



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE

CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

COORDENAÇÃO DE ESTÁGIOS E PROJETOS DE ENGENHARIA ELÉTRICA



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ETAPAS DE ELABORAÇÃO DE PROJETO PARA REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL DE ENERGIA DO PLPT - PIAUÍ

ADELFRAN PEREIRA DE CASTRO

Campina Grande – Paraíba

JULHO/2010

ADELFRAN PEREIRA DE CASTRO

***ETAPAS DE ELABORAÇÃO DE PROJETO PARA REDE DE
DISTRIBUIÇÃO RURAL DE ENERGIA DO PLPT - PIAUÍ***

Trabalho de Conclusão de Curso submetida à
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da
Universidade Federal de Campina Grande como
parte dos requisitos necessários para obtenção
da graduação em Engenharia Elétrica.

Orientador
Prof. Benemar Alencar de Souza

Campina Grande – Paraíba

JULHO/2010

ADELFRAN PEREIRA DE CASTRO

***ETAPAS DE ELABORAÇÃO DE PROJETO PARA REDE DE DISTRIBUIÇÃO
RURAL DE ENERGIA DO PLPT - PIAUÍ***

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial necessário para a obtenção da graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande.

Data de Aprovação: ___/___/2010

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Benemar Alencar de Souza, D. Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador

, D. Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Convidado

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Todos os companheiros em quem pude confiar nos anos de graduação, e que compartilharam da mesma luta por um lugar ao Sol.

Agradeço a meus pais que sempre me apoiaram e fizeram desse momento possível. A eles dedico este trabalho e a minha formação.

Agradeço a minha noiva Daniela Leão Barros, minha companheira desde o início da caminhada acadêmica, onde pude encontrar um porto seguro.

Agradeço a meu grande amigo Danilo Leão Barros, companheiro de estudos e onde pude buscar apoio e inspiração.

Agradeço aos meus mestres, principalmente a Benemar Alencar, orientador e incentivador de minha formação.

Agradeço acima de tudo a Deus, força misteriosa de vida que nos fortalece sempre que recorreremos a ele.

“Grandes realizações são possíveis quando se dá importância aos pequenos começos.”

Lao-tsé

APRESENTAÇÃO

Esse trabalho descreve as etapas para elaboração de um projeto de Rede de Distribuição Rural de energia, apresentando técnicas e processos envolvidos para a execução e entrega da obra caracterizada no Programa Luz Para Todos no Estado do Piauí, proporcionando um método eficiente para o fechamento do empreendimento, indicando uma nova forma de projeto de maneira a garantir bons resultados.

Palavras chave: Rede de Distribuição, Projeto, Rural, Programa Luz Para Todos.

ABSTRACT

This paper describes the steps for preparation of a draft Rural Distribution Network Power, presenting techniques and processes involved for the execution and delivery of the works featured in the “*Luz Para Todos*” Program in Piauí State, providing an efficient method for closure of the enterprise, indicating a new way to design a way to ensure success.

Keywords: Distribution Network, Project, Rural, “*Luz Para Todos*” Program.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01	Perfil topográfico da obra Casa Nova e Angical no Município de Itauera – PI	20
FIGURA 02A	Perfil Topográfico dos Ramais 01, 02 e 03	24
FIGURA 02B	Perfil Topográfico dos Ramais 01, 02 e 03	25
FIGURA 03	Lançamento dos postes Sobre o Perfil Topográfico	28
FIGURA 04	Cabeamento aplicando E-RURAL (AutoCad)	30
FIGURA 05	Aterramento Cerca Paralela à Rede	31
FIGURA 06	Aterramento com influencia da malha paralela do Transformador	31
FIGURA 07	Aterramento com influencia da malha direcionada do Transformador	32
FIGURA 08	Cerca com malha do transformador paralela/convergindo	32
FIGURA 09	Representação da Rede de AT pela Planta Perfil – Detalhes Visão Sup. e Inf.	42
FIGURA 10	Planta de Baixa Tensão – Detalhe Área 1	43
FIGURA 11	Mapa Chave – Detalhe: Disposição seqüenciada, visão Sup.	44

LISTA DE TABELAS

TABELA 01	Demanda de Consumo aplicada no PLPT – Pi.	22
TABELA 02	Dados de carga Levantados Inicialmente.	23
TABELA 03	Relação Tipo de Cabo e Comprimento da Rede	25
TABELA 04	Escolha do Cabo Elétrico para RDR (PLPT – PI)	27
TABELA 05	Parâmetros Usados para Estruturas de RDR. 1) Bifásico/Trifásico 2) Monofásico.	27
TABELA 06	Dimensionamento do Fusível de Proteção.	34
TABELA 07	a – Característica Chave ; b – Dimensionamento do Fusível	34
TABELA 08	Níveis de aterramento para malha de Transformador.	35

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01	Perfil Consumidor BT – PLPT Piauí.	38
------------------	------------------------------------	-----------

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	11
1.1.	OBJETIVO	12
1.2.	DIFICULDADES	12
1.2.	MOTIVAÇÃO	13
2.	RDR – Rede de Distribuição Rural	13
3.	ELABORAÇÃO DO PROJETO	14
3.1.	Estudo Inicial	14
3.2.	Levantamento Topológico.	15
3.2.1.	Critérios de Levantamento Topográfico.	15
3.2.2.	Equipamentos e Procedimentos	16
3.2.2.1.	Medidas Diretas	16
3.2.2.2.	Medidas Indiretas	17
3.2.2.3.	Medida Eletrônica	17
3.2.3.	Autorização de Passagem	18
3.2.4.	Caderneta Topográfica	19
3.3.	Anteprojeto	19
3.3.1.	Perfil AT (RDR)	19
3.3.2.	Levantamentos complementares	21
3.3.3.	Estudo de Carga	21
3.3.4.	Análise da Rede	24
3.4.	Dimensionamento da Rede AT	26
3.4.1.	Distribuição de Postes	26
3.4.2.	Cabeamento	29
3.4.3.	Estruturas	30
3.4.4.	Aterramentos de Cerca	30
3.4.4.1.	Cerca Paralela à Rede sem alcance de Transformador	30
3.4.4.2.	Cerca Transversal à Rede sem alcance de Transformador	31
3.4.4.3.	Cerca Paralela à Rede e ao aterramento do Transformador	31
3.4.4.4.	Cerca Paralela à Rede e aterramento do transformador transversal.	32
3.4.4.5.	Cercas Transversais a RDR com aterramento do Transformador paralelo ou convergindo para a cerca	32
3.4.5.	Chaves Fusíveis e Transformadores.	33
3.4.5.1.	Chaves Fusíveis	33
3.4.5.2.	Transformadores	35
3.4.6.	Travessias	35
3.5.	Dimensionamento Rede BT	37
3.5.1.	Tipo de Ligação (Consumidor)	37
3.5.2.	Estruturas e postes de BT	38
3.5.3.	Aterramentos	39
3.5.4.	Normas para projeto BT.	39
3.6.	Cálculo de Perda e Queda (Potencia e Tensão)	40
3.6.1.	Cálculo das Perdas Elétricas	40
3.6.2.	Cálculo da Queda de Tensão	41

3.7. Projeto Executivo	41
3.7.1. Perfil AT	42
3.7.2. Baixa Tensão – Área de Transformação.	43
3.7.3. Mapa Chave	43
3.7.4. Orçamento	44
4. Aplicação do Projeto	44
4.1. Locação	45
4.2. Abertura de Faixa de Servidão	45
4.3. Construção	45
4.4. Entrega da Obra	45
5. CONCLUSÃO	47
6. REFERÊNCIAS	48
6.1. BIBLIOGRÁFICAS	48
6.2. WEBLIOGRÁFICAS	49
ANEXOS	50
APÊNDICE	54

1. INTRODUÇÃO

Um projeto de Rede De Distribuição Rural de energia (RDR) é de fácil entendimento, não contendo muitos itens técnicos e possuindo normas de fácil compreensão e aplicação. Mas possuindo, contudo algumas dificuldades em sua construção e fiscalização, pois é executada em locais com normalmente difícil acesso e pouco habitados.

O estudo descrito foi realizado no Estado do Piauí através do Programa Luz Para Todos (PLPT) na empresa constituída do Consórcio entre a Construtora Venâncio LTDA e a Majestosa Engenharia LTDA responsável por parte das obras contratadas pela concessionária de energia Eletrobrás Distribuição Piauí, este o ponto de partida para os estudos aqui descritos e comentados.

Para melhor compreensão deste estudo será utilizado e mencionado o caso exemplo do município de Itaueira – PI, obra da localidade de Casa Nova, Angical, Mangabeira e Genipapo, contemplado pelo PLPT. Esta obra possui extensão de 13 km de rede de Alta Tensão (AT) e aproximadamente 3,5 km de extensão de rede de Baixa Tensão (BT) monofásica para atender a 37 consumidores das localidades citadas. O suporte energético usado para esse projeto parte de uma linha existente trifásica em 13,8 kV. O seu projeto foi desenvolvido por Suprema Engenharia seguindo os padrões técnicos utilizados no programa através de levantamentos topográficos feito na área a ser atendida.

O processo descrito neste trabalho envolve a análise do projeto executivo composto por plantas de construção que descrevem a rede de AT e BT, e os equipamentos envolvidos como transformadores, chaves fusível, aterramentos e consumidores atendidos. O projeto descreve em detalhes de construção conforme será aplicado os materiais na obra citada, sendo para isso necessário uma explicação simples para o entendimento do mesmo.

Passando pela construção e acompanhamento das obras, observa-se alguns procedimentos essenciais para a melhoria do empreendimento, de forma a agilizar sua construção e diminuição dos gastos envolvidos. Sendo de grande importância a melhoria dessas etapas, passando pelo alvo do estudo desse trabalho que é a melhoria de todo o processo encerrando em um novo formato de fechamento de obra, que seria a entrega do projeto alterado conforme construído, tendo seus componentes (postes, transformadores, consumidores, outros) georeferenciados.

1.1. OBJETIVO

O objetivo deste é apresentar uma forma aprimorada para construção de uma RDR, passando por melhorias de projeto, implementando noções de levantamento de projeto que facilitem o fechamento da obra, formatando o projeto de maneira a se ter um bom entendimento de construção e agilizar a entrega das “AS BUILT” que corresponde ao projeto finalizado e pronto para ser faturado perante a contratada.

O estudo descrito desenvolveu-se a partir da observação do processo envolvido, e com base nos resultados, formulo-se uma forma de elaboração de projeto que pudesse facilitar todas as etapas do empreendimento. A forma como é feita atualmente possui algumas dificuldades, principalmente na manipulação do projeto executivo que possui planta de AT em formato de perfil, outra com AT em visão aérea, e BT com visão aérea e maior concentração de detalhes, particionada em áreas de transformação.

A maneira proposta seria uma resposta baseada em estudo de melhoria, partindo do fim do processo para o início, ou seja, para se ter uma boa finalização de obra teria que refletir essas alterações para o início do empreendimento, que atualmente ainda não possui projetos georeferenciados. Modificando por tanto o projeto executivo para um formato que se configuraria de planta de AT com visão do perfil topográfico do relevo, e apenas outra planta contendo AT e BT juntas em uma única planta, possuindo seus pontos detalhados e georeferenciados de maneira a atender às necessidades exigidas pela contratante dos serviços. Com isso verificaria uma grande ganho nas atividades construtivas, de supervisão e até mesmo fiscalização das obras.

1.2. Dificuldades

Para essa configuração existem algumas adversidades, que podem ser observadas no processo de topografia, pois ainda se utiliza para elaboração dos projetos equipamentos obsoletos e que não fornecem referenciamento através de coordenadas globais de localização. Além disso, a disseminação por todas as empresas atuantes no estado pelo PLPT da mesma forma de trabalho, assim como também pela empresa fiscalizadora, sendo, portanto necessário um tempo de adaptação do novo método.

O curto intervalo de tempo restante para conclusão das obras do PLPT, que possui data de finalização em dezembro próximo, dificulta a possibilidade de

reformulações drásticas na forma com que se vem trabalhando, sendo possível nesse caso a implementação de parte das alternativas apresentadas nesse estudo.

1.3. Motivação

Como principal motivação focada para esse trabalho está no desejo do autor de acrescentar maior eficácia à atividade desenvolvida enquanto estagiário do Consórcio pelo PLPT no Estado do Piauí, no qual dará continuidade ao esforço promovido no primeiro semestre do programa, buscando com isso amplificar os resultados obtidos e resultando em bom desempenho na realização das obras de eletrificação rural.

Serve como motivação o significado imposto a esse Trabalho de Conclusão de Curso, que trará muitas informações pertinentes para o exercício da construção de Redes de Distribuição (RD), deixando registrado à grande experiência vivida pelo autor, e na certeza da contribuição para colegas e demais leitores desse trabalho. Ao passo que muito pode ser feito para melhoria dos processos construtivos, e ressaltar como é importante o papel do Engenheiro nesse panorama geral, pois é um profissional que possui uma visão sistêmica e crítica, tendo, portanto um grande diferencial e podendo dar muitas contribuições.

2. RDR – Rede de Distribuição Rural

Uma RDR pode ser definida como um projeto de Distribuição com o objetivo de abastecer cargas consumidoras isoladas e com baixo potencial de consumo, tendo sua diretriz de localização percorrendo o meio rural. Possuindo alimentadores com tensões primárias entre 34,5 – 13,8 kV trifásicas, e 19,9 – 7,97 kV monofásicas utilizadas nas redes aplicadas no PLPT – PI, e cargas secundárias normalmente monofásicas, podendo ser de 220 – 380 – 440 V para alimentar simples residências, bombas d'água, casas de farinha e forrageiras.

Um projeto dessa natureza precisa de um estudo prévio para levantamento da quantidade de consumidores e da carga a ser instalada, assim como um estudo topográfico da região por onde será definida a diretriz por onde passará a rede energizada. Deverá ser analisado o suporte energético mais próximo do local do empreendimento, e que possa suprir as necessidades energéticas do mesmo. Deverá ser observado o tipo de vegetação e solo envolvidos ao longo da diretriz do projeto, para

que possa ser descrito com riqueza de detalhes, sendo dessa forma escolhido o melhor local para a passagem da rede para não afetar muito a paisagem local, e que possa facilitar na etapa construtiva.

Projetos de Distribuição Rurais são relativamente de fácil elaboração, bastando apenas um pouco de experiência da equipe envolvida, mas em contrapartida existindo adversidades como isolamento e falta de recursos locais tornam esse empreendimento um desafio a ser superado. Atualmente os maiores índices de exclusão no uso da energia elétrica se encontram no meio rural, aumentando consideravelmente a importância existente nesse tipo de programa de eletrificação rural, sendo ferramenta de socialização e melhores perspectivas de vida no campo.

3. ELABORAÇÃO DO PROJETO

O projeto de uma RDR passa por etapas que podem ser entendidas como o estudo inicial, levantamento topográfico e a confecção do projeto com base nos dados obtidos. Todas as informações contidas aqui foram tiradas do projeto do PLPT – PI aplicados ao município de Itaueira, localidade de Casa Nova, Angical, Mangabeira e Genipapo, seguindo, portanto as normas técnicas utilizadas no programa.

3.1. Estudo Inicial

Essa primeira etapa consta de visitas ao local a ser atendido a fim de coletar informações importantes para o desenvolvimento do projeto. No projeto exemplo foram levantados 37 consumidores espalhados por 17 áreas de atendimento, sendo 35 casas e duas escolas. O local visitado encontra-se a 25 km do município de Itaueira, sendo, portanto confeccionado um croqui de localização para facilitar acessos futuros.

Deverá ser descrito o tipo de vegetação disposta na região, a quantidade e localização de quilombolas, grupos indígenas e assentamentos, juntamente com a quantidade de indivíduos e localização. Obter contato com associações de moradores a fim de localizar todos os moradores das regiões mais afastadas e coletar dados de acessos, estradas e suas respectivas condições.

3.2. Levantamento Topológico.

Etapa que emprega métodos topográficos para descrever a diretriz da rede projetada. A Topografia que deriva do grego “topos” (lugar) e “graphen” (descrever), segundo Domingues (apud BRANDALIZE, 2001, p.1), tem a finalidade de “*determinar o contorno, dimensão e posição relativa de uma porção limitada da superfície terrestre, [...] Compete ainda à topografia, a locação, no terreno, de projetos elaborados de Engenharia.*”

A equipe de campo coletará dados Planimétricos e Altimétricos da diretriz para servir de base para o projeto a ser desenvolvido fazendo uso de piquetes de marcação com 15 centímetros de comprimento (10 cm de penetração em solo) necessários para marcar os pontos extremos de alinhamento da diretriz, devendo estes obedecer a critérios de passagem da rede elétrica.

3.2.1. Critérios de Levantamento Topográfico.

Uma RDR deve possuir uma diretriz com traçado que possa garantir uma economia na execução total da obra, que possibilite o menor impacto ambiental e que facilite o acesso à rede durante a construção e futuramente manutenção da rede. Sendo assim alguns pontos relevantes são levantados aqui para cumprimentos da maioria dessas exigências construtivas, cabendo ao levantador a utilização dessas informações de maneira complementar.

- 1) Designação de diretriz que passe pelas áreas de transformação a ser atendida de forma a seguir a menor distância e com poucos ângulos reduzindo o valor total da obra.
- 2) Aplicar sempre que possível a diretriz em traçado que acompanhe rodovias ou estradas de apoio a fim de facilitar a construção e manutenção da rede, respeitando os parâmetros adotados para tal construção. No caso exemplo estudado, temos as distâncias dadas pela seguinte regra: estrada carroçal – 3 metros da lateral; PI's – 5 metros do final do acostamento; BR's – 29 metros do eixo. Observando somente uma margem para utilização de estais em ângulos existentes, deixando para isso distância apropriada.
- 3) Contornar obstáculos naturais ou artificiais como árvores frutíferas e de proteção ambiental, mata densa, área de reflorestamento, locais impróprios para

implantação, erosões, terrenos com inclinação transversal superiores a cinquenta por cento, picos elevados, locais com altos índices de poluição atmosférica ou com detonações de explosivos, benfeitorias, aeródromos, chiqueiros, açudes, e demais obstáculos que o levantador pode desviar dependendo da análise de segurança e permissão.

- 4) Passagem por loteamentos ou assentamentos deverá acompanhar os arruamentos existentes.
- 5) Os ângulos quando existirem não deverá possuir mais que 60 graus quando estes não ocorrerem em travessias, devendo ser previstos em pontos elevados do perfil traçado.
- 6) Optar por passagem em locais que possuam pouca interferência de inundações ou marés.
- 7) Manter sempre distâncias razoáveis de segurança para edificações e construções habitadas.

3.2.2. Equipamentos e Procedimentos

Para o exercício da topografia temos a utilização de algumas ferramentas e equipamentos para medição de distâncias, ângulos, e direcionamento dos pontos a frente. Podem se utilizar método de medida direta, indireta e eletrônica de distâncias, bastando para cada uma o conhecimento dos possíveis erros envolvidos e observando o uso de equipamentos bem calibrados.

3.2.2.1. Medidas Diretas

Feita em comparação a uma grandeza padrão, apresenta resultados diretos a partir da observação dada por essa comparação. Necessidade do uso de acessórios que auxiliem na marcação dos pontos.

- Fitas e Trens: possuem espessura de 10 a 12 milímetros e comprimentos variando de 30 a 150 metros. Fornecem medidas confiáveis, mas apresentando às vezes dificuldades no manuseio. Podendo ser de lona, aço e fibra de vidro.
- Acessórios: Piquetes, tendo como finalidade a materialização do ponto topográfico no terreno; Estacas, usadas conforme Pinto (apud BRANDALIZE,

2001, p.22) “*utilizadas como testemunhas da posição do piquete*”; Balizas, para manter o alinhamento na medição entre os pontos; Nível, usado para manter a baliza corretamente na posição vertical; Caderneta de campo, que é onde são registrados todos os dados coletados em campo, possuindo certa padronização.

Para obter mais precisão nessas leituras, tem-se a necessidade do uso de equipamentos bem regulados e tomar alguns cuidados na medição, como o bom alinhamento entre os participantes da leitura, assim como garantir a horizontalidade do diastímetro (instrumento de medição direta) usado.

Possibilidade de leitura em lance único, com uma pessoa em cada extremidade do equipamento, ou então ocorre a leitura de vários lances, utilizando para isso uma terceira pessoa que servirá de baliza para coordenar a movimentação dos usuários do diastímetro.

3.2.2.2. Medidas Indiretas

Temos as medidas geradas pela observação de outras grandezas diferentes da grandeza padrão, não necessitando percorrer todo o trajeto. Aqui temos o uso do Teodolito, equipamento que nos permite a leitura de ângulos horizontais e verticais e de régua graduada. Fazemos uso de acessórios como o tripé (para a fixação do aparelho), o prumo (para colocação exata sobre o ponto desejado) e a lupa (para leitura de ângulos). Também se faz uso de Mira ou régua graduada (para determinação de distâncias horizontais e verticais), Nível (para posicionamento vertical) e Baliza (para localização e medidas).

O posterior cálculo exercido sobre as leituras com o Teodolito é denominado Estadimetria ou Taqueometria, onde através de cálculos relacionais são obtidas as medidas necessárias. As visadas realizadas pelo usuário em campo devem possuir o máximo de exatidão para dirimir os erros, e os usuários aperfeiçoarem cada vez mais a prática com o aparelho.

3.2.2.3. Medida Eletrônica

Não se encaixa em uma medida direta, pois não há necessidade do acompanhamento da medição para comparação, e também não seria uma medida

indireta, pois as medidas são obtidas automaticamente, bastando para isso apenas pressionar um botão. Possuindo mesmo assim etapas como estacionamento, nivelamento e pontaria.

Baseado na emissão e recepção de sinais de localização possui muitas vantagens em relação às outras medidas, com economia de tempo, facilidade de operação e maior precisão. Podemos observar alguns equipamentos para esse fim descritos a seguir:

- Trena Eletrônica: dispositivo que precisa de um alvo eletrônico que retorne o sinal emitido, fomentando assim o cálculo de distâncias.
- Teodolito Eletrônico: se caracteriza como um dispositivo eletrônico de medição de ângulos, sendo ideal para uso em grandes obras de engenharia.
- Distanciômetro Eletrônico: exclusivo para medição de distâncias utilizando tecnologia com infravermelho e refrações com prismas para retorno do sinal ao aparelho, sendo proporcional seu alcance ao número de prismas utilizados.
- Estação Total: de acordo com Kavanagh e Bird (apud BRANDALIZE, 2001, p.51) *“uma estação total é o conjunto definido por um teodolito eletrônico, um Distanciômetro a ele incorporado e um microprocessador que automaticamente monitora o estado de operação do instrumento.”*. Sendo capaz de medir ângulos horizontais e verticais, assim como distâncias, além de exibir informações de nivelamento, coordenadas UTM (coordenada geodésica), altitude do ponto, posição do aparelho entre outras.
- Nível Digital: Mede distâncias assim como níveis, não obtendo informações de ângulos. As informações são obtidas a partir da visualização pelo aparelho de uma régua que contém um código de barras inscrito. Seu uso depende da iluminação dada para a leitura.

3.2.3. Autorização de Passagem

Definido os locais de levantamento topográfico, deve acordar com proprietários de terras e fazendas os termos de passagem, ou entrar em contato com órgãos responsáveis pela proteção ambiental da região, e conseguir as concessões necessárias à construção da obra pelos locais em estudo.

Toda essa documentação deverá ser anexada ao projeto que futuramente será posto em prática, devendo estar corretamente concedido a construção e as possíveis intervenções na região em questão.

3.2.4. Caderneta Topográfica

Os dados Planimétricos e Altimétrico dados em campo caracterizam o formato do projeto, e a possível diretriz do mesmo. Ao longo desse trajeto os piquetes de locação ficam dispostos em pontos estratégicos que possam caracterizar bem esse direcionamento (ângulos, picos, obstáculos, outros), e todas essas informações são lançadas em cadernetas (papel ou digital).

A equipe deverá abrir picada pelo caminho escolhido, pequenas fendas de passagem pela mata nativa, e dessa forma facilitar o acesso e a implantação dos piquetes necessários à localização da diretriz. Dessa forma facilitando o processo posterior que será o de identificação dos pontos dentro da diretriz que comporão as estruturas do projeto.

3.3. Anteprojeto

De posse das informações contidas na caderneta topográfica da área a ser projetada, e seguindo todas as normas técnicas abordadas pelo programa, inicia-se a elaboração do projeto piloto, o qual será base para a construção da RDR em questão.

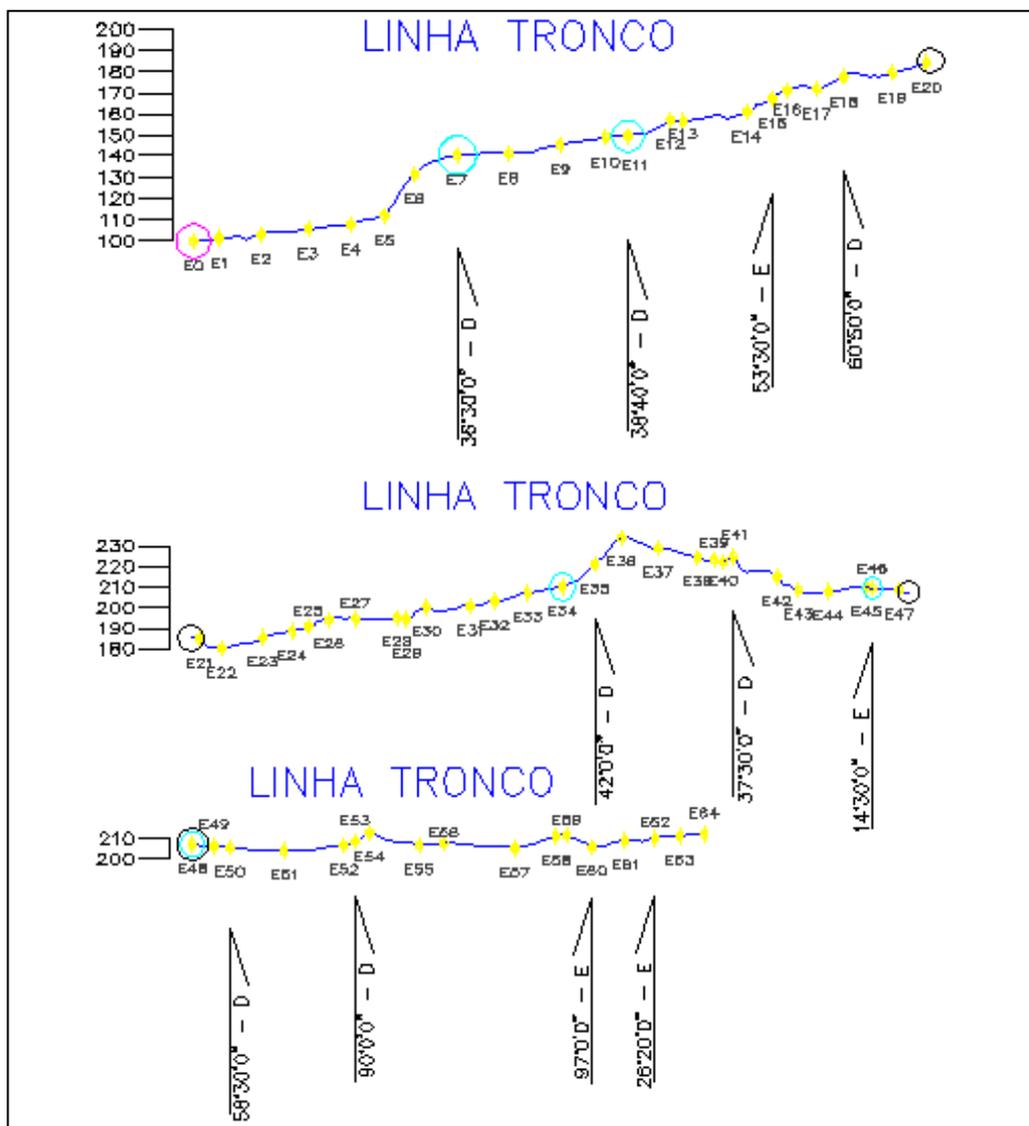
Para iniciar a elaboração do projeto, devem-se transferir as informações obtidas em campo para o ambiente no qual se desenvolverá o projeto. O exemplo mencionado nesse trabalho foi formatado em ambiente AutoCAD, mais usual para designe de RDR, sendo projetadas suas plantas de AT, BT e MC (Alta Tensão, Baixa Tensão e Mapa Chave respectivamente).

3.3.1. Perfil AT (RDR)

A extração das informações da caderneta gera uma composição aproximada do relevo dado na região apresentada. Em processos mais modernos, essas informações estão contidas em aparelhos eletrônicos que fornecem digitalmente os dados para a elaboração do perfil. Na figura 1 abaixo se observa o caso exemplo onde os pontos

topográficos resultaram em um desenho da Linha Tronco (LT) que descreve bem o local a ser projetado, indicando ramais (círculo azul), ângulos (setas), piquetes (ponto amarelo) e demais marcações topográficas (distâncias, nível).

FIGURA 1 – Perfil topográfico da obra Casa Nova e Angical no Município de Itauera – Pi.



FONTE: RDR Casa Nova e Angical, Itauera – Pi.

Na figura proposta podemos observar o formato do relevo que compõe a região, e a localização dos piquetes de levantamento, sendo esses pontos normalmente em ângulos, ramais, elevações, e servirão de guia para a execução da obra. Além da LT (Linha Tronco) existem também informações a cerca do relevo onde se encontram os ramais a serem projetados (Ver Anexo).

3.3.2. Levantamentos complementares

Os casos específicos devem ser bem descritos no levantamento, casos esses que possam vir a alterar os aspectos construtivos do projeto, forçando alterações futuras. Para isso deve-se antecipar a essas ações aplicando-as previamente ao projeto. Dentre elas:

- Posição relativa de edificações, blocos de pedra e suas dimensões.
- Cursos d'água: devendo conter características, direção da correnteza, nível d'água com sazonalidade.
- Terrenos inapropriados para construção: Brejos, pântanos, solos pouco consistentes.
- Vegetação e Cultura: Tipos, disposição em relação á faixa de servidão.
- Divisas de propriedades: cercas, valas, características e quantidades.
- Nome de Proprietário: para melhor localização e cadastramento prévio.

3.3.3. Estudo de Carga

A necessidade encontrada para abastecer os consumidores de uma RDR passa pelas características encontradas do perfil apresentado por esse tipo de consumidor. O estudo de toda a carga que deverá ser alimentada pela nova rede, deve ser acompanhado de um estudo prévio, de forma a minimizar perdas, investimentos, evitar o obsolescência, mantendo a qualidade e a manutenção do serviço.

A análise para o tipo de consumo praticado no PLPT – PI deve partir das informações descritas nos padrões técnicos adotados nesse programa, como mostra a Tabela 1 abaixo.

TABELA 01: Demanda de Consumo aplicada no PLPT – PI.

Nº de Consumidores no Circuito	Demanda por Consumidor (kVA)
1 a 5	0,55
6 a 10	0,45
11 a 15	0,37
16 a 20	0,35
21 a 25	0,33
26 a 30	0,32
31 a 40	0,31
41 ou mais	0,30

FONTE: Manual de Fiscalização, Eletrobrás Distribuição Pi. PLPT 2010.

De acordo com a tabela um consumidor rural típico teria um consumo individual de aproximadamente 550 VA (Volt-Ampere). O que se comprova pelo fato da instalação do kit interno das residências apresentarem em regra três lâmpadas e duas tomadas. Esta tabela citada tem como base de cálculo as demandas individuais utilizando o Fator de Demanda Diversificada dentro de um grupo de consumo, que seria a razão entre a Demanda máxima do grupo pelo número de consumidores. Segundo Gönen (1986) a demanda máxima de um sistema consumidor é a maior demanda dada em um intervalo de tempo específico.

Analisando o caso exemplo, no levantamento foram identificadas as áreas de consumo com suas características. Com isso pode-se visualizar a real necessidade de potência para o correto atendimento na Tabela 02. Os transformadores usados no programa são de no mínimo 5 kVA monofásico ou bifásico, sendo suficiente para alimentar doze residências rurais.

TABELA 02 – Dados de carga Levantados Inicialmente.

ÁREA	DESCRIÇÃO	CARGA (kVA)	TRANSFORMADOR (kVA)
1	1 cons.	0,55	5
2	2 cons.	1,1	5
3	1 cons. 1G.E.	1,1	5
4	1 cons.	0,55	5
5	2 cons.	1,1	5
6	1 cons.	0,55	5
7	2 cons.	1,1	5
8	4 cons.	2,2	5
9	4 cons.	2,2	5
10	2 cons.	1,1	5
11	4 cons.	2,2	5
12	2 cons.	1,1	5
13	1 cons.	0,55	5
14	2 cons. 1G.E.	1,65	5
15	1 cons.	0,55	5
16	1 cons.	0,55	5
17	4 cons.	2,2	5
TOTAL	37 U.C.	20,35 kVA	85 kVA

Cons. – Consumidor, G.E. – Grupo Escolar, U.C. – Unidade Consumidora

FONTE: Projeto RDR Casa Nova e Angical, Itaueira – Pi.

Podemos iniciar a análise de capacidade de carga dada a Potencia Máxima (PotMax) de 20.35 kVA e a Potencia Média (PotMed) de 11.47 kVA (análise de simultaneidade para 37 consumidores dada a Tabela 02 citada). Alguns conceitos básicos podem ser observados em seguida.

- Fator de Carga (F_c) – Indicativo do carregamento do sistema dado pela razão entre a Potência Média de consumo e a Potência Máxima do sistema.

$$F_c = \frac{P_{med}}{P_{max}}$$

- Fator de Utilização (F_u) – Indicativo importante no balanço energético, sendo a relação entre as Potências Média e instalada.

$$F_u = \frac{P_{med}}{P_i}$$

- Fator de Reserva (F_r) – Indicativo da folga proporcionada ao sistema, razão entre a Potência Instalada e a Potência Máxima.

$$F_r = \frac{P_i}{P_{max}}$$

- Fator de Demanda (Fd) – Razão entre a Potência máxima do sistema e a Potência total instalada.

$$Fd = \frac{P_{max}}{P_i} = \frac{F_u}{F_c} = \frac{1}{F_r}$$

- Cálculo de Demanda (D) – Usado para análise da margem de utilização dos níveis de potência necessários ao sistema. Produto entre a potência útil disponível no sistema (kW) e o fator de demanda.

$$D = P \times Fd$$

Essas informações somadas aos dados levantados da área projetada valida a construção da nova rede, a depender da consulta feita junto à concessionária responsável pelo sistema por onde se dará o suporte energético para o novo empreendimento. Em se confirmando a possibilidade do atendimento, a nova rede poderá ser projetada com os recursos disponíveis pela rede existente. Caso contrário deve se procurar novo suporte, ou qualificar o existente para que possa receber as novas cargas.

3.3.4. Análise da Rede

No exemplo abordado verifica-se uma extensão topográfica com aproximadamente treze quilômetros, 37 consumidores divididos em 17 áreas, e com diretriz necessitando de cinco ramais de atendimento. Pela característica apresentada pelas cargas consumidoras, os ramais em questão foram projetados monofásicos e representados pela figura 02.

FIGURA 02-A: Perfil Topográfico dos Ramais 01, 02 e 03

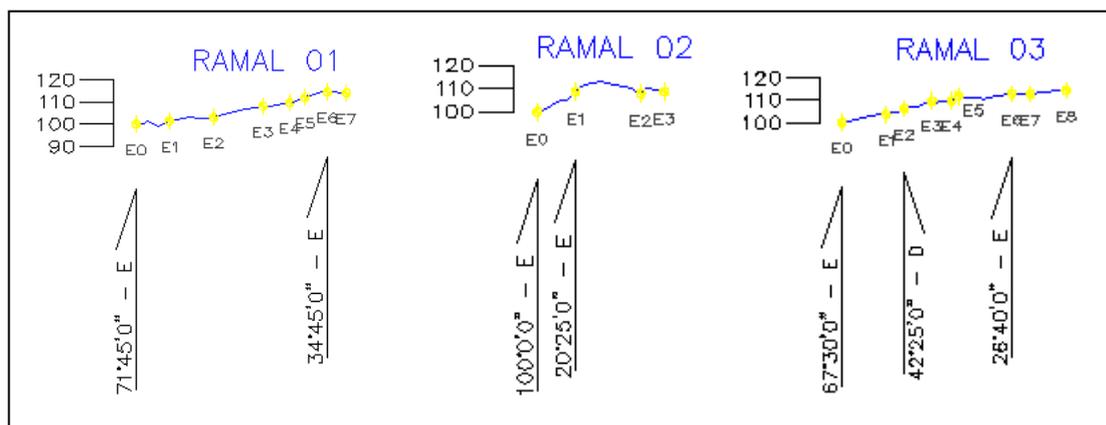
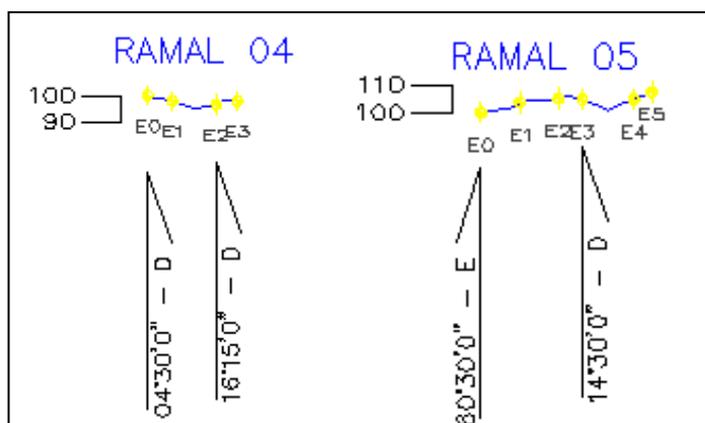


FIGURA 02-B: Perfil Topográfico Ramais 04 e 05



FONTE: Projeto RDR Casa Nova e Angical, Itaueira – Pi

Segundo Piedade Júnior (1983), redes de distribuição com extensão até sessenta quilômetros e com alimentação de até quarenta mil Volts é considerada linhas curtas. No caso exemplo apresentado, a LT (Linha de Transmissão) possui uma diretriz com 9,5 km (13 km somando-se os ramais), no projeto em questão optou-se por fazer 6 km de AT bifásica para melhorar o suporte aos ramais.

Após análise das necessidades, escolhe-se então o tipo de cabo para compor a AT, vislumbrando a corrente do sistema, a extensão da alimentação AT da obra, de forma a termos pouca perda e queda.

TABELA 03 - Relação Tipo de Cabo e Comprimento da Rede

TIPO DO CONDUTOR	EXT. MÁXIMA (KM)
CONDUTOR DE AÇO ALUMINIO 5AWG	5
CONDUTOR DE CU NU 16 mm	20
CONDUTOR DE CU NU 25 mm	40
CONDUTOR DE AL. NU 4AWG-CAA	20
CONDUTOR DE AL. NU 1/0AWG-CAA	40
CONDUTOR DE AL. NU 2/0AWG-CAA	50
CONDUTOR DE AL. NU 4/0AWG-CAA	80

FONTE: Manual de Fiscalização, Eletrobrás Distribuição PI. PLPT 2010.

3.4. Dimensionamento da Rede AT

Nessa etapa do projeto ocorre a implantação dos postes sobre o perfil topográfico de AT, seguindo para isso características do próprio relevo, parâmetros mecânicos, estruturas especiais e normas técnicas envolvidas. Numa primeira etapa é feita a localização dos postes sobre o perfil, aplicando para isso técnicas, bom senso e a experiência adquirida com a prática, respeitando distâncias estabelecidas pela norma adequada ao caso. Em outra etapa temos então o dimensionamento das estruturas conforme normas técnicas aplicadas ao uso de cada poste dentro do projeto. Por fim o projeto é adequado quanto a técnicas de aterramento, equipamentos, condições de passagem e outros.

3.4.1. Distribuição de Postes

Esse processo pode ter auxílio computacional, ou com uso de gabaritos que representam as características de cada tipo de cabo usado na distribuição. Algumas marcações características são tomadas para utilização dessa técnica, sendo:

- Postes em início da LT e início de Ramais – Estruturas onde se encontram as chaves fusíveis para segurança da rede, normalmente dispostas com distância de segurança mínima (vão morto) para facilidade de manobra.
- Ângulos – Para que a Rede de Distribuição acompanhe a diretriz traçada, estruturas devem ser dispostas nos ângulos existentes pelo perfil.
- Travessias – Locais previamente definidos referentes a estradas, vias, obstáculos e demais componentes físicos.
- Áreas de Transformação – Ponto de atendimento a consumidores.
- Postes de Ancoragem – Amarrações feitas ao longo da rede para suporte à tração do cabo elétrico.

Cada tipo de cabo usado possui distâncias regularizadas baseadas no peso e características do material que compõe o cabo. Para o exemplo analisado, e baseado na norma específica, seguimos o uso do cabo observando as Tabelas 04.

TABELA 04: Escolha do Cabo Elétrico para RDR (PLPT – PI)

TIPO DO CONDUTOR	EXT. MÁXIMA (KM)
CONDUTOR DE AÇO ALUMINIO 5AWG	5
CONDUTOR DE CU NU 16 mm	20
CONDUTOR DE CU NU 25 mm	40
CONDUTOR DE AL. NU 4AWG-CAA	20
CONDUTOR DE AL. NU 1/0AWG-CAA	40
CONDUTOR DE AL. NU 2/0AWG-CAA	50
CONDUTOR DE AL. NU 4/0AWG-CAA	80

TABELA 05: Parâmetros Usados para Estruturas de RDR (PLPT – PI). 1) Bifásico/Trifásico 2) Monofásico.

ESTRUTURAS	VÃO MÁXIMO (m)	ÂNGULO	POSTE MÍNIMO (kgf)	ESTAIS (6,4mm)	
				LONG.	TRANSV.
N1	160	0° a 5°	150		Sem Estai
		>5° a 15°			1
N2	160	>15° a 30°	300		1
N4	160	0° a 60°	300	2	1
N3N3	90	>60° a <90°	300	2	
	>90 a 160		500		
N3(1)	90	Fim de linha	300	Sem Estai	
	160			1	
LE	350	0° a 15°	300	2	1
HT	500	0° a 60°	2 x 300	4	1
DN3(2)	90	Derivação	150	1	
	>90 a 180		300		

MONOFÁSICO

U1	160	0° a 5°	150		Sem Estai
		>5° a 15°			1
U2	160	>15° a 30°	300		1
U4	500	0° a 60°	300	2	1
U3U3	<400	>60° a <90°	300	2	
	400 a 500		500		
U3 ⁽¹⁾	100	Fim de linha	300	Sem Estai	
	>100 a 500			1	
DU3 ⁽²⁾	100	Derivação	150 300	1	
	>100 a 500				

FONTE: Manual de Fiscalização, Eletrobrás Distribuição PI. PLPT 2010.

Para o caso exemplo em questão, analisou o uso do cabo de Alumínio com alma de Aço, com bitola (espessura) para quatro AWG, adequada para o projeto em questão.

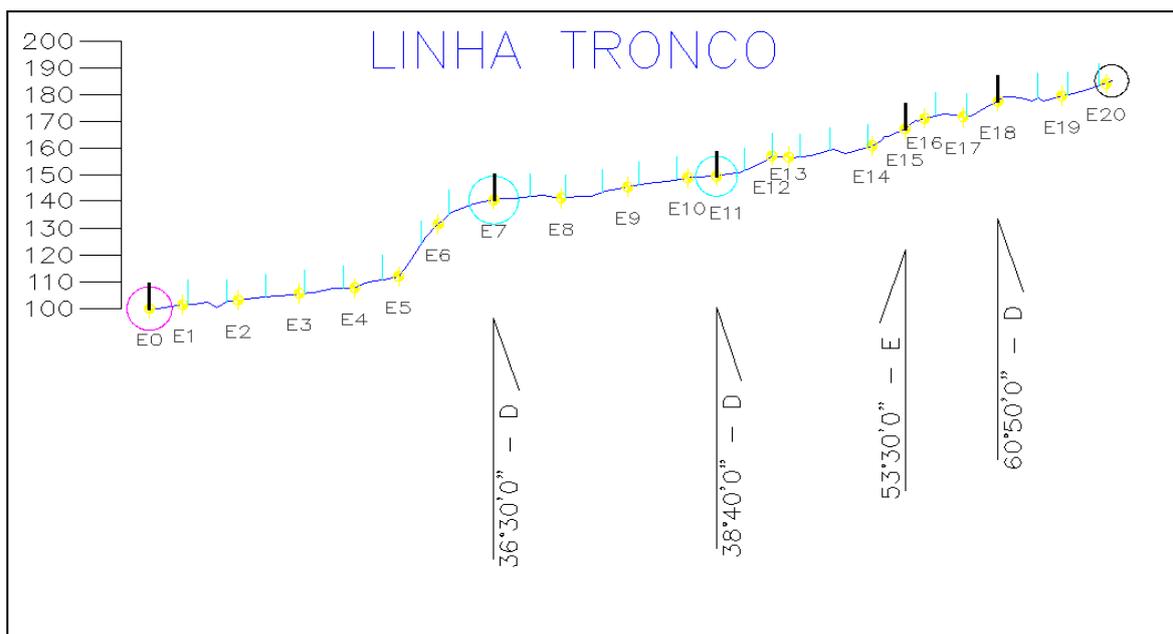
Pode-se aplicar o conceito de Vão Regular, que segundo Piedade Júnior (1983, p.60) “... é o vão teórico que assegura as características de tensão mais adequadas ao longo de uma série de vãos...”, podendo ser descrito pelo seguinte equacionamento:

$$V. reg = V_{méd} + \frac{2}{3}(V_{max} - V_{méd})$$

Ou ainda se utilizar de programa computacional que lança vãos médios na medida da necessidade encontrada pelo perfil desenhado. O E-RURAL é um exemplo desses aplicativos utilizado em ambiente AutoCAD e desenvolvido por Eduardo Fernal (Arquiteto). Esse aplicativo possui ferramentas que ajudam o projetista de RDR elaborar projetos com boas características construtivas.

A dinâmica envolvida nesse procedimento pode ser observada pela Figura 03 a seguir. Primeiramente se definem os pontos fixos de implantação, normalmente poste de derivação (ou poste com grupamento de chave fusível), derivação de ramais, área de transformação (colocação de transformador), ângulos e pontos de necessitem de estruturas especiais (picos elevados, depressões, obstáculos naturais, outros). O ponto E0 contém a derivação, enquanto os pontos E7 e E11 derivam para ramais e os pontos E15 e E18 possuem ângulos.

FIGURA 03: Lançamento dos postes Sobre o Perfil Topográfico.



FONTE: Projeto RDR Casa Nova e Angical, Itauera – PI

3.4.2. Cabeamento

Procedimento que reproduz os efeitos causados pelo peso e temperatura sobre os cabos elétricos utilizados para todos os vãos dimensionados. Baseado em cálculos de dependem da composição do material usado no cabo, assim como da temperatura de operação do mesmo.

Devem ser observados definições e problemas referentes a esta prática, muitos dos quais apresentados pela vivência do projetista e do acúmulo de conhecimentos técnicos construtivos adquiridos no exercício da atividade. Podemos apontar problemas como:

- Catenária – Curva descrita pelo cabo suspenso por suas extremidades em decorrência do seu peso exercido uniformemente. Essa curva pode ser descrita pela forma cartesiana:

$$y = \frac{a}{2} \times \left[e^{\frac{x}{a}} + e^{-\frac{x}{a}} \right]$$

- Cabo Baixo – Problema apresentado quando a distância entre postes está longa demais em relação às condições do relevo, o que acarreta em deflexão muito acentuada do cabo, aproximando-se do solo.
- Arrancamento – Apresentado quando entre dois postes existe um terceiro poste sem necessidade, e o arco, proporcionado pelos dois extremos, força essa estrutura para cima.

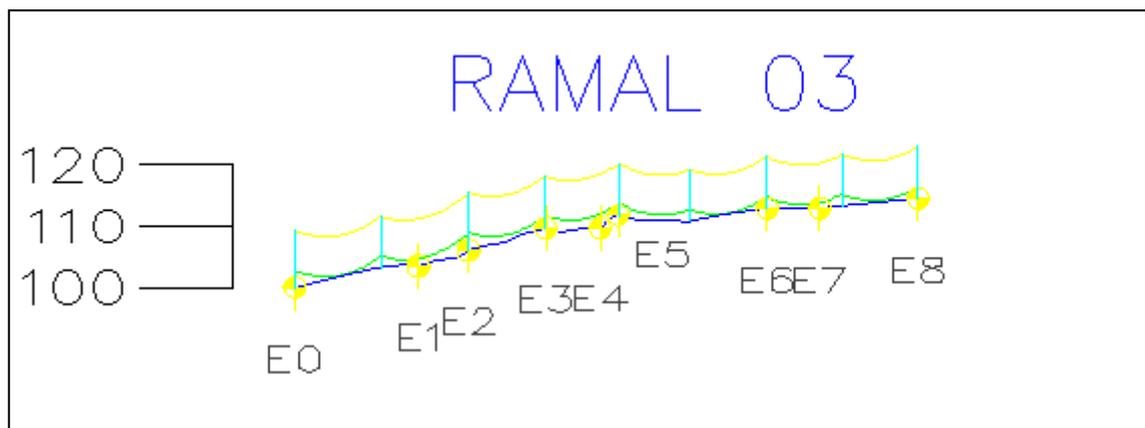
Para tanto, projetistas se utilizam de gabaritos especializados, normalmente fornecidos por fabricantes de cabos, ou de programas com aplicativos que calculam uma aproximação parabólica do formato do cabo.

A análise utilizada nos gabaritos consiste na análise de três curvas, à temperatura de 50 °C, paralelas, tendo as seguintes distâncias entre elas:

- Curva do condutor a 50°C em função do vão.
- Afastamento do condutor em relação ao solo.
- Curva relativa à profundidade dos postes. 1,80 metros distantes da anterior.

Temos também a chamada curva fria, que é tida pela menor temperatura no meio ambiente local à obra. A curva mínima de afastamento de segurança relativa ao solo deve somente no mínimo tangenciar o perfil indicado para o local.

FIGURA 04: Cabeamento aplicando E-RURAL (AutoCad).



FONTE: Projeto RDR Casa Nova e Angical, Itaueira – PI

3.4.3. Estruturas

Nessa etapa o projetista já possui uma noção de qual estrutura está associada a cada poste projetado. Características descritas como na Tabela 5 mencionada no item anterior, indica o tipo de estrutura conforme distâncias, ângulos e esforço. Assim como o uso de estais, que são estruturas que reforçam a tração à força de arraste lateral do cabo.

3.4.4. Aterramentos de Cerca

Na descrição do levantamento topográfico, as cercas existentes ao longo da rede projetada deverão seguir algumas regras para seu aterramento, mantendo assim a segurança de usuários na ocorrência de quebra de cabo ou queda da rede. No projeto elaborado deverão ser indicados os aterramentos de cercas que se encontrarem a uma distância menor que vinte metros da linha, a saber:

3.4.4.1. Cerca Paralela à Rede sem alcance de Transformador

- Distância até 3,5 metros da rede – devendo possuir aterramento e seccionamento a cada 50 metros enquanto houver paralelismo com a rede projetada.
- Distância entre 3,5 a 20 metros da rede – devendo ser aterradas e seccionadas a cada 200 metros enquanto houver paralelismo com a rede.

FIGURA 05: Aterramento Cerca Paralela à Rede



FONTE: Manual do Fiscal, Eletrobrás Distribuição Piauí, 2010

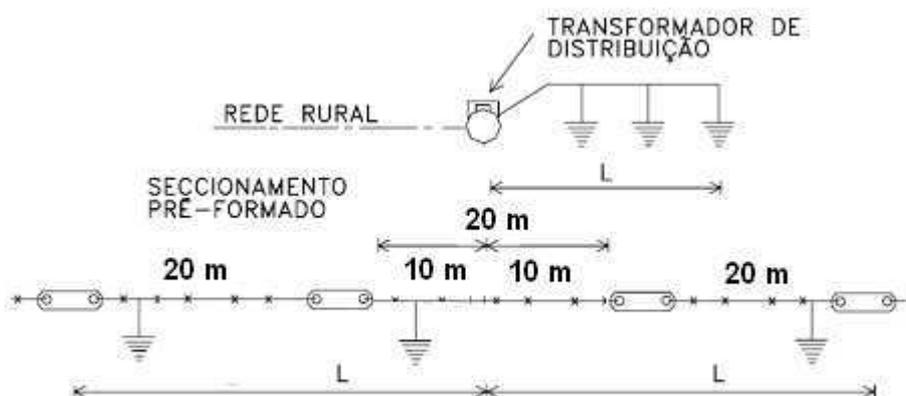
3.4.4.2. Cerca Transversal à Rede sem alcance de Transformador

Neste caso deve-se aterrar o ponto de cruzamento da cerca com a rede, e realizar o seccionamento 20 metros para cada lado. Devendo-se realizar esse aterramento em todas as cercas transversais, mesmo antes de encontrarem com cercas paralelas.

3.4.4.3. Cerca Paralela à Rede e ao aterramento do Transformador

Ao redor de pontos de instalação do transformador as cercas deverão ser seccionadas num trecho de 20 m (10 m para cada lado do ponto de maior proximidade com o transformador) e em trechos máximo de duas vezes a maior dimensão do aterramento (simetricamente à configuração). Nos seccionamentos acima referidos, o aterramento da cerca deverá ser realizado num ponto mais distante do aterramento do transformador (pelo menos afastado a uma distância superior ao tamanho da haste usada na malha), conforme figura 06.

FIGURA 06: Aterramento com influencia da malha paralela do Transformador.

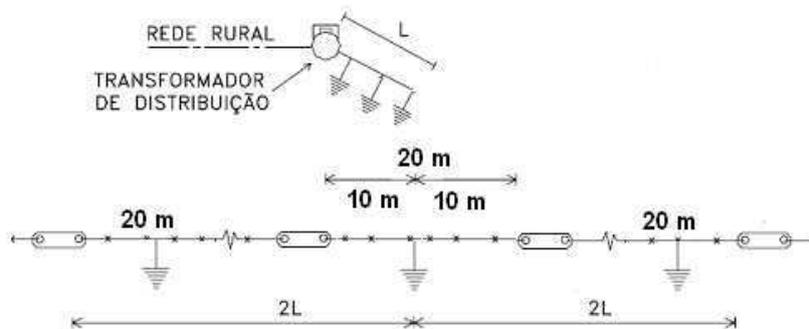


FONTE: Manual do Fiscal, Eletrobrás Distribuição Piauí, 2010

3.4.4.4. Cerca Paralela à Rede e aterramento do transformador transversal.

Caso o aterramento do transformador tenha a configuração dirigida à cerca, as mesmas deverão ser seccionadas num trecho de 20 m (10 m para cada lado do ponto de maior proximidade com o aterramento do transformador) e em trechos máximo de duas vezes a maior dimensão do aterramento (simetricamente à configuração). Nos seccionamentos acima referidos, o aterramento da cerca deverá ser realizado num ponto mais distante do aterramento do transformador (pelo menos afastado a uma distância superior ao tamanho da haste usada na malha), conforme figura 07.

FIGURA 07: Aterramento com influencia da malha direcionada do Transformador.

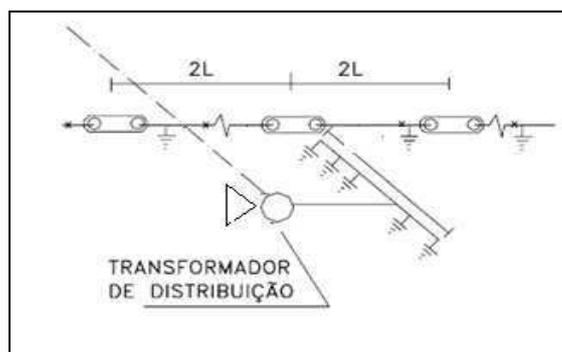


FONTE: Manual do Fiscal, Eletrobrás Distribuição Piauí, 2010

3.4.4.5. Cercas Transversais a RDR com aterramento do Transformador paralelo ou convergindo para a cerca

Ao redor de pontos de instalação do transformador, e na situação de configurações de aterramentos paralelos ou convergindo para as cercas (Figura 08 a seguir), são válidas as práticas anteriormente mencionadas, observando-se, porém, e este fato é importante, que se deverá sempre aterrar os seccionamentos.

FIGURA 08: Cerca com malha do transformador paralela/convergindo



FONTE: Manual do Fiscal, Eletrobrás Distribuição Piauí, 2010

3.4.5. Chaves Fusíveis e Transformadores.

Alguns parâmetros são seguidos para a instalação de chaves fusíveis e transformadores, todos os dados relevantes são utilizados pela Eletrobrás Distribuição Piauí nos projetos do PLPT.

3.4.5.1. Chaves Fusíveis

Esses equipamentos fazem o papel de proteção do sistema ligado a ele, de forma a abrir o circuito quando da ocorrência de uma falta ou descarga acima dos níveis normais do circuito. Desta forma, o fusível que acompanha a chave, permanece ligado em série com o circuito, até o momento quando por ele passa um nível de corrente acima do dimensionado, fazendo com que haja o rompimento do material, abrindo conseqüentemente o circuito.

Temos aplicações das chaves fusíveis em inícios de rede, ramais, transformação do sistema (trifásico para bifásico, bifásico para monofásico), continuações de rede, transformadores. Podendo ser analisado para os dois casos principais, em ramais e em transformadores.

- Uso em Ramais

Assim como mencionado, as chaves fusíveis possuem aplicação no início de redes e ramais, e para tanto, precisa-se utilizar um parâmetro para dimensionamento do fusível que compõem o kit. A escolha é feita de acordo com a capacidade do sistema que se queira proteger, admitindo a carga instalada no sistema e o nível de tensão aplicado.

A tensão usada na rede é conhecida e dimensionada desde o início do levantamento, partindo do conhecimento do suporte existente. A carga a ser protegida parte do princípio da quantidade de cargas deverá ser incluída para o trecho coberto por essa chave. Um ramal por exemplo, teria toda a carga presente nele condicionada ao dimensionamento da chave. Desta forma podemos acompanhar a seguir a Tabela 06 que traz definições a cerca do anunciado.

TABELA 06: Dimensionamento do Fusível de Proteção.

TENSÃO	7,97 kV	19,91 kV	13,8 kV	34,5 kV			
CARGA (kVA)	ELO	CARGA (kVA)	ELO	CARGA (kVA)	ELO		
3 - 45	6K	3 - 39	2EF	15 - 75	6K	15 - 45	2EF
48 - 63	8K	42 - 57	3EF	90 - 135	8K	60 - 120	3EF
51 - 78	10K	60 - 99	5EF	150 - 180	10K	135 - 180	5EF
81 - 93	12K	102 - 138	7EF	195 - 240	12K	195 - 300	7EF
				255 - 285	15K	315 - 420	10EF
				300 - 345	20K	435 - 600	15EF
				360 - 465	25K	615 - 900	20EF
				480 - 585	30K	915 - 1200	25EF
				600 - 705	40K		
				720 - 945	50K		
				960 - 1185	65K		

FONTE: Manual de Fiscalização, Eletrobrás Distribuição PI. PLPT 2010.

- Uso em Transformadores

A chave fusível que provirá a segurança da área de transformação corresponde à chave do tipo C, sendo instalada no mesmo poste (cruzeta de 900 mm –mono; 1900 mm – bif. ou trif.), podendo ser instalada no início do ramal, caso este tenha comprimento de até 200 metros e com a subestação visível do ponto de instalação da chave.

A seguir descrevem-se pelas tabelas 07 (a e b) as características empregadas para o uso em áreas de transformação das chaves fusíveis.

TABELA 07: a – Característica Chave ; b – Dimensionamento do Fusível

a)			b)				
Tensão da rede (KV)	34,5	13,8	(kV)	7,97	19,91	13,8	34,5
Tensão Nominal (KV)	38	15	(kVA)				
Corrente Nominal (A)	100	100	MONOFÁSICOS				
N. B. I. (KV)	125	125	5	1H	1EF	1H	-
Corrente de interrupção assimétrica (A)	5.000	10.000	10	2H	1EF	1H	-
			15	3H	1EF	1H	-
			TRIFÁSICOS				
			10	-	-	1H	-
			15	-	-	1H	1EF
			30	-	-	2H	1EF
			45	-	-	3H	1EF
			75	-	-	5H	2EF

FONTE: Manual de Fiscalização, Eletrobrás Distribuição PI. PLPT 2010.

3.4.5.2. Transformadores

Dimensionados conforme a carga a ser atendida, levando em consideração um horizonte de dez anos de crescimento de carga, o transformador é instalado ao longo da rede de distribuição, na Linha Tronco, Ramais e final de linha, locais onde normalmente encontramos áreas de consumo.

Não aconselhável sua instalação em estruturas que estejam construídas em pontos do sistema com angulação maior que 60° (N3N3, U3U3, derivações) a fim de facilitar manutenção e manter um nível de segurança para o local.

A malha de aterramento associada obrigatória em locais onde o transformador irá ser instalado, deve alcançar níveis de resistividade de solo que favoreçam o escoamento de cargas originadas pelo sistema. A Tabela 08 abaixo exprime esses níveis que deverão ser obedecidos na construção da malha de aterramento conforme características em projeto.

TABELA 08: Níveis de aterramento para malha de Transformador.

Potência (kVA)	Resistência (Ω)			
	7,97 kV	19,9 kV	13,8 kV	34,5 kV
5	40	100	25	25
10	20	50	25	25
15	14	35	25	25

FONTE: Manual de Fiscalização, Eletrobrás Distribuição PI. PLPT 2010.

Os para raios, equipamentos utilizados em associação com os transformadores, são empregados na mesma estrutura, e sendo do tipo distribuição (válvula ou polimérico). Uso em estrutura com transformador, regulador, religador, capacitor, derivação de ramal subterrâneo, entrada ou saída de subestação e em RDR(s) em situação expressa, tipo trifásica, em espaçamento máximo de 10 quilômetros. Os tipos acompanham o nível de tensão aplicada ao sistema e seguem as normas ABNT.

3.4.6. Travessias

As travessias podem ser em Rodovias, Ferrovias, Rios e Canais, outras LT's. Observando cada uma delas abaixo.

- Rodovias

Apresentar no projeto as condições de passagem pela via, com distâncias e alturas usadas para o local da travessia. A mesma deverá ser com a menor distância possível, de preferência utilizando estruturas com ângulo próximo a 90°. Utilização de postes com altura suficiente para possibilitar o fluxo de veículos normalmente. Definir local onde se encontra a melhor situação para travessia, nunca num ponto de elevação do pavimento.

- Ferrovias

Devem ser indicadas as principais dimensões cotadas no projeto para o local da travessia. Indicar o quilômetro exato onde ocorrerá a travessia para melhor localização referencial. Estipular dados de altura e flecha máxima para o local. Deverá ser com a menor distância possível, de preferência utilizando estruturas com ângulo próximo a 90°, não devendo ser inferior a 60°. O ponto de deflexão da rede deve ser de no mínimo 29 metros do eixo da ferrovia.

- Rios e Canais

Na data do levantamento topográfico devem ser considerados os níveis limites de água para o local da travessia. Observar se o rio é navegável e a altura alcançada em momentos de cheia. Para a análise da distancia (D) entre os condutores e a lâmina d'água é feita pela equação:

$$D = H + 2$$

Onde H é a altura máxima de embarcação proveniente do local navegado.

- Linhas Existentes

Essa travessia de linhas de transmissão de energia deve obedecer a regra de acordo com os níveis de tensão envolvidos:

- De 0 a 1000 Volts: $d = 1,00 + 0,0008 \times \frac{V1+V2}{2}$
- De 1000 a 15000 volts: $d = 1,8 + 0,0008 \times \frac{V1+V2}{2}$

Sendo:

d = distância em metros;

V_1 e V_2 = Tensão composta das linhas cruzantes.

Em cruzamento com linhas de comunicação deve ser observado as características:

- De 0 a 1000 Volts: $d = 1,00 + 0,0008 \times V$
- De 1000 a 15000 volts: $d = 1,8 + 0,08 \times V$

3.5. Dimensionamento Rede BT

A rede de Baixa Tensão assim denominada é a região do circuito após o transformador, ao qual se conecta o secundário para distribuir Tensão e Corrente a níveis de consumo final. Tal rede é composta por postes de concreto, ferragens, isoladores, aterramentos e o conjunto interno de consumo (medidor, lâmpadas, tomadas).

O projeto da BT é executado em escala horizontal de 1:5000 (1 mm => 5m), e contém parte da AT projetada para o local de transformação, normalmente contendo apenas o poste de alta indicando o transformador. E desta forma, tem-se saindo desse poste uma rede (cabo 4 AWG CA) podendo esta ser monofásica (fase-neutro), bifásica (fase-fase-neutro) e trifásica (fase-fase-fase-neutro), a depender do consumidor final a quem se destina.

Para não termos grande queda de tensão para os consumidores mais afastados, pode-se definir uma área de atuação máxima para cada transformador, sendo em torno de 400 metros no somatório de cada vão até o último consumidor. Devendo, portanto o transformador estar localizado em um ponto central da área de transformação para que possa maximizar sua utilização.

3.5.1. Tipo de Ligação (Consumidor)

O perfil de consumo dos usuários de uma RDR está em patamares de baixo consumo, isso leva a ter facilidade no atendimento, normalmente sendo em circuito monofásico. Mas podendo ter uma bomba bifásica ou trifásica, ou mesmo uma grande concentração de consumidores, forçando o melhor dimensionamento da rede. O Quadro 01 a seguir descreve as características desses consumidores atendidos pelo PLPT no estado do PI.

QUADRO 01: Perfil Consumidor BT – PLPT Piauí.

PADRÃO LIGAÇÃO		INSTALAÇÃO INTERNA	
ATENDER	NÃO ATENDER	ATENDER	NÃO ATENDER
RESIDENCIA	CASA DE FARINHA PARTICULAR	RESIDENCIA MONOFASICA (ATÉ 3 PONTOS DE LUZ E 2 TOMADAS)	RESIDENCIA BIFASICA OU TRIFASICA
ESCOLA	POÇO PARTICULAR	ESCOLA (TODOS OS CÔMODOS)	POÇO COMUNITARIO
POSTO DE SAÚDE	BAR (REDE EXCLUSIVA)	POSTO DE SAÚDE (TODOS OS CÔMODOS)	
CASA DE FARINHA COMUNITARIA	IGREJA (REDE EXCLUSIVA)	CASA DE FARINHA COMUNITARIA (TODOS OS CÔMODOS)	
CASA DE BENEFICIAMENTO COMUNITARIA	CURRAL	CASA DE BENEFICIAMENTO COMUNITARIA (TODOS OS CÔMODOS)	
POÇO COMUNITARIO	COMERCIO EM GERAL		
ASSOCIAÇÃO COMUNITARIA	INDÚSTRIA		

FONTE: Manual de Fiscalização, Eletrobrás Distribuição PI. PLPT 2010.

O cabo usado para a distribuição em BT é o cabo 4 AWG CA (alumínio) e para alimentação do ramal para o consumidor usando o fio 4 mm².

3.5.2. Estruturas e postes de BT

Para o atendimento esperado, devem ser aplicadas de forma correta as estruturas correspondentes a cada uso. Cabendo observar distâncias dos vãos, posicionamento referencial e normas construtivas.

As estruturas existentes para a rede de BT classificam quanto ao número de fases presentes no circuito, e quanto à forma de colocação ao topo do poste de concreto e uso.

- Fases
 - Monofásico S2 – Possuindo apenas duas pernas (fase e neutro) usadas para fornecimento geral (pequenas cargas).
 - Bifásico S3 – Possuindo três cabos equidistantes (fase, fase e neutro) usadas para abastecimento de bombas d'água, equipamentos bifásicos.
 - Trifásico S4 – Composto-se de quatro pernas (três fases e neutro) usadas apenas em casos especiais como atendimentos à assentamentos, ou grandes aglomerados.
- Fixação - As estruturas de BT podem ter duas características definidas como Amarração e Passagem. E ainda podendo ser comum ou especial.

- Amarração – tipo de estrutura capaz de suportar maior tensão mecânica, normalmente usada em início e final de rede, ou ainda em estruturas com derivações. Ex: S2A, S3A.
 - Passagem – Menor esforço exigido, sendo posicionado lateralmente ao poste de forma a somente segurar o peso do cabo. Ex: S2P.
 - Especial – atribui-se essa denominação à estruturas de Amarração e Passagem que possuem vão especiais, com distâncias superior a 50 metros.
- Consumidor – Estrutura que faz a ligação da rede de BT com o medidor e conseqüentemente com a instalação do consumidor. Ex: S2D

Todos os postes devem possuir uma face livre (sem estruturas) para facilitar a operação e futuras manutenções. Os postes de BT possuem normalmente nove metros de altura, e suportam esforço de 150 a 300 kgf (quilograma força).

3.5.3. Aterramentos

Os aterramentos para a BT estão compreendidos em aterramento de postes, rabichos e consumidores, e em cercas presentes ao longo da rede. No caso dos aterramentos de cerca seguem as normas explicitadas no item de AT.

Os postes de BT posicionados logo após os transformadores devem possuir aterramento das estruturas envolvidas (Passagem ou Amarração), e a cada 200 metros de linha e no final da rede. Além do final de rede, o consumidor deverá ter seu medidor conectado à terra por meio de haste apropriada.

3.5.4. Normas para projeto BT.

Projetar na rede de baixa tensão vão máximo de 50 metros para monofásico S2 e 70 para monofásico S2E, em condutor de alumínio 4AWG-CA os postes serão do tipo 9-150 e 9-300, sendo quando for derivação e final de rede vão morto não superior a 60 metros poderá utilizar poste 9-150.

Projetar na rede de baixa tensão vão máximo de 50 metros para bifásico S3 em condutor de alumínio 4AWG-CA, os postes serão do tipo 9-150 e 9-300, sendo nas amarrações e final de rede utilizar poste 9-300.

Projetar na rede de baixa tensão vão máximo de 50 metros para trifásico S4 em condutor de alumínio 4AWG-CA, os postes serão do tipo 9-150 e 9-300, sendo nas amarrações e final de rede utilizar poste 9-300.

Projetar na rede de baixa tensão vão máximo de 50 metros para monofásico S2 e 70 para monofásico S2E, em condutor de cobre nu 10mm² os postes serão do tipo 9-150 e 9-300, sendo quando for derivação e final de rede vão morto não superior a 60 metros poderá utilizar poste 9-150.

3.6. Cálculo de Perda e Queda (Potencia e Tensão)

A análise feita aqui compreende em uma parte importância de projeto, principalmente para projetos de grande extensão, havendo grande interesse nos dados fornecidos por essa análise a fim de manter bons níveis de Potencia e Tensão no novo sistema.

3.6.1. Cálculo das Perdas Elétricas

Dado uma RDR foco deste trabalho, podemos analisar as perdas envolvidas em duas partes: Perdas na LT (Linha Tronco); e as perdas nos ramais.

- Linha Tronco – Sendo: L = comprimento da LT (km); Rt = Resistência do condutor utilizado (ohm/km); Ia = corrente no início do alimentador (A); N = tipo de sistema (3 – trif, 2 – bif, 1 – mono).

$$P = N \times \frac{8}{15} \times L \times Rt \times Ia^2 \times 10^{-3} (kW)$$

- Ramais
 - A perda de potência por fase, em circuito de comprimento l, densidade de carga uniforme e distribuição retangular:

$$P = \frac{1}{3} \times l \times R \times I^2$$

- A perda total (Pt – em kW)

$$Pt = 2 \times \sum_{i=1}^N \left(\frac{Ai}{2} \times d \times K_3 \right)^2 \times \frac{Li}{2} \times Rr \times \frac{1}{3} \times 10^{-3}$$

Onde:

- d = densidade de carga (MVA/km²)
- Rr = resistência do condutor (ohm/km)
- Li = comprimento do ramal i (km)
- Ai = Área de influencia do ramal (km²)
- K₃ = coeficiente em função do Ramal:
 - $K_3 = \frac{10^6}{V}$, ramal trifásico;
 - $K_3 = \frac{10^6 \times \sqrt{2}}{V}$, ramal bifásico;
 - $K_3 = \frac{10^6 \times \sqrt{6}}{V}$, ramal monofásico;

3.6.2. Cálculo da Queda de Tensão

A queda de tensão proporcionada pela circulação da corrente elétrica pelos condutores da rede deve seguir valores máximos admissíveis para ainda termos uma boa qualidade da energia distribuída pelo sistema. Uma queda tida entre quatro e cinco por cento do total para os circuitos de distribuição rural. A seguir análise para circuitos trifásicos e monofásicos.

- Circuito Monofásico – Sendo: R = resistência (ohm/m); l = comprimento (m); I = corrente (A); cos ψ = fator de potência.

$$\Delta V = 2 \times R \times l \times I \times \cos \psi$$

- Circuito Trifásico – A resistência de 1 m de cabo = $\rho \times \frac{1}{S}$

$$\Delta V = \sqrt{3} \times \rho \times \frac{l}{S} \times I \times \cos \psi$$

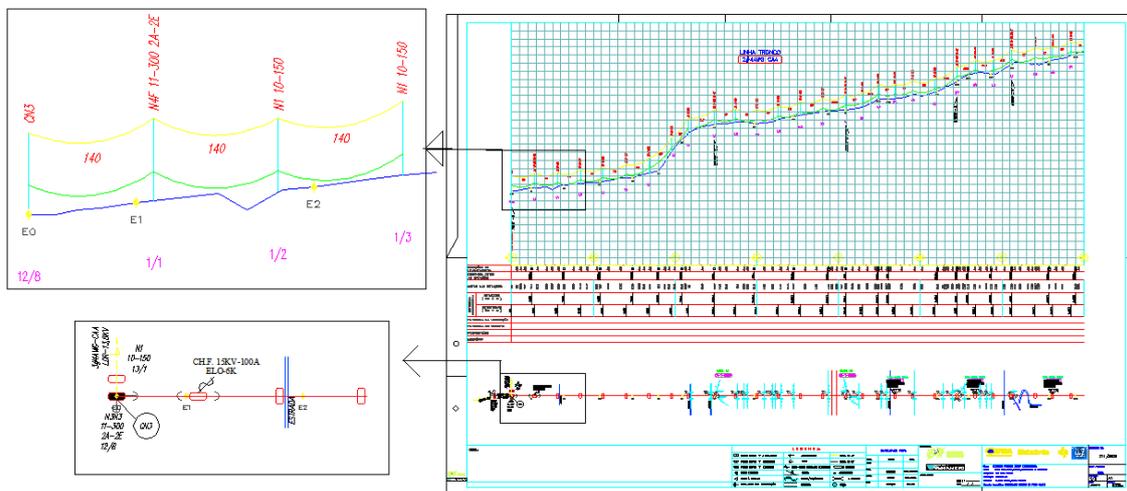
3.7. Projeto Executivo

Como já foi mencionado anteriormente o projeto executivo de uma RDR compreende as plantas Perfil de Alta Tensão, Baixa Tensão (Transformação), Mapa Chave e orçamento.

3.7.1. Perfil AT

Após o uso de todas as práticas de projeto investidas durante as explicações contidas neste trabalho, tem-se a elaboração das pranchas (papel projeto) contendo todas as características descritivas do mesmo. Normalmente em formato A1 (594 X 841 mm) e com escala vertical 1:500 e horizontal de 1:5000. Como apresentado pela Figura 09, que retrata uma prancha perfil da Linha Tronco do projeto Casa Nova e Angical do Município de Itauera – PI, onde temos ampliado o trecho inicial para melhor visualização.

FIGURA 09: Representação da Rede de AT pela Planta Perfil – Detalhes Visão Sup. e Inf.



FONTE: Projeto RDR Casa Nova e Angical, Itauera – PI

Na ampliação exibida anteriormente na figura, observa-se na parte superior a presença dos postes, identificados pelo “*barramento*” (numeração típica de projetos de distribuição, que conta a quantidade de postes a cada quilômetro de rede), apresentando no projeto as distâncias correspondentes e qual estrutura encontra-se em cada poste.

A nomenclatura utilizada para descrever o tipo de estrutura existente segue a seguinte ordem:

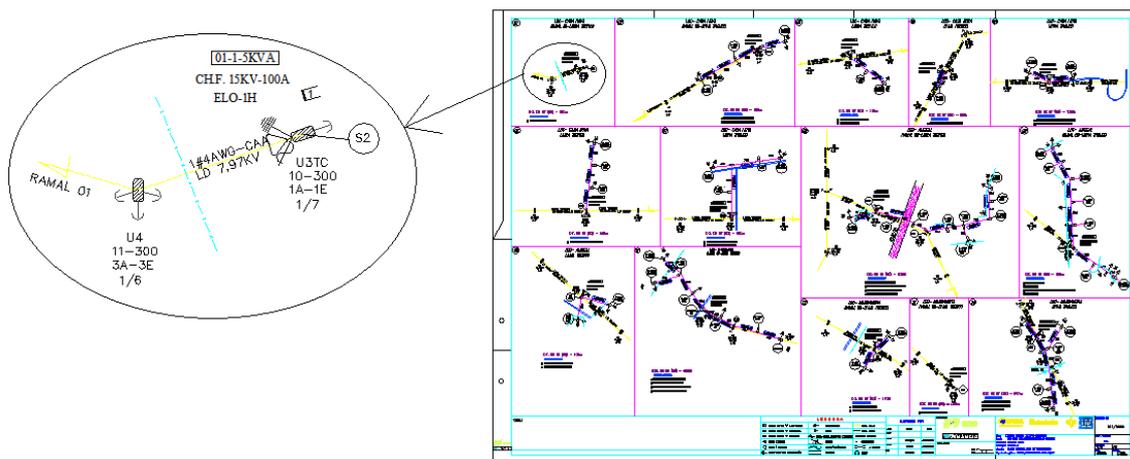
ESTRUTURA+EQUIPAMENTO – POSTE – ESTAI
(tipo) + (Transf., chave) *(Altura-esforço)* *(Caso Exista)*

Na parte inferior temos a representação dos postes e equipamentos (transformadores, chaves, estais) com uma visão aérea da obra. Aqui são representados obstáculos encontrados pelo caminho da rede (vias, mananciais, vegetação, outros).

3.7.2. Baixa Tensão – Área de Transformação.

Dividida por áreas de transformação. Possui uma área para cada transformador existente na rede de AT. Normalmente produzida com escala 1:5000, define todos os detalhes que envolvem a Baixa Tensão (Equipamentos, distâncias, consumidores, cercas, estradas, outros), como pode-se observar na Figura 10 a seguir.

FIGURA 10: Planta de Baixa Tensão – Detalhe Área 1



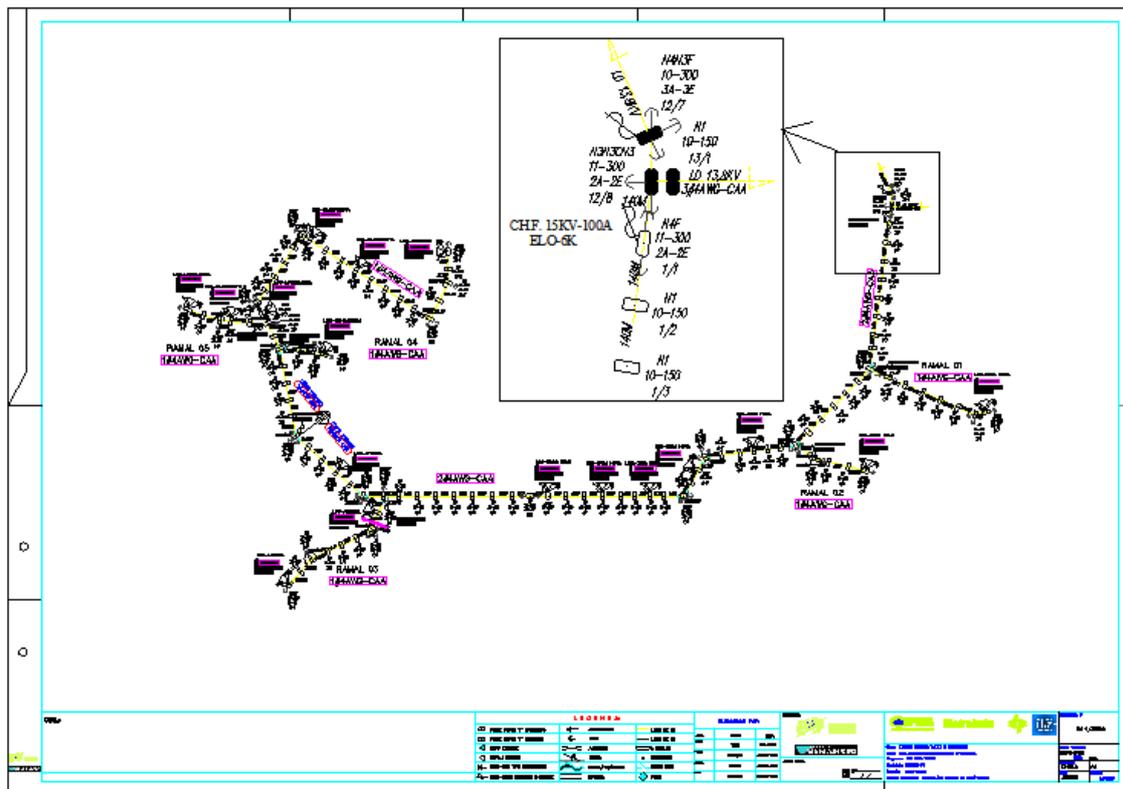
FONTE: Projeto RDR Casa Nova e Angical, Itaqueira – PI

3.7.3. Mapa Chave

Prancha Projeto que reproduz através de uma visão superior da RDR, toda a Rede de AT, os ângulos existentes, as estruturas utilizadas, as distâncias entre cada poste da rede e os locais das áreas de transformação devidamente localizadas através dos nomes de cada localidade.

Por ser uma representação mais abrangente e que condensa muitas informações, acaba por não representar detalhes locais como cercas, estradas, e demais obstáculos referenciados nas outras folhas do projeto. Normalmente projetado com escala de 1:10.000, afirmando o que havia sido comentado. Na Figura 11 descrita a seguir, temos um exemplo de Mapa Chave, chamando atenção para o detalhe do início do projeto de onde a Rede está sendo alimentada (postes pintados existentes).

FIGURA 11: Mapa Chave – Detalhe: Disposição sequenciada, visão Sup.



FONTE: Projeto RDR Casa Nova e Angical, Itaueira – PI

3.7.4. Orçamento

Somatório de todos os equipamentos, estruturas, cabos, postes, componentes e demais materiais utilizados na obra projetada. Normalmente processada no formato de planilha Excel, e possuindo informações de extensões de AT e BT, consumidores, e a mão de obra calculada conforme os dados inseridos na mesma.

O projeto resultante da união de todas as pranchas citadas, mais a caderneta contendo as informações topográficas, e mais o orçamento gerado a partir do projeto resultam o projeto executivo que será posto em aprovação pela Contratante e logo em seguida iniciada a construção.

4. Aplicação do Projeto

Após a elaboração e a aprovação do projeto, ele é então utilizado para o processo construtivo, seguindo etapas até a entrega da obra pronta para a contratante.

4.1. Locação

De uma cópia do projeto aprovado, uma equipe especializada composta por profissional topográfico e equipe de apoio se deslocam para o local da obra. Assim tudo o que está projetado será marcado em campo através de estacas de locação.

As estacas de locação possuem as marcações de cada item do projeto (poste, estrutura, componentes) que possam informar à equipe de construção o ponto exato (medido por aparelhos) de cada estrutura.

4.2. Abertura de Faixa de Servidão

Podendo ser aplicado simultaneamente à locação, essa atividade prevê pequenas aberturas na vegetação local, afastando-a a uma distância apropriada para a construção da RDR, que para os níveis analisados nesse trabalho deverá ser de 10 metros de comprimento, tendo a rede localizada ao centro (5 metros para cada lado).

A equipe responsável por essa atividade deverá proporcionar as mínimas condições de acesso para as equipes de construção que iniciarão as atividades construtivas.

4.3. Construção

A construção inicia-se pela escavação dos locais indicados pelo locador, correspondente a cada tipo de estrutura. Logo após tem-se a implantação dos postes, a colocação dos equipamentos e materiais isoladores, e em seguida o lançamento dos cabos definidos para cada trecho da obra.

Também são instalados os kits internos, que são as instalações internas dos consumidores da obra. E a correta implantação dos aterramentos existentes no projeto, obedecendo as normas descritas no mesmo.

4.4. Entrega da Obra

Após a finalização construtiva ocorre a ligação da nova rede na rede existente interligando os novos consumidores. Alterações e mudanças ocorridas durante a construção (“AS BUILT”) são então repassadas ao projeto inicial, que terá as devidas

alterações e será novamente orçado, agora com o que de real se construiu em campo. Dessa maneira a fiscalização da contratante exige a entrega do projeto e orçamento com as devidas alterações, georeferenciados, sendo para isso necessário uma boa Supervisão da obra a medida que está sendo construída.

O georeferenciamento é a atividade de localizar através de coordenadas globais a posição dos componentes do projeto (estruturas, cercas, consumidores). Uma nova concepção de projeto está sendo desenvolvido no sentido de aperfeiçoar todas as atividades precedentes, mas principalmente essa etapa de fechamento de obra, muito importante no sentido econômico para a empresa construtora. Detalhes desse novo formato de projeto podem ser vistos no Apêndice ao fim deste trabalho.

5. CONCLUSÃO

Um Projeto de Rede de Distribuição Rural é um empreendimento de grande relevância possuindo caráter social muito importante, no que diz respeito à inclusão social do homem do campo. Possui relativa facilidade e simplicidade na etapa de elaboração, mas possuindo muitos desafios para construção, muitas vezes enfrentando dificuldades de acesso e pessoal treinado para o tipo de trabalho.

Muito pode ser feito para diminuição dos gastos envolvidos nesse tipo de projeto, ao passo que a taxa de retorno para esse empreendimento ainda é muito elevada, pois os recursos empregados baseiam mais no sentido de levar às comunidades isoladas o mínimo de condições de melhoria de vida. E o desafio se projeta em baratear materiais, elaboração de projeto e métodos construtivos. No Apêndice desta obra é descrito um novo formato, ainda em estudo, do projeto de RDR, e que provavelmente estaremos implementando no PLPT – PI.

Assim os estudos aqui descritos objetivam a ampliação do acesso às atividades envolvidas na criação de um Projeto de Distribuição Rural. Enaltecendo aqui o exercício do projetista, que possui papel fundamental em suas escolhas, tornando mais eficaz e econômica a engenharia aplicada na elaboração das Redes de Distribuição.

6. REFERÊNCIAS

6.1. BIBLIOGRÁFICAS

BRANDALIZE, M. C. B.. **Topografia - Parte I**. 2001. (Desenvolvimento de material didático ou instrucional - Apostila).

BRANDALIZE, M. C. B.. **Topografia - Parte II**. 2001. (Desenvolvimento de material didático ou instrucional - Apostila).

BRANDALIZE, M. C. B.. **Topografia - Parte III**. 2001. (Desenvolvimento de material didático ou instrucional - Apostila).

BRANDALIZE, M. C. B.. **Topografia - Parte IV**. 2001. (Desenvolvimento de material didático ou instrucional - Apostila).

GÖNEN, Turan. **Electric Power distribution system engineering**. 1986.

PIEADADE JÚNIOR, César. **Eletrificação rural**. 2ª Ed. São Paulo: Nobel, 1983.

ELETROBRÁS, Distribuição Piauí. **Manual de Fiscalização**. Versão 2.2, 2010.

ELETROBRÁS, Distribuição Piauí. **Padrão Construtivo**. 2009.

ELETROBRÁS, Distribuição Piauí. **Critérios para Levantamento Topográfico**.

ELETROBRÁS, Comitê de Distribuição. **Planejamento de Sistemas de Distribuição**. Vol 1. Rio de Janeiro : Campus : Eletrobrás, 1982.

ELETROBRÁS, Comitê de Distribuição. **Distribuição de Energia Elétrica**. Vol 6. Rio de Janeiro : Campus : Eletrobrás, 1988.

CAMARGO, C. Celso de Brasil. **Transmissão de Energia Elétrica: Aspectos Fundamentais**. Florianópolis. Ed da UFSC, Eletrobrás, 1984.

6.2. WEBLIOGRÁFICAS

<http://www.educ.fc.ul.pt/icm/icm99/icm44/catenaria.htm>

Acessado em 03/07/2010.

http://luzparatodos.mme.gov.br/luzparatodos/asp/faq_lpt.asp

Acessado em 28/06/2010.

<http://www.cepel.br/faleconosco/pesquisaescolar.shtm>

Acessado em 29/06/2010.

<http://www.cepel.br/~per/index2.htm>

Acessado em 27/06/2010.

ANEXOS

FONTE: Manual de Fiscalização, Eletrobrás Distribuição PI. PLPT 2010.

- Normas de Aplicação para Outros tipos de Cabo.

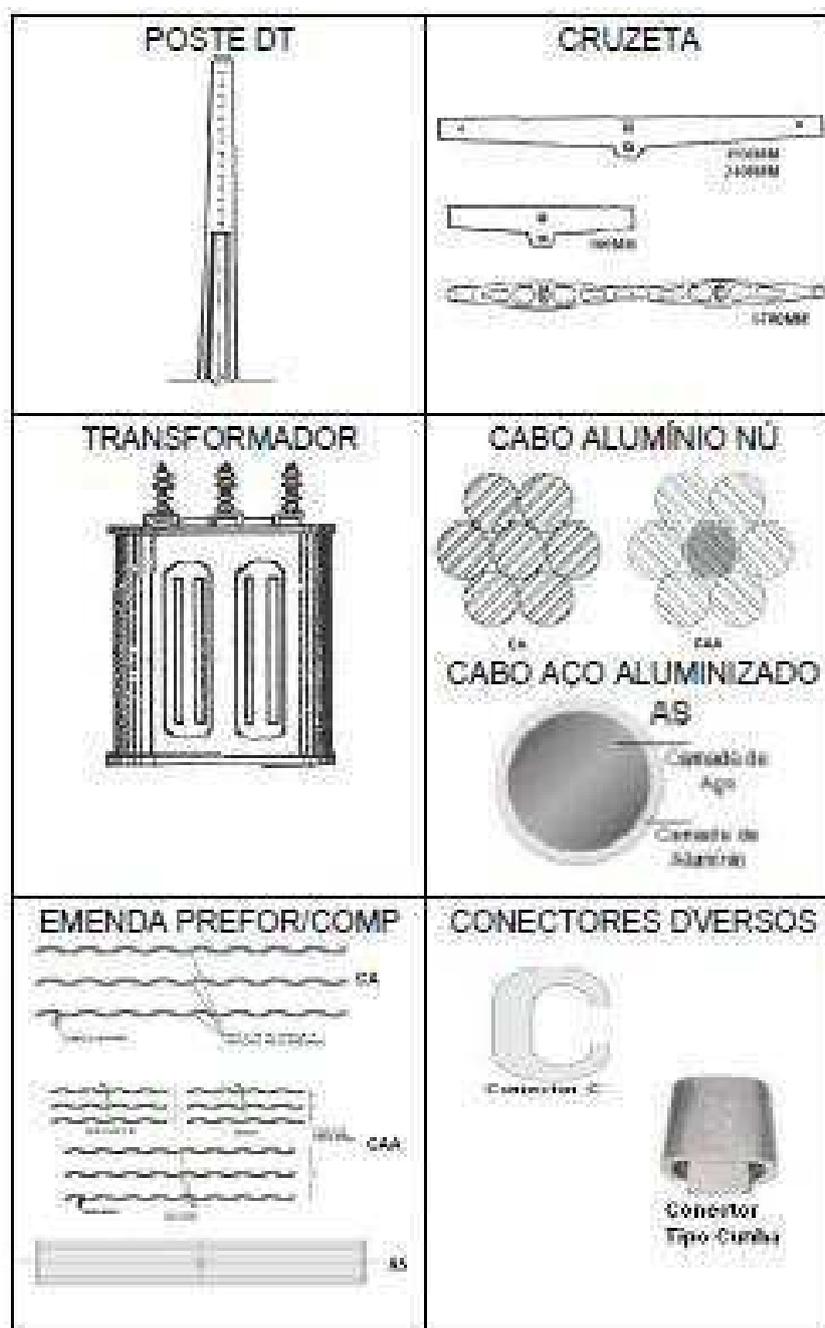
CABO ALUMÍNIO NU 1/0 AWG - CAA

ESTRUTURAS	VÃO MÁXIMO (m)	ÂNGULO	POSTE (kgf MÍNIMO)	ESTAIS (6,4mm)	
				LONG.	TRANSV.
N1	150	0° a 5°	150		Sem Estai
		>5° a 10°			1
N2	150	>10° a 30°	300		1
N4	150	0° a 10°	300	2	1
		>10° a 60°	500		
N3N3	80	>60° a <90°	500	2	
	>80 a 150		600		
N3	80	Fim de linha	500	Sem Estai	
	>80 a 150			1	
LE	350	0° a 15°	500	2	1
HT	600	0° a 5°	2 x 300	4	1
		>5° a 60°	2 x 500		

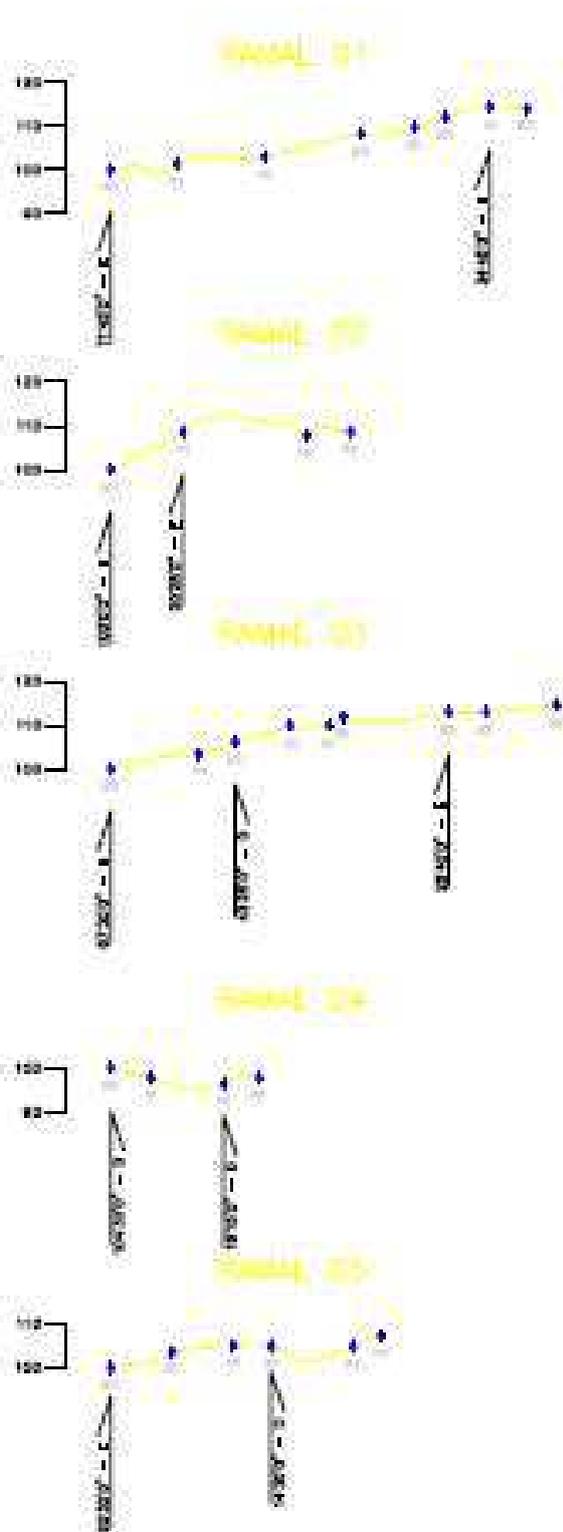
CABO COBRE NU - 16mm²

N1	130	0° a 5°	150		Sem Estai
		>5° a 15°			1
N2	130	>15° a 30°	300		1
N4	130	0° a 60°	300	2	1
N3N3	90	>60° a <90°	300	2	
	>90 a 150		500		
N3 ⁽¹⁾	90	Fim de linha	300	Sem Estai	
	>90 a 150			2	
LE	350	0° a 15°	300	2	1
HT	500	0° a 60°	2 x 300	4	1
DN3 ⁽²⁾	90	Derivação	150	1	
	>80 a 150		300		

- Materiais e Equipamentos de uma RDR



- Levantamento Topográfico Ramais



APÊNDICE

ANÁLISE DE UM NOVO FORMATO DE PROJETO PARA UMA RDR

1. ELABORAÇÃO

O novo padrão é elaborado sob as mesmas normas e técnicas descritas no trabalho-texto, com a mudança na representação do projeto. Após a análise de todo o processo envolvido e descrito, observou-se uma melhor maneira para melhoria da leitura e entendimento do projeto, assim como sua construção e mais importante, melhoria na etapa de fechamento da obra, AS BUILT, processo que exige o georeferenciamento dos componentes do projeto.

O projeto passaria a ter não mais três conjuntos de pranchas (Perfil, Baixa Tensão, Mapa Chave), e sim dois conjuntos de pranchas. Um representando o Perfil de AT, que não mudaria seu formato, e o outro seria a inserção do projeto da Baixa Tensão no Mapa Chave, seguido de algumas alterações de maneira a melhorar a compreensão e manuseio do projeto.

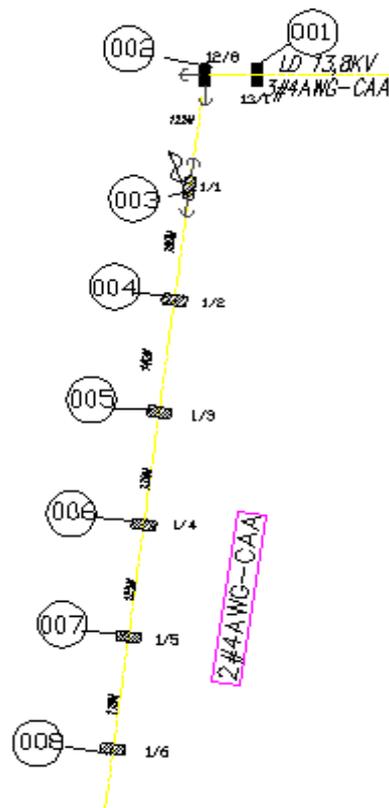
1.1. Novo Mapa Chave

O Mapa Chave atual é elaborado de forma condensada, com escala de 1:10.000, o que dificultaria mencionar a BT nesse estado. Então é feita a construção do MC em uma escala maior (a mesma da BT) de forma a podermos aplicar um no outro sem maiores problemas.

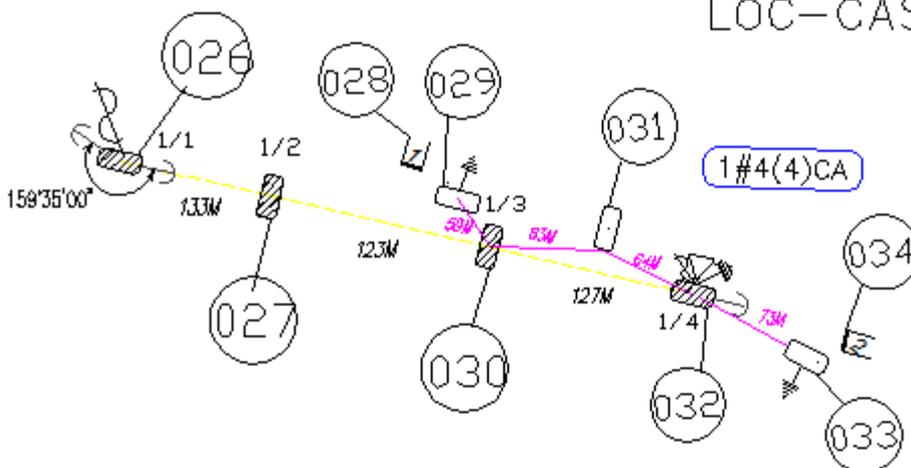
Além disso, não mais teríamos informações a cerca de cada estrutura diretamente colocadas próximas a mesma, e sim referenciar numericamente cada item do projeto, e dispor na prancha a lista seqüenciada com todos os itens, caracterizando cada um conforme sua função, e ainda deixando um campo para preenchimento com as coordenadas geodésicas (georeferenciamento) que aquele item terá após a construção da obra.

A seguir fazemos uma representação de parte do projeto Casa Nova e Angical descrito no trabalho, onde a nova técnica já está sendo utilizada, apresentando o primeiro trecho da Linha Tronco, e o segundo de um Ramal com a Rede de Baixa Tensão representada e referenciada. Os itens estão relacionados nas tabelas adjacentes e as seqüências de números apresentados na segunda e terceira coluna representam as coordenadas geodésicas já coletadas.

01	715211	9190268	N1 - 10-150 - 13/1
02	715217	9190234	N3N3CN3 - 11-300 - 2A-2E - 12/8
03	715338	9190248	N4F - 11-300 - 2A-2E - 1/1
04	715497	9190268	N1 - 10-150 - 1/2
05	715636	9190284	N1 - 10-150 - 1/3
06	715774	9190300	N1 - 10-150 - 1/4
07	715896	9190316	N1 - 10-150 - 1/5
08	716015	9190332	N1 - 11-200 - 1/6
26	717219	9190136	U4F - 11-300 - 2A-2E - 1/1
27	717219	9190268	U1 - 10-150 - 1/2
28	717201	9190338	CONSUMIDOR
29	717210	9190332	9-300 S2AE-S2D
30	717216	9190390	U1 - 10-150 - 2S2AE 1/3
31	717210	9190452	9-150 S2PE
32	717214	9190516	U3TC 10-300 1A1E 1/4 2S2AE
33	717234	9190586	9-300 S2AE-S2D
34	717235	9190598	CONSUMIDOR



LOC-CASA NOVA



UNIDADE CONSUMIDORA		
SEQ	NOME	MEDIDOR
28	JOAQUIM VIENA DE SOUSA	A1086899
34	ISRAEL RIBEIRO DE SOUSA	A1092693

TRANSFORMADOR			
SEQ	DESCRIÇÃO	NUMERO	MARCA
32	02-1-5KVA	653718	ITB

CHAVE FUSÍVEL			
SEQ	(KV-A)	ELO	DESCRIÇÕES
32	15-100	1H	02-1-5KVA

1.2.Desvantagens

Tendo como desvantagem a falta de testes e utilização, pois o mesmo ainda está em fase de desenvolvimento, não tendo sido possível à exposição do modelo a testes de confiabilidade, testes estes aplicados na prática. E o largo uso do procedimento antigo, sendo, portanto necessário um período de adaptação para o novo modelo.

1.3.Vantagens

- Facilidade de compreensão;
- Diminuição do preço final do projeto:
 - Menos tempo projetando;
 - Menor número de pranchas;
 - Menor número de impressões;
- Facilidade de locação e Construção;
- Agilidade na Supervisão e Georeferenciamento;
- Facilidade na Correção e alteração das “AS BUILT”.

2. Conclusão

Analisando teoricamente, o novo modelo de projeto apresenta vantagens tentadoras no que diz respeito à economia, facilidade e agilidade. Faltando ainda a exposição do mesmo a teste de aprovação práticos de forma a torná-lo mais ainda atrativo em sua implementação.