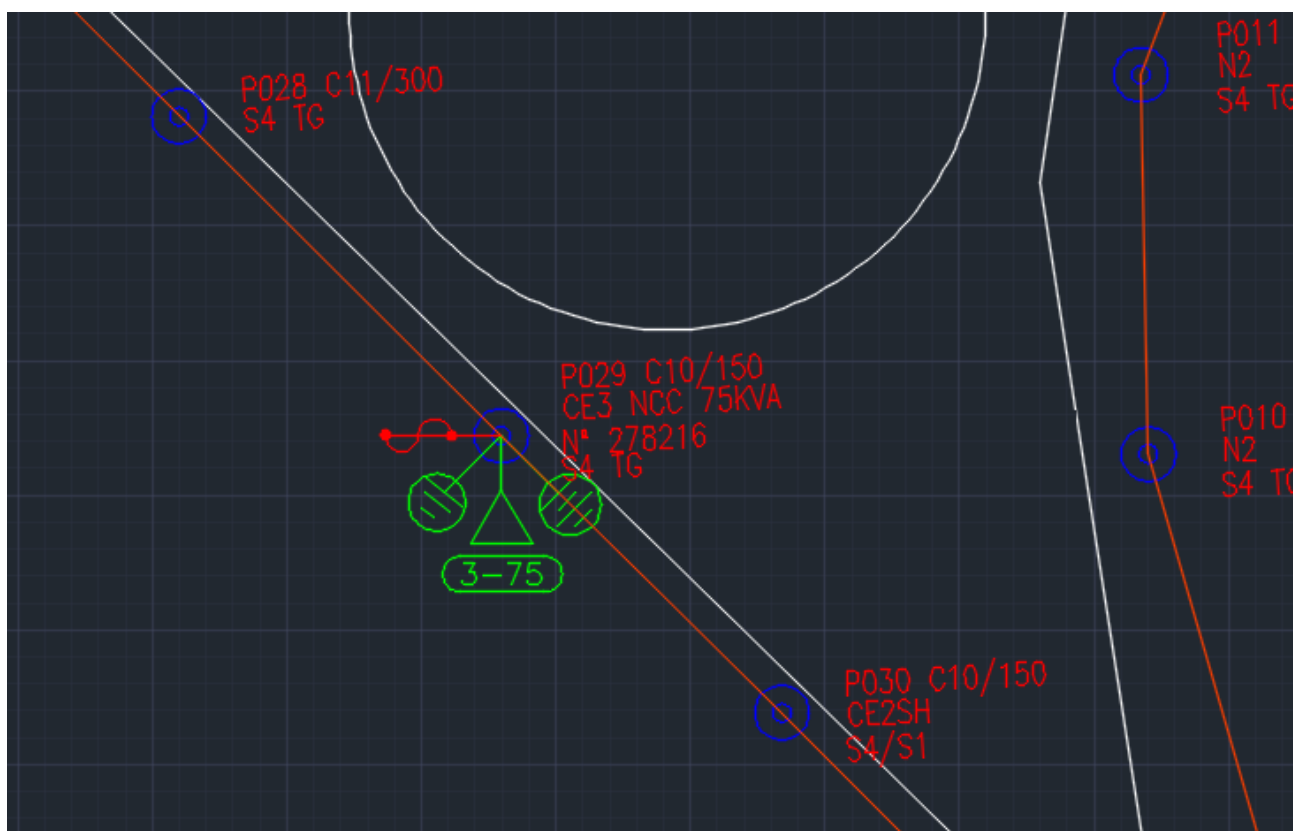


(b) Camada em Google Road



Com a utilização do AutoCAD, foi possível criar um croqui de como está ligado a rede de distribuição elétrica da UFAC, com seus principais equipamentos associados ao ponto, porém sem a camada de mapa. São identificados o ponto de referencia, a estrutura de rede e, em caso de ter transformador, as informações do equipamento. A Figura 14 demonstra o registro de alguns pontos de ativo da rede.

Figura 21: Pontos de ativos - AUTOCAD



Fonte: Autoria própria

4.3 CADASTRO DOS PRINCIPAIS ATIVOS ELÉTRICOS

As informações anotadas para cadastro de cada ponto georreferenciado foi organizada em tabela no *Microsoft Excel*. Para os postes, foi detalhada a altura e resistência (h/r) e os tipos de postes como:

- HT- poste utilizados normalmente para sustentar transformador. A Figura 16-a apresenta uma fotografia coletada desse tipo de poste ¹¹.
- C – circular (Figura 16-b)
- DT – Duplo T (Figura 16-c)

As estruturas de redes, superior e lateral, que foram registradas conforme nomenclaturas obtidas em normas técnicas. A estrutura mais comum vista foi a N1 para superior e S4 tangente para lateral. A Figura 17 ilustra esse tipo de estrutura.

Figura 22: Poste tipo HT



Fonte: Acervo pessoal

¹¹ Este é um tipo de montagem que utiliza-se de postes do tipo circular ou duplo t para montagens em subestações com trafos de 300 kVA.

Figura 23: Poste tipo C



Fonte: Acervo pessoal

Figura 24: Estrutura superior N1 e lateral S4 tangente

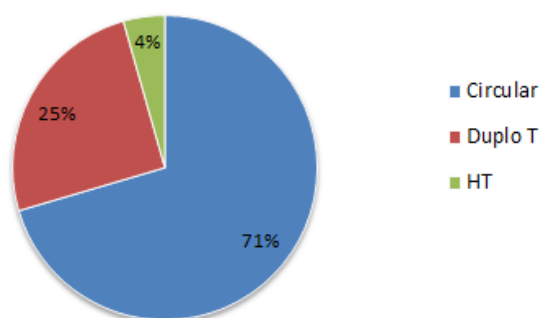


Fonte: Acervo pessoal.

Quanto às características dos condutores de média tensão, segundo (BRITO, 2018, p.101) foi verificado que para as redes convencionais, os cabos são de alumínio nu, CA, 3x 2 AWG, com a maioria dos trechos internos do campus em disposição não compacta. Porém, para as redes aéreas protegidas, verificou-se que os cabos são de seção 35 mm². O APÊNDICE 2 apresenta as informações gerais dos dados coletados.

Quanto aos postes, verificou-se que há algumas divergências quanto ao Manual de Procedimentos de Distribuição local. A primeira, em relação ao tipo de poste, verificou-se que 71% do total é circular, desta forma, divergindo com a norma que propõe a utilização preferencialmente do tipo DT para as redes de média tensão. O Gráfico 1 ilustra a quantidade de cada tipo de poste.

Gráfico 1: Relação percentual dos diferentes tipos de postes instalados



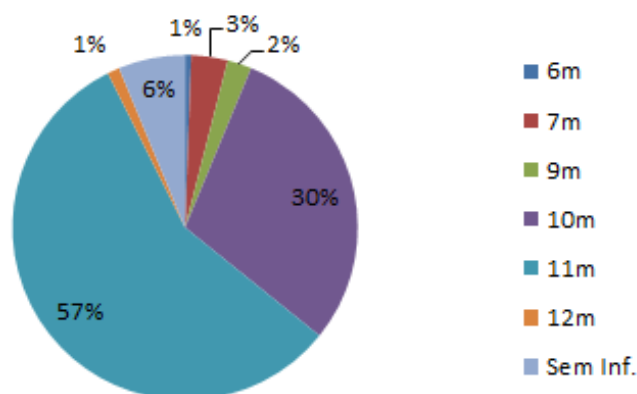
Fonte: Autoria própria

Em relação ao comprimento, o Manual de Procedimentos de Distribuição local prevê,

- a) 9 metros: para rede de baixa tensão sem previsão de ampliação de rede de média tensão;
- b) 11 metros: Para qualquer tipo de média tensão e qualquer tipo de rede de baixa tensão; Instalação de equipamentos.
- c) 12 metros: Conforme necessidades da RDP e RDI;
- d) Postes maiores serão considerados especiais (travessias, circuitos múltiplos de MT, necessidades da RDP e RDI, etc.) (ELETROBRAS, 2012, p.29).

No entanto, constatou-se na rede da Universidade Federal do Acre que apenas 57% dos postes são conforme a altura estimada para rede de média tensão (11 metros) e 30% são de 10 metros, não estimado na norma, e o restante de altura inferior, conforme Gráfico 2.

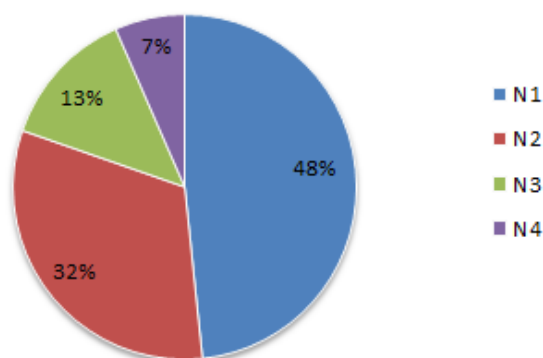
Gráfico 2: Relação percentual das diferentes alturas de postes instalados



Fonte: Autoria própria.

Quanto às estruturas de rede, observou-se que para a estrutura superior mais de 70% são do Tipo N – Normal¹², com terminações 1, 2, 3 e 4. Quanto aos 30% trata-se de rede compacta (15,3%) ou não especificada (14,7%). Quantificando os dados das estruturas Tipo N, percebe-se que a montagem do tipo N1 ocupa mais de 50% das estruturas superiores, conforme Gráfico 3.

Gráfico 3: Relação percentual das estruturas superiores do Tipo N

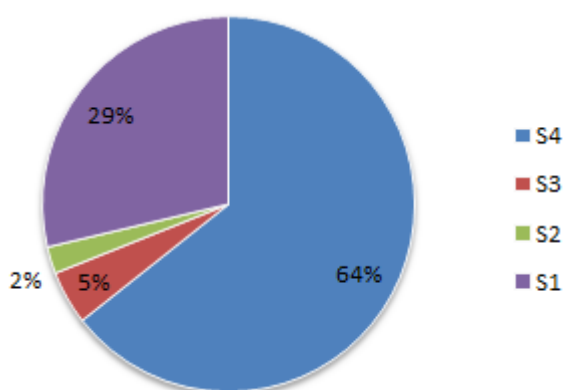


Fonte: Autoria própria.

Quanto a estrutura lateral, observou-se que o tipo S4 tangente, ilustrada na Figura 17, teve o percentual de 64% quando comparada com outras estruturas, conforme Gráfico 4.

¹² A ilustração deste tipo de estrutura de rede está apresentada no ANEXO A.

Gráfico 4: Relação percentual das estruturas laterais



Fonte: Autoria própria.

Ao todo, foram cadastrados 35 transformadores trifásicos, onde suas potências variam de 30 a 300 kVA. A Tabela 4 apresenta os transformadores observados e suas devidas potências.

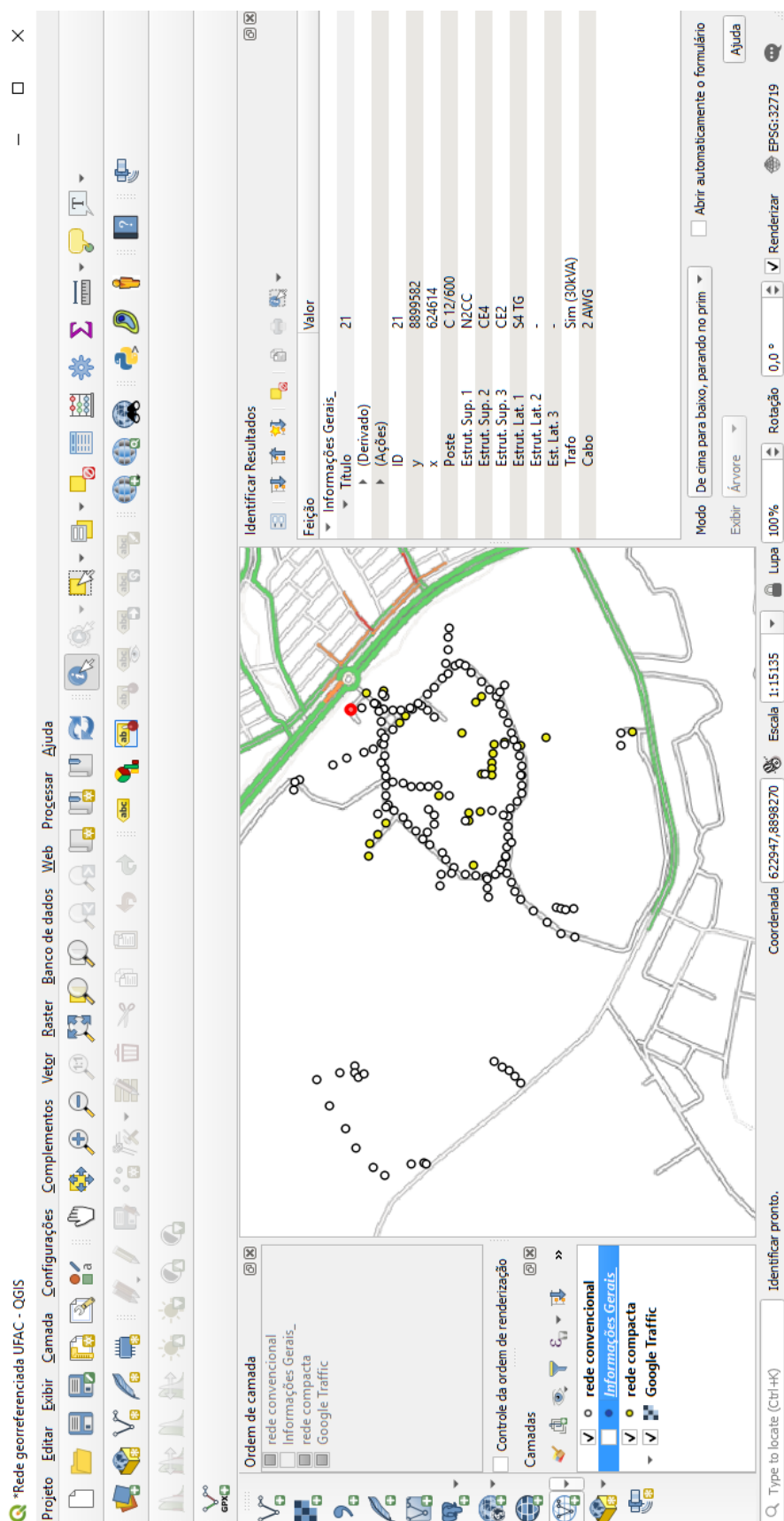
Tabela 4: Quantidade de transformadores na rede de distribuição

Potência do Transformador	Quantidade
30 kVA	7
45 kVA	4
75 kVA	6
112,5 kVA	3
150 kVA	8
225 kVA	6
300 kVA	1

Fonte: Autoria própria

Ainda sobre o processo de Georreferenciamento, observou-se que o software QGIS possui dentre as suas diversas ferramentas a opção de criar camadas diferentes e inserir atributos aos pontos georreferenciados. Visto isso, foi possível criar um mapeamento pelo QGIS onde as redes convencionais e compactas possam ser melhores identificadas (com cores diferentes) e em cada ponto georreferenciados existe a sua tabela de atributos, contendo todas as informações registradas no APÊNDICE 2. A Figura 18 ilustra a forma que é visualizada a informação de cadastro no QGIS.

Figura 25: Pontos Georreferenciados e Cadastrados no QGIS

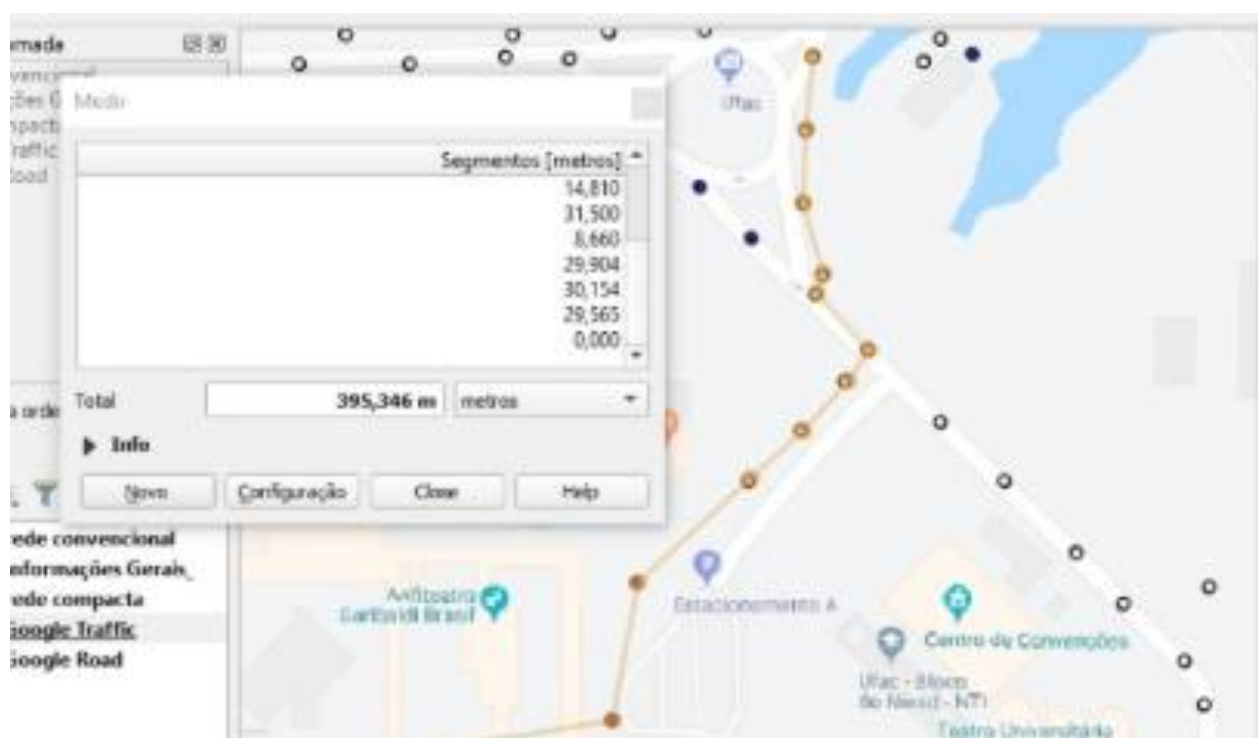


Fonte: Autoria própria.

Além dos pontos geoprocessados, houve a tentativa de ilustrar as informações sobre o cabeamento entre os postos através de linhas. Porém, esta tentativa não teve sucesso, visto que os pontos georreferenciados não seguem sequencialmente uma ordem ou forma de polígono, e, pela busca realizada, observou-se que para inserção de linhas no QGIS é necessário criar-se uma camada sequencial desses pontos. Além disso, contou-se com a falta de experiência ao utilizar essa ferramenta.

Porém, em busca de fornecer essas informações, foi criada uma tabela, ponto a ponto, com as ligações entre os postes, seu cabo de média tensão e a distancia entre estes, conforme APÊNDICE 3. Para realizar a medição de distância entre os pontos, foi utilizado a ferramenta “MEDIR” do QGIS e feito os traços ponto a ponto. A Figura 19 ilustra como são apresentados as informações de medição entre os pontos pelo QGIS.

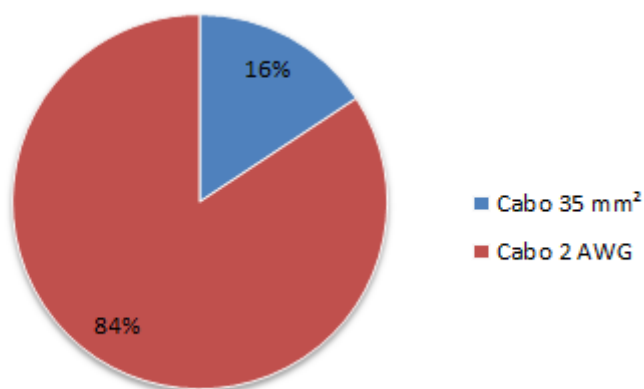
Figura 26: Procedimento de medição de pontos no QGIS



Fonte: Autoria própria

A tabela, apresentada no APÊNDICE 3, por fim, possibilitou a análise das distancias entre todos os trechos e, no geral, o comprimento médio de cada rede, conforme ilustra o Gráfico 5.

Gráfico 5: Relação percentual do tipo de cabo em passagens



Fonte: Autoria própria

Em relação ao comprimento dessas linhas, no total, para rede compacta, observou-se cerca de 1 km de cabos protegidos 3x35 mm², enquanto para a rede convencional, em cabos 3x 2 AWG, aproximadamente 5,2 km. A ilustração dos locais em rede compacta e rede convencional está apresentado no APÊNDICE 4.

5. CONCLUSÃO

5.1 DISCUSSÃO GERAL

Com a elaboração deste trabalho foi possível observar a importância do processo de organização do setor de distribuição de energia. Com a técnica do georreferenciamento é possível coletar, armazenar, recuperar, manipular, visualizar e analisar dados geográficos de uma determinada rede, fazendo com que o gestor responsável por esta rede possua ferramentas computacionais que facilite o processo de tomada de decisões.

No Referencial Teórico percebe-se que o Sistema Elétrico de Potência veio se desenvolvendo conforme os anos e chegou-se a um estágio em que a organização de todos os sistemas ligados a ele é fundamental para manter a estabilidade e qualidade no fornecimento de energia. Atualmente, o caráter institucional vem se alterando e as empresas do setor de distribuição devem cumprir as normas estabelecidas impostas pela Aneel através do Prodist para fins de qualidade no fornecimento de energia, planejamento de expansão, regulação tarifária, entre outras.

Neste processo, cabe ao bom gestor buscar formas de gerenciamento da rede elétrica. Dentre elas, encontra-se o mapeamento da rede elétrica de distribuição. Conforme visto, um dos meios para obter-se este mapeamento é pelo registro das coordenadas geográficas através do GPS, equipamento que possui boa precisão devido às diversas novas tecnologias do Sistema de Informação Geográfica.

Assim, foi possível realizar o mapeamento da rede de distribuição da Universidade Federal do Acre por meio do GPS e anotações feitas em campo, como os principais elementos ligados àqueles pontos georreferenciados. Para isso, foi feito um planejamento com os passos necessários para realizar tal aquisição e, em seguida, o processo de aquisição em campo.

Após essa etapa, com os dados coletados, buscou-se identificar diferentes SIGs que melhor oferecesse a dinamização desses dados em formas gráficas e ilustrativas. Assim, foi conhecido o QGIS, software que possibilitou o desenho

gráfico de todos os pontos coletados com a integração da camada geográfica do local, disponibilizada pelo *Google Earth Pro*.

Os resultados foram satisfatórios quanto ao que se objetivava. Foi possível apresentar o mapeamento, assim como o croqui e o diagrama unifilar com a identificação de todos os transformadores.

O cadastro de equipamentos ligados aos pontos foi realizado de maneira representativa, onde apenas foi possível descrever quais equipamentos estão naquele ponto, e não descritiva, onde as características daqueles equipamentos foram descritas.

5.2 DIFICULDADES ENCONTRADAS

Algumas informações não foram possíveis registrar devido à ilegibilidade da informação no momento da coleta. Percebeu-se que, conforme previsto pelo Manual de Procedimentos de Distribuição (ELETROBRAS, 2012) os postes dentro da Ufac não apresentam uniformidade quanto ao formato duplo T, havendo muitos circulares e com diferentes alturas (9, 10 e 11 metros), no entanto, que atendem a organização da rede de distribuição.

Percebe-se também que a estrutura de rede foi desenvolvida para dar seguimento a rede. Pela Ufac ser extensa e diversos pontos de redes serem longe, a universidade optou por ramais de entradas em diferentes locais, como no Hospital Veterinário e Parque Zoobotânico.

Este trabalho buscou somente analisar a rede em questão no âmbito do georreferenciamento, não explorando e discutindo, portanto, a construção das estruturas e opções dos equipamentos observados. Desta forma, essas informações servem apenas de registro para identificação dos pontos georreferenciados.

5.3 TRABALHOS FUTUROS

Este estudo, aplicado na rede elétrica da Universidade Federal do Acre, instituição pública, que se organiza internamente através de setores próprios, fornece informações que podem ser utilizadas e processadas em alguns softwares que possibilitam aplicações mais complexas, como o cálculo do fluxo de potência

sob demanda da rede elétrica cadastrada, incluindo simulação de curto circuito e automatização dos processos de restauração de serviços de gerenciamento da operação da distribuição. Sendo assim, para a instituição, além dos benefícios organizacionais e de planejamento, outros estudos poderão ser realizados com a utilização desses dados.

REFERÊNCIAS

ANA, Agência Nacional de Águas. **Notas de Aula sobre Equipamentos Elétricos em Subestações**. Capacitação de profissionais integrantes dos órgãos gestores de recursos hídricos do Estado do Ceará para o PISF. Brasília, 2011.

ABNT, NBR 5440. **Transformadores para Redes Aéreas de Distribuição – Padronização**. 1999.

ABNT, NBR 5356-1. **Transformadores de potência Parte 1: Generalidades**. Versão corrigida 2010. 2007.

ABNT, NBR 14039. **Instalações Elétricas de Média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV**. 2003.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 3ª ed. Brasília, 2008.

_____. **Contrato de Concessão de Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica nº 03/2018**. Companhia de Eletricidade do Acre – ELETROACRE. Rio Branco, 2018b.

_____. **Informações Geográficas do Setor Elétrico Brasileiro - SIGEL**. 2019. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/informacoes-geograficas>>. Acesso em: 15/02/2019.

_____. **Manual de Controle Patrimonial do Setor Elétrico - MCPSE**. Brasília, 2009.

_____. **Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – Prodist. Módulo 1 – Introdução**. 2018a.

_____. **Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST. Módulo 10 – Sistema de informação geográfica regulatório**. 2018c.

_____. **Relatório 2013**. Brasília, 2014.

_____. **Tensões nominais**. Brasília, 2016. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/tensoes-nominais>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

ABRADEE, Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica –. **Dados de Mercado – 1996 a 2018**. 2018. Disponível em: <<http://www.abradee.org.br/setor-eletrico/redes-de-energia-eletrica/>>. Acesso em 05/02/2018.

_____. **Estudo Comparativo de Tarifas**. 2011. Disponível em: < <http://www.abradee.org.br/setor-eletrico/leiloes-de-energia/>>. Acesso em 11/03/2018.

_____. **Setor Elétrico**. 2011. Disponível em: <<http://www.abradee.org.br/setor-eletrico/visao-geral-do-setor//>>. Acesso em 01/04/2018.

BATTAGLINA, Paulo D.. BARRETO, Gilmar. **Revisitando a História da Engenharia Elétrica**. Revista de Ensino de Engenharia, v. 30, n. 2, p. 49-58, 2011.

CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu; MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira. **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos. 2001.

CCEE, Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. **20 Anos do Mercado Brasileiro de Energia Elétrica**. São Paulo, 2018.

CELG, Distribuição. **Para-Raios para Redes Secundárias de Distribuição**. Norma Técnica CELG D. 2013. Disponível em: <https://www.eneldistribuicao.com.br/go/documentos/NTC72.pdf>

CORRAL, Maria Filomina Brito do. **Gestão da manutenção de transformadores de distribuição visando a qualidade no fornecimento de energia elétrica**. Universidade Federal do Pará. 2008.

CRUZ, Elenice Cristina da. **Análise de procedimentos metodológicos para georreferenciamento e cadastramento de atributos de redes elétricas urbanas em atendimento às normas da ANEEL**. 2013. Dissertação (Pós Graduação em Ciências Cartográficas) - Universidade Estadual Paulista, Campus de Presidente Prudente. Presidente Prudente, 2013.

CRUZ, Marcos Antonio de Oliveira. **Avaliação de método instrumental de inspeção de postes de madeira em serviço na rede de distribuição de energia elétrica**. 2011. 163 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Tecnologia de Materiais) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

ELETROBRAS, Distribuição Acre. **Manual de Procedimentos de Redes de Distribuição**. 2012.

ELETROBRAS. **Norma Técnica para a conexão de acessantes à rede de distribuição das distribuidoras da Eletrobras — conexão em Média Tensão**. 2016.

FILHO, Jugurta Lisboa, IOCHPE, Cirano. **Introdução a Sistemas de Informações Geográficas com Ênfase em Banco de Dados**. XV JAI - Jornada de Atualização em Informática, XVI Congresso da SBC, Recife-PE, 1996.

GOMES, Thiago Silva. **Fundamentos de GPS: Conceitos, Operação e Configuração**. Brasília, 2010. Disponível em: http://www.mda.gov.br/sitemda/sites/sitemda/files/user_arquivos_383/Apostila%20de%20GPS%20-%20Curso%20Sig@livre%20Sist%C3%AAmico.pdf. Acesso em: 08/11/18.

KAGAN, N., OLIVEIRA, C.C.B., ROBBA, E.J. **Introdução aos Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica**. Edgard Blucher, São Paulo, 2005.

MAGUIRE, D.J.; GOODCHILD, M.F.; RHIND, D. (Eds.) **Geographical Information Systems: Principles and Applications**. 2 Vol., Longman Scientific & Technical, 1991.

MARTINEZ, M. L. B., **Pára-raios para sistemas de Média Tensão – Características Técnicas e Aplicação a Sistemas de Potência**; Dissertação de Mestrado, EFEI, Dezembro 1992.

MILOCA, Simone Aparecida. **Planejamento da expansão em redes de distribuição de energia elétrica com indicadores de confiabilidade e base de dados georreferenciada**. Tese (Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

MONTENEGRO, Bianca de Paulo. **Custo de capital do setor de distribuição elétrico brasileiro**. Dissertação de mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2014.

MOTA, Nicholas Appes; VALLE, Raphael Martins do. **Apostila do AUTOCAD: Módulo Básico**. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora. 2011.

OLIVEIRA, Jhonata. **Manutenção em Sistemas Elétricos de Potência**. Revista Científica Semana Acadêmica. Fortaleza. V. 01. Ed. 77. 2015

OSGEO, Open Source Geospatial Foundation. **QGIS - A liderança do SIG de código aberto**. 2019. Disponível em: <https://www.qgis.org/pt_BR/site/about/index.html>. Acesso em: 18/02/2019

RAMOS, Ana Rita; CHAGAS, Angela; COSTA, Joana; BRAZ, Samuel. **Equipamentos de proteção e manobra - Treinamento Operacional Aes ELETROPAULO**. São Paulo, 2007.

RIBEIRO, Andre Luis. **Benefícios da Rede de Distribuição Aérea Compacta 15kV**. Universidade São Francisco. Itatiba, 2008.

ROQUE, Cassiano Garcia. OLIVEIRA, Ivan Cleiton de. FIGUEIREDO, Priscila Pereira. BRUM, Everton Valdomiro Pedroso. CAMARGO, Mairo Fabio. **Georreferenciamento**. Revista de Ciências Agro-Ambientais, Alta Floresta, v.4, n.1, p.87-102, 2006.

SIEMENS, **Transformadores trifásicos de distribuição**. 2000. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/3836158-Transformadores-trifasicos-de-distribuicao.html>>. Acesso em: 23/02/19

SILVA, J. F. C. Notas de aula. **Disciplina Cartografia I do curso de Engenharia Cartográfica**. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2012.

WEG. **Catálogo de Transformadores**. 2019. Disponível em: http://ecatalog.weg.net/TEC_CAT/tech_transf_ficha.asp. Acesso em: 02/03/2019

ZAMBELLI, Monica de Souza. **Planejamento da operação energetica do sistema interligado nacional baseado em modelo de controle preditivo**. 2009. 118 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Eletrica e de Computação, Campinas, SP. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/261137>>. Acesso em: 14 ago. 2018.

APÊNDICE 1: DADOS GEOGRÁFICOS COLETADOS POR GPS

GEORREFERENCIMENTO - UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE

POSTES	COORDENADA X (UTM)	COORDENADA Y (UTM)
PONTO 01	0624460	8899185
PONTO 02	0624533	8899198
PONTO 03	0624543	8899254
PONTO 04	0624589	8899295
PONTO 05	0624610	8899316
PONTO 06	0624628	8899336
PONTO 07	0624637	8899349
PONTO 08	0624616	8899371
PONTO 09	0624619	8899379
PONTO 10	0624611	8899408
PONTO 11	0624612	8899438
PONTO 12	0624615	8899468
PONTO 13	0624632	8899493
PONTO 14	0624660	8899466
PONTO 15	0624667	8899475
PONTO 16	0624680	8899469
PONTO 17	0624637	8899501
PONTO 18	0624673	8899531
PONTO 19	0624634	8899503
PONTO 20	0624620	8899544
PONTO 21	0624614	8899582
PONTO 22	0624609	8899486
PONTO 23	0624571	8899479
PONTO 24	0624532	8899478
PONTO 25	0624493	8899477
PONTO 26	0624490	8899468
PONTO 27	0624516	8899467

PONTO 28	0624545	8899439
PONTO 29	0624569	8899415
PONTO 30	0624590	8899394
PONTO 31	0624667	8899319
PONTO 32	0624693	8899295
PONTO 33	0624722	8899266
PONTO 34	0624741	8899245
PONTO 35	0624766	8899222
PONTO 36	0624776	8899252
PONTO 37	0624825	8899244
PONTO 38	0624868	8899246
PONTO 39	0624898	8899240
PONTO 40	0624774	8899204
PONTO 41	0624766	8899185
PONTO 42	0624742	8899165
PONTO 43	0624713	8899131
PONTO 44	0624685	8899101
PONTO 45	0624661	8899129
PONTO 46	0624641	8899149
PONTO 47	0624658	8899078
PONTO 48	0624675	8899066
PONTO 49	0624700	8899049
PONTO 50	0624632	8899065
PONTO 51	0624601	8899052
PONTO 52	0624568	8899037
PONTO 53	0624532	8899027
PONTO 54	0624507	8899018
PONTO 55	0624500	8899051
PONTO 56	0624491	8899051
PONTO 57	0624491	8899087
PONTO 58	0624460	8899089
PONTO 59	0624426	8899093

PONTO 60	0624406	8899094
PONTO 61	0624384	8899095
PONTO 62	0624386	8899118
PONTO 63	0624387	8899130
PONTO 64	0624483	8899007
PONTO 65	0624485	8898993
PONTO 66	0624517	8898907
PONTO 67	0624451	8898996
PONTO 68	0624416	8898989
PONTO 69	0624382	8898990
PONTO 70	0624382	8898994
PONTO 71	0624348	8898990
PONTO 72	0624317	8898990
PONTO 73	0624291	8899007
PONTO 74	0624265	8899028
PONTO 75	0624237	8899039
PONTO 76	0624244	8899052
PONTO 77	0624258	8899093
PONTO 78	0624253	8899134
PONTO 79	0624250	8899173
PONTO 80	0624223	8899174
PONTO 81	0624221	8899184
PONTO 82	0624203	8899039
PONTO 83	0624167	8899039
PONTO 84	0624132	8899040
PONTO 85	0624148	8899027
PONTO 86	0624095	8899046
PONTO 87	0624097	8899046
PONTO 88	0624070	8899056
PONTO 89	0624038	8899040
PONTO 90	0624008	8899024
PONTO 91	0623975	8899012

PONTO 92	0623945	8898994
PONTO 93	0623905	8898949
PONTO 94	0623868	8898901
PONTO 95	0623920	8898869
PONTO 96	0623916	8898853
PONTO 97	0623912	8898838
PONTO 98	0623915	8898807
PONTO 99	0623827	8898851
PONTO 100	0623816	8898804
PONTO 101	0624049	8899066
PONTO 102	0624036	8899082
PONTO 103	0624028	8899112
PONTO 104	0624017	8899111
PONTO 105	0623987	8899109
PONTO 106	0623953	8899107
PONTO 107	0624029	8899149
PONTO 108	0624065	8899156
PONTO 109	0624033	8899186
PONTO 110	0624057	8899224
PONTO 111	0624040	8899233
PONTO 112	0624088	8899255
PONTO 113	0624036	8899269
PONTO 114	0623994	8899275
PONTO 115	0624109	8899264
PONTO 116	0624137	8899309
PONTO 117	0624160	8899334
PONTO 118	0624184	8899318
PONTO 119	0624212	8899294
PONTO 120	0624243	8899294
PONTO 121	0624261	8899315
PONTO 122	0624185	8899358
PONTO 123	0624210	8899384

PONTO 124	0624233	8899400
PONTO 125	0624257	8899434
PONTO 126	0624215	8899463
PONTO 127	0624176	8899489
PONTO 128	0624141	8899517
PONTO 129	0624097	8899520
PONTO 130	0624280	8899455
PONTO 131	0624271	8899463
PONTO 132	0624245	8899490
PONTO 133	0624311	8899462
PONTO 134	0624346	8899461
PONTO 135	0624357	8899436
PONTO 136	0624356	8899401
PONTO 137	0624346	8899399
PONTO 138	0624341	8899373
PONTO 139	0624341	8899342
PONTO 140	0624344	8899314
PONTO 141	0624345	8899282
PONTO 142	0624309	8899279
PONTO 143	0624311	8899241
PONTO 144	0624377	8899463
PONTO 145	0624406	8899465
PONTO 146	0624425	8899477
PONTO 147	0624451	8899465
PONTO 148	0624476	8899506
PONTO 149	0624464	8899536
PONTO 150	0624441	8899597
PONTO 151	0624420	8899646
PONTO 152	0624365	8899761
PONTO 153	0624357	8899778
PONTO 154	0624330	8899784
PONTO 155	0623379	8899087

PONTO 156	0623358	8899057
PONTO 157	0623344	8899035
PONTO 158	0623327	8899014
PONTO 159	0623301	8898993
PONTO 160	0623360	8899570
PONTO 161	0623337	8899568
PONTO 162	0623321	8899556
PONTO 163	0623335	8899536
PONTO 164	0623339	8899620
PONTO 165	0623313	8899702
PONTO 166	0623220	8899658
PONTO 167	0623141	8899601
PONTO 168	0623073	8899567
PONTO 169	0623006	8899504
PONTO 170	0622977	8899465
PONTO 171	0623019	8899373
PONTO 172	0623023	8899330
PONTO 173	0623018	8899320
PONTO 174	0624535	8898605
PONTO 175	0624532	8898643
PONTO 176	0624486	8898645

**APÊNDICE 2: INFORMAÇÕES DE EQUIPAMENTOS EM CADA PONTO
COLETADO**

ID	Poste	Estrut. Sup. 1	Estrut. Sup. 2	Estrut. Sup. 3	Estrut. Lat. 1	Estrut. Lat. 2	Est. Lat. 3	Trafo	Cabo
1	HT 2 x DT 11/400	-	-	-	-	-	-	Sim (225 kVA)	3x 2 AWG
2	C 11/300	CE3	N23 com chave	N23 com chave	S4/S4	-	-	Nao	35 mm2
3	HT 2 x DT 11/400	-	-	-	-	-	-	Sim (112,5 kVA)	3x 2 AWG
4	C 11/200	N1	-	-	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
5	C 11/300	N1	-	-	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
6	C 11/200	N2	-	-	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
7	C 11/300	N23	N1	-	S4/S4	S4 TG	-	Nao	3x 2 AWG
8	C 11/300	N3	NECE3	-	S4/S1	S4 F	-	Nao	3x 2 AWG
9	C 11/300	N3	N3	-	S4/S4	-	-	Nao	3x 2 AWG
10	C 11/300	N2	-	-	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
11	C 11/300	N2	-	-	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
12	C 11/300	N2	-	-	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
13	C 11/300	N3	N3	-	S4 F	-	-	Nao	3x 2 AWG
14	C 11/300	N3 com chave	CE3	-	-	-	-	Nao	3x 2 AWG
15	C 11/300	N3 com chave	CE3	CE3	-	-	-	Nao	3x 2 AWG
16	C 11/300	CE3	CE3	-	-	-	-	Nao	35 mm2
17	C 11/300	N1	-	-	-	-	-	Nao	3x 2 AWG

18	C 12/100 0	CE4	NCC com chave	CE3	-	-	-	Sim (?)	35 mm2
19	C 11/300	N4	N23	-	S4 F	-	-	Nao	3x 2 AWG
20	C 11/300	N1	-	-	S1 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
21	C 12/600	N2CC	CE4	CE2	S4 TG	-	-	Sim (30kVA)	3x 2 AWG
22	C 11/300	N2	-	-	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
23	C 11/200	N1	-	-	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
24	C 11/200	N1	-	-	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
25	C 11/300	N4	N3	-	S4/S4	S1 TG	-	Nao	3x 2 AWG
26	C 11/300	N3	N3	-	S4/S4	S4 F	S1 TG	Nao	3x 2 AWG
27	C 10/150	-	-	-	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
28	C 11/300	-	-	-	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
29	C 10/150	CE3	NCC	-	S4 TG	-	-	Sim (30 kVA)	35 mm2
30	C 10/150	CE2SH	-	-	S4/S1	-	-	Nao	35 mm2
31	C 11/300	N1	NCC	-	S4 TG	-	-	Sim (30 kVA)	3x 2 AWG
32	C 10/150	N1	-	-	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
33	C 11/300	N1	-	-	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
34	C 11/300	N4	-	-	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
35	C 11/300	N2	N23 com chave	-	S4/S4	-	-	Nao	3x 2 AWG
36	C 11/300	N3 / N23	-	-	S1 F	-	-	Sim (75 kVA)	3x 2 AWG
37	C 11/200	N1	-	-	-	-	-	Nao	3x 2 AWG
38	C 10/150	N1	-	-	-	-	-	Nao	3x 2 AWG

39	C 11/300	N2	-	-	-	-	-	Sim (150 kVA)	3x 2 AWG
40	C 11/300	N3	N3	-	S4/S4	-	-	Nao	3x 2 AWG
41	C 11/300	N2	-	-	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
42	C 10/150	N1	-	-	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
43	C 10/150	N1	NCC	-	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
44	C 11/200	N1	CE3	-	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
45	DT 11/200	CE1	-	-	-	-	-	Nao	35 mm2
46	DT 11/400	CE3NCC	-	-	-	-	-	Sim (150 kVA)	35 mm2
47	C 11/300	N2	N23 com chave	-	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
48	C 10/150	N1	-	-	S1 F	-	-	Nao	3x 2 AWG
49	C 11/300	N2	-	-	-	-	-	Sim (112,5 kVA)	3x 2 AWG
50	C 11/300	N1	-	-	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
51	C 11/300	N1	-	-	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
52	C 10/150	N1	NCC	-	S4 TG	-	-	Sim (30kVA)	3x 2 AWG
53	C 11/300	N2	Chave e para raio	-	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
54	C 10/150	N1	CE3 com chave	-	S4 TG	S1 F	-	Nao	3x 2 AWG
55	DT 11/200	CE1	N3 com chave	-	S1/S1	-	-	Nao	35 mm2
56	HT 2 x DT 11/400	N3	-	-	-	-	-	Sim (75 kVA)	3x 2 AWG
57	C 11/600	CE3	CE3	-	-	-	-	Nao	35 mm2
58	DT 11/200	CE1	-	-	-	-	-	Nao	35 mm2
59	DT 10/400	CE3	CE3	NCC	-	-	-	Sim (225 kVA)	35 mm2

60	DT 10/200	CE1	-	-	-	-	-	Nao	35 mm2
61	DT 10/200	CE3	CE3	-	-	-	-	Nao	35 mm2
62	C 11/600	-	-	-	-		-	Nao	3x 2 AWG
63	DT 10/600	CE3 com para raio	-	-	-	-	-	Sim (75 kVA)	35 mm2
64	C 11/300	N1	CE3	Estrutura para chave	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
65	C 11/200	CE2	-	-	-	-	-	Nao	35 mm2
66	DT 11/600	CE3 com para raio	-	-	-	-	-	Sim (45 kVA)	35 mm2
67	C 11/300	N2	-	-	S4/S4	-	-	Nao	3x 2 AWG
68	C 11/300	N2	-	-	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
69	DT 11/600	N1	N3	-	S4 TG	S1 F	-	Nao	3x 2 AWG
70	DT 11/400	N3	-	-	S1 F	-	-	Sim (150 kVA)	3x 2 AWG
71	C 11/300	N2	-	-	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
72	C 11/300	N2	-	-	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
73	C 11/300	N2	NCC	-	S4 TG	-	-	Sim (30 kVA)	3x 2 AWG
74	C 11/300	N4	-	-	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
75	C 11/300	N2	N23 com chave	-	S4 TG	S1 F	-	Nao	3x 2 AWG
76	C 11/300	N1	-	-	S1 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
77	C 11/300	N2	CE3 com para raio	-	S1 F	-	-	Sim (150 kVA)	3x 2 AWG
78	DT 11/200	CE2SH	-	-	-	-	-	Nao	35 mm2
79	DT 11/400	CE3	CE3	-	-	-	-	Nao	35 mm2
80	DT 11/400	CE3	CE3	-	-	-	-	Nao	35 mm2

81	HT 2 x DT 11/400	N3	-	-	-	-	-	Sim (225 kVA)	3x 2 AWG
82	C 10/150	N1	NCC (desligad a)	-	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
83	C 10/150	N1	-	-	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
84	C 10/150	N2	-	-	S4 TG	S1 F	-	Nao	3x 2 AWG
85	Ramal de Entrada	-	-	-	-	-	-	Nao	-
86	-	N2	NCC	-	S4 TG	-	-	Sim (225 kVA)	3x 2 AWG
87	---	-	-	-	-	-	-	Nao	-
88	C 11/300	N2	NCC	Chave para raio	S4 TG	S4 F	-	Nao	3x 2 AWG
89	C 11/200	N1	-	-	S4/S4	-	-	Nao	3x 2 AWG
90	C 11/200	N1	-	-	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
91	C 11/300	N1	NCC	Chave para raio	S4 TG	-	-	Sim (45 kVA)	3x 2 AWG
92	C 11/300	N4	-	-	S4/S4	-	-	Nao	3x 2 AWG
93	C 10/150	N1	-	-	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
94	C 10/150	N1	-	-	S4 TG	S1 F	-	Nao	3x 2 AWG
95	---	-	-	-	S1 F	-	-	Nao	3x 2 AWG
96	DT 7/150	-	-	-	S1/S1	-	-	Nao	3x 2 AWG
97	DT 7/150	-	-	-	S1 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
98	DT 7/150	-	-	-	S3 TG	S1 F	-	Nao	3x 2 AWG
99	C 11/600	N3CC	-	-	S4/S1	-	-	Sim (30 kVA)	3x 2 AWG
100	DT 10/200	-	-	-	S1 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG

10 1	C 10/150	N2	-	-	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
10 2	-	N2	-	-	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
10 3	C 11/300	N2	N23CF	-	S4/S4	S4 F	-	Nao	3x 2 AWG
10 4	C 11/300	N1	-	-	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
10 5	C 11/300	N1	-	-	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
10 6	C 11/600	N23PR	-	-	S4 AF	-	-	Sim (150 kVA)	3x 2 AWG
10 7	C 10/150	N1	N3CF	-	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
10 8	HT 2 x DT 11/400	CE3	-	-	-	-	-	Sim (225 kVA)	35 mm2
10 9	C 11/600	N2	-	-	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
11 0	C 10/150	N1	-	-	S4/S1	S1 F	-	Sim (45 kVA)	3x 2 AWG
11 1	DT 7/200	-	-	-	S1 F	-	-	Nao	3x 2 AWG
11 2	C 10/150	N1	N2 com chave	-	S1/S4	S1 F	-	Nao	3x 2 AWG
11 3	DT 10/200	N1	-	-	S1 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
11 4	DT 11/400	N2 com chave	-	-	S1 F	-	-	Sim (75 kVA)	3x 2 AWG
11 5	C 11/300	N4	-	-	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
11 6	C 10/150	N1	-	-	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
11 7	C 11/300	N1	N2 com chave	-	S4 TG	S3 F	-	Nao	3x 2 AWG
11 8	C 11/300	N1	-	-	S3 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
11 9	C 11/300	N2 com para raio	-	-	S3 F	S4 F	-	Sim (225 kVA)	3x 2 AWG
12 0	DT 10/400	-	-	-	S4/S3	-	-	Nao	3x 2 AWG
12 1	---	-	-	-	S3 F	-	-	Nao	3x 2 AWG

12 2	C 10/150	N1	-	-	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
12 3	C 10/150	N1	-	-	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
12 4	C 10/150	N1	-	-	S4 TG	S2 F	-	Nao	3x 2 AWG
12 5	C 11/300	N1	N3CF	-	S4/S4	-	-	Nao	3x 2 AWG
12 6	DT 11/400	CA	-	-	-	-	-	Nao	35 mm2
12 7	DT 10/200	CA	-	-	-	-	-	Nao	35 mm2
12 8	DT 11/400	CE2SH	-	-	-	-	-	Nao	35 mm2
12 9	DT 11/400	CE3	CE3NCCP R	-	-	-	-	Sim (112,5 kVA)	35 mm2
13 0	C 11/600	N2	-	-	S4/S1	S1 F	-	Nao	3x 2 AWG
13 1	DT 7/200	-	-	-	S1/S4	-	-	Nao	3x 2 AWG
13 2	DT 7/200	-	-	-	S4 F	-	-	Nao	3x 2 AWG
13 3	C 11/200	N2	-	-	S1/S4	-	-	Nao	3x 2 AWG
13 4	C -	N1	N2 com chave	-	S4 TG	S1 F	-	Nao	3x 2 AWG
13 5	C 10/150	N2	-	-	S1 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
13 6	C 10/150	-	-	-	-	-	-	Nao	-
13 7	HT 2 x C 11/300	-	-	-	S1 TG	-	-	Sim (75 kVA)	3x 2 AWG
13 8	C 10/150	N1	-	-	S1 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
13 9	C 11/300	N1	-	-	S1 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
14 0	C 10/150	N1	-	-	S1 F	-	-	Nao	3x 2 AWG
14 1	C 11/300	N23	N3CF	CF	-	-	-	Sim (150 kVA)	3x 2 AWG
14 2	DT 11/600	CE3	NCCPR	-	S2 F	-	-	Sim (150 kVA)	35 mm2

14 3	DT 11/600	-	-	-	S2 F	-	-	Sim (150 kVA) (Desconect ado)	3x 2 AWG
14 4	C 10/150	N1	-	-	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
14 5	C 11/300	N1	-	-	S4 TG	S1 F	-	Sim (45 kVA)	3x 2 AWG
14 6	Ramal de Entrada	-	-	-	S1 F	-	-	Nao	3x 2 AWG
14 7	C 10/150	N1	-	-	S4 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
14 8	DT 10/200	N1	-	-	S1 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
14 9	DT 10/400	N4 com chave	-	-	S1/S3	-	-	Nao	3x 2 AWG
15 0	DT 10/200	N1	-	-	S3 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
15 1	DT 11/200	N1	-	-	S3 F	-	-	Nao	3x 2 AWG
15 2	DT 11/400	N2 com chave	-	-	S1 F	-	-	Não	3x 2 AWG
15 3	DT 9/400	-	-	-	S1 TG	S1 F	-	Sim (75 kVA)	3x 2 AWG
15 4	DT -	-	-	-	S1 F	-	-	Nao	3x 2 AWG
15 5	DT 11/600	N3	-	-	S1 F	-	-	Sim (45 kVA)	3x 2 AWG
15 6	DT 9/200	N1	-	-	S1 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
15 7	DT 10/100	N1	-	-	S1 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
15 8	DT 10/100	N1	-	-	S1 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
15 9	---	-	-	-	S1 F	-	-	Nao	-
16 0	DT 10/400	N3 com chave	-	-	S4 F	S1 F	-	Sim (45 kVA)	3x 2 AWG
16 1	DT 9/200	-	-	-	S1 TG	S1 F	-	Nao	3x 2 AWG
16 2	DT 9/200	-	-	-	S1 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG

16 3	DT 6/50	-	-	-	S2 TG	-	-	Nao	3x 2 AWG
16 4	DT 10/400	-	-	-	S1 TG	S3 TG	-	Nao	3x 2 AWG
16 5	DT 10/400	N23	N23	-	S1 F	-	-	Nao	3x 2 AWG
16 6	DT 10/200	N2	-	-	-	-	-	Nao	3x 2 AWG
16 7	DT 10/200	N1	-	-	-	-	-	Nao	3x 2 AWG
16 8	DT 10/200	N1	-	-	-	-	-	Nao	3x 2 AWG
16 9	C 11/300	N1	-	-	-	-	-	Nao	3x 2 AWG
17 0	DT 10/400	N4	-	-	-	-	-	Nao	3x 2 AWG
17 1	DT 10/200	N2	-	-	-	-	-	Nao	3x 2 AWG
17 2	DT 10/400	N2	-	-	-	-	-	Nao	3x 2 AWG
17 3	DT 10/400	N1	-	-	-	-	-	Nao	3x 2 AWG
17 4	DT 11/200	CE2SH	-	-	-	-	-	Nao	35 mm2
17 5	DT 11/400	N3	N3	-	-	-	-	Nao	3x 2 AWG
17 6	HT 2 x DT 11/400	N3 com chave	-	-	-	-	-	Sim (225 kVA)	3x 2 AWG

APÊNDICE 3: DISTÂNCIA ENTRE OS PONTOS GEORREFERENCIADOS

Ponto Início	Ponto Fim	Cabo	Distância (m)
1	2	2 AWG	44,95
2	3	35 mm ²	37
3	4	2 AWG	42,5
4	5	2 AWG	28,6
5	6	2 AWG	27,6
6	7	2 AWG	14,8
7	8	2 AWG	31,5
8	9	2 AWG	8,6
9	10	2 AWG	29,9
10	11	2 AWG	30,15
11	12	2 AWG	29,56
12	13	2 AWG	30,7
13	14	2 AWG	38,7
14	15	2 AWG	12
15	16	2 AWG	14,7
16	17	35 mm ²	52,8
17	18	35 mm ²	47,6
18	19	2 AWG	49,7
19	20	2 AWG	43,1
20	21	2 AWG	38,7
22	23	2 AWG	39,8
23	24	2 AWG	39,7
24	25	2 AWG	39,7
25	26	2 AWG	11
26	27	2 AWG	24,7
27	28	2 AWG	41,2
28	29	2 AWG	33,43
29	30	35 mm ²	34,1
30	8	2 AWG	35,2
7	31	2 AWG	44,1
31	32	2 AWG	35,7
32	33	2 AWG	40,3
33	34	2 AWG	28,6
34	35	2 AWG	36,6
35	36	2 AWG	34,6
36	37	2 AWG	51,1
37	38	2 AWG	45,4
38	39	2 AWG	29,2
35	40	2 AWG	19,7
40	41	2 AWG	22,5

41	42	2 AWG	30,4
42	43	2 AWG	46,6
43	44	2 AWG	39,24
44	45	35 mm ²	37,6
45	46	35 mm ²	28,1
44	47	2 AWG	36,6
47	48	2 AWG	22,6
48	49	2 AWG	29,6
47	50	2 AWG	27,5
50	51	2 AWG	33,2
51	52	2 AWG	38,1
52	53	2 AWG	36,8
53	54	2 AWG	28,2
54	55	35 mm ²	34,9
55	56	2 AWG	9
56	57	35 mm ²	35,9
57	58	35 mm ²	31,5
58	59	35 mm ²	35,3
59	60	35 mm ²	17,2
60	61	35 mm ²	24,7
61	62	35 mm ²	23,4
62	63	35 mm ²	12,1
54	64	2 AWG	27,1
64	65	35 mm ²	15,2
65	66	35 mm ²	91,1
64	67	2 AWG	36,6
67	68	2 AWG	34,6
68	69	2 AWG	35,1
69	70	2 AWG	8,4
70	71	2 AWG	34,8
71	72	2 AWG	30,7
72	73	2 AWG	30,9
73	74	2 AWG	33,9
74	75	2 AWG	30,5
75	76	2 AWG	15,8
76	77	2 AWG	42,3
77	78	35 mm ²	40,7
78	79	35 mm ²	39,6
79	80	35 mm ²	29,2
80	81	2 AWG	11,2
75	82	2 AWG	36,7
82	83	2 AWG	35,9
83	84	2 AWG	21,9
85	85	2 AWG	21,1

84	86	2 AWG	34,9
86	87	2 AWG	5,2
87	88	2 AWG	26,5
88	89	2 AWG	34,1
89	90	2 AWG	35,4
90	91	2 AWG	36,4
91	92	2 AWG	33,6
92	93	2 AWG	58,2
93	94	2 AWG	58,5
94	95	2 AWG	61,8
95	96	2 AWG	17,9
96	97	2 AWG	13,5
97	98	2 AWG	31,5
94	99	2 AWG	65,3
99	100	2 AWG	47,3
88	101	2 AWG	22,2
101	102	2 AWG	21,6
102	103	2 AWG	30,5
103	104	2 AWG	10,5
104	105	2 AWG	33,1
105	106	2 AWG	32,9
103	107	2 AWG	36
107	108	35 mm²	37,7
107	109	2 AWG	39,8
109	110	2 AWG	44,6
110	111	2 AWG	19,3
110	112	2 AWG	43,4
112	113	2 AWG	52,3
113	114	2 AWG	41,9
112	115	2 AWG	23,5
115	116	2 AWG	53,5
116	117	2 AWG	33,5
117	118	2 AWG	30,8
118	119	2 AWG	35,6
119	120	2 AWG	31,5
120	121	2 AWG	26,5
117	122	2 AWG	33,9
122	123	2 AWG	37,6
123	124	2 AWG	27,2
124	125	2 AWG	41,1
125	126	35 mm²	51
126	127	35 mm²	47,1
127	128	35 mm²	43,3
128	129	35 mm²	44,6

125	130	2 AWG	33,5
130	131	2 AWG	12,9
131	132	2 AWG	38,4
130	133	2 AWG	31,8
133	134	2 AWG	33,5
134	135	2 AWG	29,3
135	136	2 AWG	35,2
136	137	2 AWG	32
137	138	2 AWG	30,3
138	139	2 AWG	27,7
139	140	2 AWG	34,5
140	141	2 AWG	35,7
141	142	35 mm ²	38,6
142	143	35 mm ²	32,9
134	144	2 AWG	31,7
144	145	2 AWG	27,6
145	146	2 AWG	23
146	147	2 AWG	30,5
147	148	2 AWG	38
148	149	2 AWG	36,7
149	150	2 AWG	46,8
150	151	2 AWG	53,3
151	152	2 AWG	119,6
152	153	2 AWG	29,8
153	154	2 AWG	28,8
155	156	2 AWG	32
156	157	2 AWG	32
157	158	2 AWG	32
158	159	2 AWG	32
160	161	2 AWG	23,4
161	162	2 AWG	19,7
162	163	2 AWG	24,8
160	164	2 AWG	55,6
164	165	2 AWG	87,7
165	166	2 AWG	103,6
166	167	2 AWG	101
167	168	2 AWG	75,2
168	169	2 AWG	96,5
169	170	2 AWG	43
170	171	2 AWG	100,7
171	172	2 AWG	41,7
172	173	2 AWG	14,2
174	175	35 mm ²	48,7
175	176	2 AWG	45,5

APÊNDICE 4: REDE GEORREFERENCIADA (REDE COMPACTA E CONVENCIONAL)

