

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
PROJETO DE GRADUAÇÃO**



JESUINO MARTINS DE SOUZA NETO

**INSTALAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM UMA ÁREA
RURAL**

VITÓRIA – ES
MARÇO/2016

JESUINO MARTINS DE SOUZA NETO

INSTALAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM UMA ÁREA RURAL

Parte manuscrita do Projeto de Graduação do aluno Jesuino Martins de Souza Neto, apresentada ao Departamento de Engenharia Elétrica do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito para aprovação na disciplina “ELE03682 – Projeto de Graduação”.

Prof. Dr. Lucas Frizera Encarnação
Orientador

Eng. Liebertt Gozi
Coorientador

Prof. Dr. Domingos Sávio Lyrio Simonetti
Avaliador

Prof. Eng. Stefani Unileste
Avaliador

Eng. Thiago Silva Amorim
Avaliador

Jesuino Martins de Souza Neto
Aluno

VITÓRIA – ES
MARÇO/2016

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e pela companhia nos momentos difíceis.

Agradeço aos meus pais William e Ednalva pelo amor incondicional, e à minha irmã Iana que sempre manda uma palavra de carinho, mesmo estando longe.

Meu agradecimento especial à minha noiva Lara, pela compreensão e aconchego.

Também quero agradecer ao professor Alessandro Mattedi pela consideração para com os alunos, ao meu amigo Liebertt Gozi pela paciência em transmitir conhecimento e ao professor Lucas Frizera pela orientação no desenvolvimento do projeto.

RESUMO

Neste trabalho será apresentado o projeto completo da instalação de energia elétrica em uma propriedade rural situada na cidade de Teixeira de Freitas, sul da Bahia.

Inicialmente foi realizado reconhecimento da região, quando descobriu-se a necessidade real do proprietário da terra para o levantamento de cargas. Posteriormente, foi feito o projeto elétrico residencial (que engloba o projeto do galpão onde será construída uma ordenha) com a especificação das cargas de acordo com a norma NBR 5410. Terminada esta etapa, foi feito o dimensionamento do transformador, bem como da rede de distribuição com os postes e cabos, de acordo com a norma da concessionária (COELBA). Por fim, foi realizado o levantamento de custos da instalação de energia elétrica; desde o custo de material até cotação de preços para execução da obra.

PALAVRAS-CHAVE: Dimensionamento, concessionária, demanda, projeto elétrico, transformador, transmissão de energia, disjuntor, queda de tensão.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Vista superior da propriedade onde o projeto será feito. Fonte: Google Maps.	10
Figura 2 - Vista superior do local exato do novo ponto de entrega de energia elétrica. Fonte: Google Maps.....	10
Figura 3 - Foto que mostra rede de distribuição e o ponto de entrega de energia.	11
Figura 4 - Foto da ordenha em funcionamento.....	13
Figura 5 - Foto da ordenha em limpeza após funcionamento.....	13
Figura 6 - Foto do primeiro motor da ordenha.	14
Figura 7 - Dados de placa do primeiro motor da ordenha.	14
Figura 8 - Consulta aos dados de placa do segundo motor da ordenha.	15
Figura 9 - Dados de placa do segundo motor da ordenha.....	15
Figura 10 - Foto do resfriador de 2000 litros utilizado na Fazenda Bonina.	16
Figura 11- Distância mínima entre condutores de circuitos diferentes.	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados de Resfriadores da marca Fockink	16
Tabela 2 - Quadro de cargas (QD-1)	21
Tabela 3 - Quadro de cargas (QD-2)	21
Tabela 4 - Demanda total do QGBT	26
Tabela 5 - Características do condutor 4 CAA	29
Tabela 6 - Padronização da COELBA para estrutura em redes rurais.	29
Tabela 7 - Flechas e trações em cabos 4 CC para temperaturas de 40°C	31
Tabela 8 - Tabela COELBA para o cálculo de queda de tensão	32
Tabela 9 - Produção de biogás em função do tipo de esterco.....	36
Tabela 10 - Lista de materiais do projeto da Rede de Distribuição.....	38

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Reconhecimento da região	9
1.2	Levantamento de dados	10
2	DESENVOLVIMENTO DO PROJETO DE BAIXA TENSÃO.....	12
2.1	Projeto Arquitetônico/Elétrico.....	12
2.2	Dimensionamento dos motores	12
2.3	Memorial de Cálculo de Dimensionamento	17
2.3.1	Dimensionamento do condutor pelo método da capacidade de condução de corrente (ampacidade)	17
2.3.2	Verificação e dimensionamento dos condutores pelo método da queda de tensão.....	18
2.3.3	Escolha do dispositivo de proteção	20
2.4	Dimensionamento dos condutores de alimentação dos circuitos do projeto	20
2.5	Alimentador do quadro de distribuição da casa (QD-1).....	22
2.5.1	Dimensionamento dos condutores fase pelo método da capacidade de condução de corrente, considerando a corrente de demanda corrigida.	22
2.5.2	Dimensionamento pelo método da queda de tensão	22
2.5.3	Escolha do dispositivo de proteção.	23
2.5.4	Conclusão do dimensionamento para o circuito de alimentação do QD-1:	23
2.6	Alimentador do quadro de distribuição do galpão (QD-2).....	24
2.6.1	Dimensionamento dos condutores fase pelo método da capacidade de condução de corrente, considerando a corrente de demanda corrigida.	24
2.6.2	Dimensionamento pelo método da queda de tensão	24
2.6.3	Escolha do dispositivo de proteção.	25
2.6.4	Conclusão do dimensionamento para o circuito de alimentação do QD-2:	25
2.7	Dimensionamento dos condutores de alimentação geral do QGBT.....	25
2.7.1	Demanda total dos quadros de distribuição de iluminação e tomadas	25
2.7.2	Dimensionamento dos condutores fase pelo método da capacidade de condução de corrente, considerando a corrente de demanda corrigida.	26
2.7.3	Dimensionamento pelo método da queda de tensão	27

2.7.4 Escolha do dispositivo de proteção.	27
2.7.5 Conclusão do dimensionamento para o circuito de alimentação do QGBT:	27
3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	28
3.1 Projeto trifásico/monofásico.....	28
3.2 Especificação do transformador	28
3.3 Especificação dos cabos	28
3.4 Especificação dos postes/cruzetas	29
3.5 Vãos entre postes.....	31
3.6 Cálculo Elétrico	31
3.7 Planta em perfil.....	33
3.8 Instalação de equipamentos de proteção	33
3.9 Projeto da Rede de Distribuição	33
4 GERAÇÃO PRÓPRIA POR MEIO DE ENERGIAS ALTERNATIVAS.....	34
4.1 Energia solar.....	34
4.2 Biomassa.....	35
4.3 Que conclui a parte de Geração Própria de Energia.....	36
5 SOLICITAÇÃO DO SERVIÇO E ORÇAMENTO.....	37
5.1 Programa do governo “Luz para Todos”	37
5.2 Pagamento da Instalação	37
5.3 Orçamento de Materiais e serviço	37
6 CONCLUSÕES	39
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
ANEXO 1.....	42
ANEXO 2.....	44
ANEXO 3.....	46

1 INTRODUÇÃO

Para se viver em uma área rural, onde a escassez de água é cada vez mais notória, é imprescindível que haja energia elétrica. Além de melhorar consideravelmente a qualidade de vida dos moradores, trazendo conforto e entretenimento, a energia elétrica oferece possibilidades de aprimoramento das atividades rurais: como a instalação de uma bomba que extrai água de um poço artesiano para fazer irrigações, ou mesmo a iluminação noturna que possibilita condições de trabalho mais seguras para serviços extraordinários (acompanhar o parto de alguma matriz à noite, por exemplo).

O presente projeto diz respeito ao fornecimento de energia elétrica a um local que já foi habitado, numa época em que energia elétrica não era tão essencial. Quando os moradores perceberam que não teriam mais a qualidade de vida necessária para sua família, em virtude de não ter energia elétrica, deixaram a casa.

Baseado em fundamentos teóricos, será desenvolvido o projeto elétrico residencial e o projeto de eletrificação rural, com dimensionamento de postes e cabos para transmitir energia elétrica até o ponto de entrega, bem como a especificação do transformador. Logo, ao término deste, o proprietário da terra terá todas as informações para realizar a instalação de energia elétrica no local, inclusive o orçamento do projeto.

1.1 Reconhecimento da região

A propriedade está situada no interior do município de Teixeira de Freitas, no sul da Bahia. Durante o seu reconhecimento, constatou-se que já existe no terreno um ponto de entrega de energia elétrica da Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia (COELBA), mas a distância deste ponto até a casa, hoje abandonada, inviabiliza a transmissão de energia elétrica em baixa tensão. Assim sendo, a intenção é solicitar diretamente à concessionária a entrega de energia para o novo ponto, a partir de uma rede de distribuição em média tensão que está mais próxima ao local.

Na figura 1, a vista superior do terreno onde há energia elétrica (círculo amarelo - maior) e onde se deseja instalar um novo ponto de entrega de energia elétrica (círculo vermelho - menor).

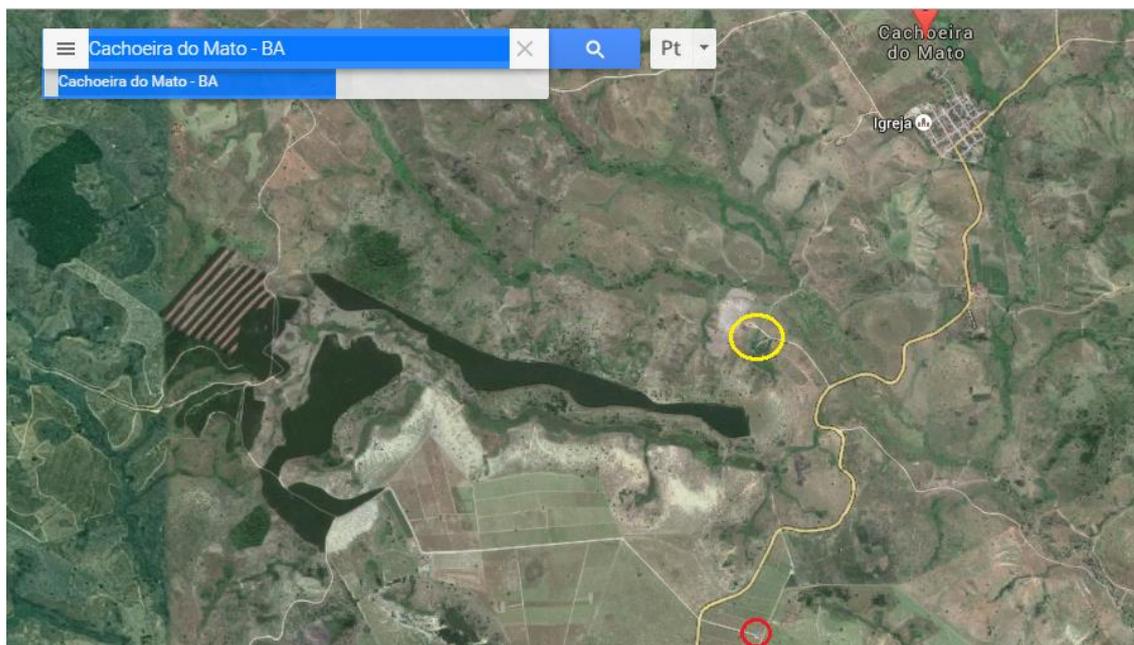


Figura 1 - Vista superior da propriedade onde o projeto será feito. Fonte: Google Maps.

Na figura 2 é possível observar o ponto exato para o qual será solicitada energia elétrica.



Figura 2 - Vista superior do local exato do novo ponto de entrega de energia elétrica. Fonte: Google Maps.

1.2 Levantamento de dados

O projeto em questão atenderá ao senhor William Martins de Souza, veterinário e pecuarista da região referida. O objetivo do cliente é ter energia elétrica que atenda a necessidade de uma casa simples, com dois quartos e dois banheiros. Além disso, precisa-se de energia para o galpão, onde será construída uma ordenha mecânica para tirar leite do gado,

e ao lado deste um pequeno espaço abrigado, onde será instalado um resfriador que armazenará o leite.

Vale ressaltar que após a saída dos moradores da casa, a mesma sofreu deterioração, assim como o galpão. Portanto, o projeto prevê uma reestruturação da casa, e para maior comodidade dos moradores, o galpão será construído um pouco mais afastado da mesma, assim evita-se o contato direto dos animais com o habitat humano (é comum a existência de moscas em meio a bovinos).

A rede de distribuição da COELBA está localizada a 730 metros da casa, em um terreno plano. Já o ponto de entrega de energia existente na propriedade dista pouco mais de 4 quilômetros, em declive.

Na figura a seguir é possível visualizar a rede de distribuição em média tensão com tensão de 13,8 kV (indicada pela seta amarela) e ao fundo a casa (indicada pela seta vermelha).



Figura 3 - Foto que mostra rede de distribuição e o ponto de entrega de energia.

De posse dessas informações, foi iniciado o desenvolvimento do projeto elétrico residencial para levantamento das cargas, utilizando o *software* livre DraftSight.

2 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO DE BAIXA TENSÃO

2.1 Projeto Arquitetônico/Elétrico

O projeto arquitetônico foi feito de acordo com a necessidade do cliente, com pequenas alterações no projeto real da casa existente. A casa terá dois quartos, sendo uma suíte, um banheiro social, área de serviço, cozinha e uma sala ampla para as reuniões de família. O galpão projetado será aberto, delimitado apenas por cercas, para a livre circulação dos animais.

O projeto elétrico baseou-se nos critérios da ABNT NBR 5410:2004 (versão corrigida 2008), doravante referida apenas como NBR 5410. No item 9.5.2.1.2 desta norma, é determinado que cômodos com área inferior a 6 m² devem possuir luminária de 100 VA, e para cômodos maiores que 6 m² serão acrescidos 60 VA a cada 4 m² inteiros. Todas as luminárias escolhidas para o projeto são existentes no mercado, e a quantidade destas será com o intuito de respeitar o limite mínimo de potência de cada cômodo.

A quantidade de tomadas por cômodo também está de acordo com a orientação da NBR 5410, que indica no item 9.5.2.2.1 que para cômodos maiores que 6 m² deve-se ter, no mínimo, 1 tomada a cada 5 metros ou fração de perímetro.

No ANEXO 1 pode-se visualizar os projetos arquitetônicos com cotas da casa e do galpão, em folha A3. No ANEXO 2 estão representados os projetos elétricos da casa e do galpão, em folha A1.

2.2 Dimensionamento dos motores

Para estimar a potência dos motores utilizados na ordenha e no resfriador foi necessário visitar algumas propriedades onde já havia estes equipamentos instalados. As Figuras 4 e 5 mostram a ordenha em funcionamento e as Figuras 6, 7, 8 e 9 mostram os motores da ordenha. As fotos foram tiradas em uma visita realizada à Fazenda Bonina, situada em Cachoeira do Mato, Bahia.

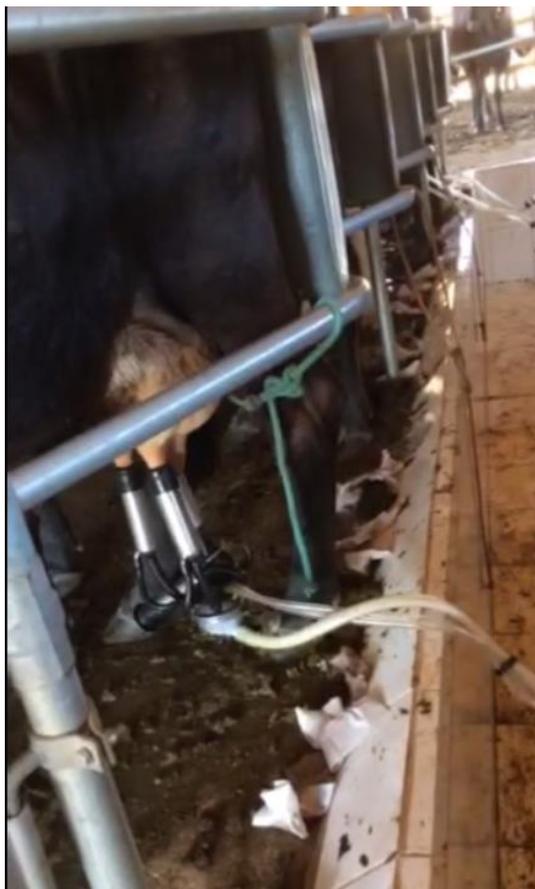


Figura 4 - Foto da ordenha em funcionamento.



Figura 5 - Foto da ordenha em limpeza após funcionamento.



Figura 6 - Foto do primeiro motor da ordenha.

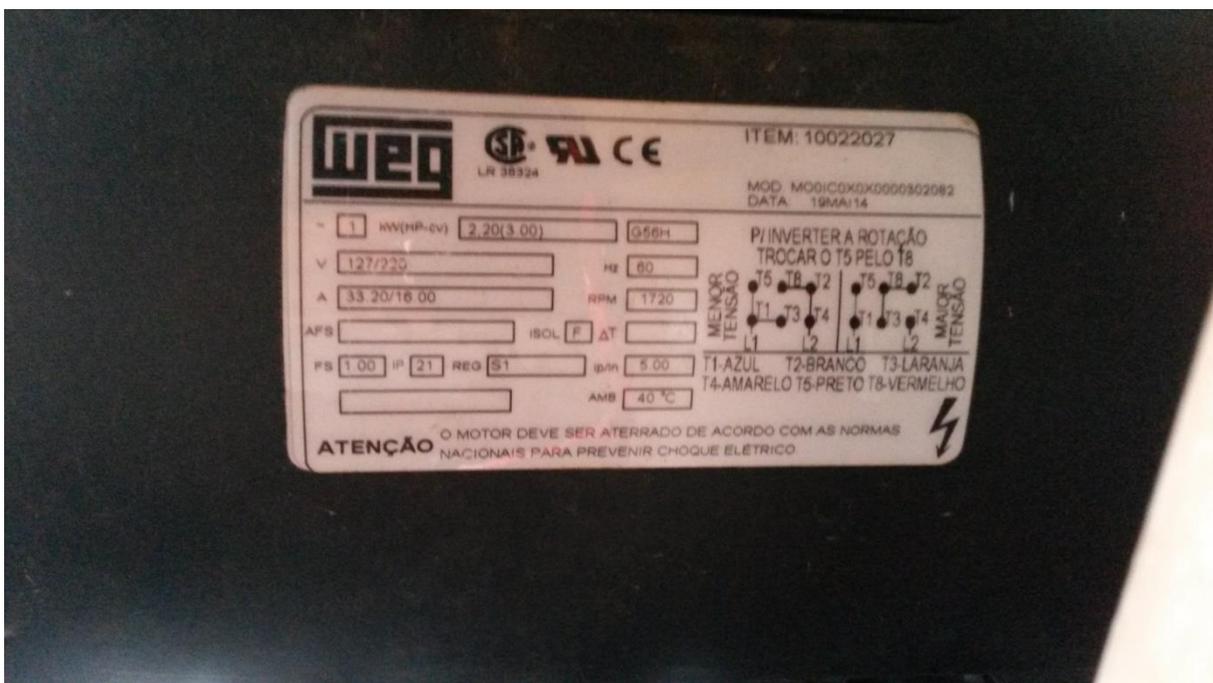


Figura 7 - Dados de placa do primeiro motor da ordenha.



Figura 8 - Consulta aos dados de placa do segundo motor da ordenha.



Figura 9 - Dados de placa do segundo motor da ordenha.

Na figura 10 pode-se visualizar a foto do resfriador utilizado para armazenar o leite na fazenda visitada.



Figura 10 - Foto do resfriador de 2000 litros utilizado na Fazenda Bonina.

Não foi possível verificar os dados de placa do resfriador. Em pesquisa realizada posteriormente, foram verificados alguns dados de resfriadores. Abaixo estão representados os dados dos resfriadores da marca Fockink, comercializados no Rio Grande do Sul.

Tabela 1 - Dados de Resfriadores da marca Fockink

Modelo	Tensão	Capacidade Disjuntor Monopolar	Potência Compressor
FV - 500	127 V	15 A	1/2 HP
FV - 800	127 V	15 A	3/4 HP
FV - 1000	127 V	15 A	01 HP
FV - 1400	127 V	25 A	02 HP
FV - 2000	127 V	32 A	03 HP

Portanto, foi estimado para o cliente um resfriador cujo motor terá potência entre 02 e 03 HP, por ser um resfriador de 2000 litros. Entretanto, este terá tensão de operação de 220V.

2.3 Memorial de Cálculo de Dimensionamento

A partir deste ponto inicia-se a descrição do procedimento de cálculo e dimensionamento do sistema de alimentação elétrica do quadro geral de baixa tensão (220V). Os métodos de escolha dos condutores e dispositivos de proteção deverão seguir estritamente as determinações da norma NBR 5410.

2.3.1 Dimensionamento do condutor pelo método da capacidade de condução de corrente (ampacidade)

Os circuitos devem ser classificados de acordo com o tipo de linha elétrica, conforme apresentado na Tabela 33 da NBR 5410. Esta classificação é levada em consideração para consulta às Tabelas 36 a 39 desta mesma norma. A consulta a estas tabelas também leva em conta o tipo de isolamento e demais características construtivas de condutores unipolares e cabos, que serão definidos para cada caso, bem como o número de condutores carregados do circuito.

Cruzando as informações explicitadas acima com a corrente de projeto (I_b) do circuito, calculada através da aplicação dos fatores de correção de temperatura (FCT) e agrupamento (FCA), determina-se a seção mínima dos condutores fase e, eventualmente, neutro dos circuitos dimensionados. A aplicação destes fatores se dará pela (Eq. 1).

$$I_b = \frac{I_{nom}}{FCA \cdot FCT} \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde:

I_b = Corrente corrigida;

I_{nom} = Corrente de projeto;

FCA = Fator de correção de agrupamento (Tabelas 42 a 45 da NBR 5410);

FCT = Fator de correção de temperatura (Tabela 40 da NBR 5410).

No ANEXO 2 consta a planilha em que estão discriminados todos circuitos e os respectivos fatores de correção de temperatura e agrupamento de cada um deles.

Para todos os eletrodutos utilizados no projeto, a taxa de ocupação dos condutores foi inferior a 33% da área total do eletroduto. Isso facilita a passagem dos condutores na execução da obra.

2.3.2 Verificação e dimensionamento dos condutores pelo método da queda de tensão

De acordo com o item 6.2.7.1 da NBR 5410, o limite de queda de tensão máxima admissível em caso de transformador ou gerador próprio, nas instalações a partir do secundário do transformador, é de 7 %. Além deste valor limite para queda de tensão total acumulada, nenhum circuito terminal deverá possuir queda de tensão parcial superior a 4 % da tensão nominal de linha do circuito.

Para o projeto, considerar-se-á máximo de queda de tensão de 1% até os alimentadores do QGBT (quadro geral de baixa tensão) e no máximo de 2% até os alimentadores dos QDs (quadros de distribuição).

A queda de tensão absoluta para circuitos trifásicos pode ser calculada pela (Eq. 2).

$$\Delta V = \sqrt{3} \cdot I_N \cdot \ell \cdot (R_{CA} \cdot \cos(\phi) \pm X_L \cdot \sin(\phi)) \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde:

ΔV = Queda de tensão absoluta em V ;

I_N = Corrente de projeto do circuito em A ;

ℓ = Comprimento do circuito em km ;

R_{CA} = Resistência CA do condutor em Ω/km ;

X_L = Reatância indutiva do condutor em Ω/km ;

$\cos(\phi)$ = Fator de potência da carga.

A queda de tensão percentual dos circuitos deverá ser calculada pela (Eq. 3).

$$\Delta V_{\%} = \frac{\Delta V}{V_{linha}} \cdot 100 [\%] \quad (\text{Eq. 3})$$

Onde:

$\Delta V_{\%}$ = Queda de tensão percentual;

ΔV = Queda de tensão absoluta em volts;

V_{linha} = Tensão de linha nominal do circuito de alimentação em volts.

Para circuitos monofásicos, a queda de tensão absoluta pode ser calculada pela (Eq. 4).

$$\Delta V = 2 \cdot I_N \cdot \ell \cdot (R_{CA} \cdot \cos(\phi) \pm X_L \cdot \sin(\phi)) \quad (\text{Eq. 4})$$

Onde:

ΔV = Queda de tensão absoluta em V;

I_N = Corrente de projeto do circuito em A;

ℓ = Comprimento do circuito em km;

R_{CA} = Resistência CA do condutor em Ω/km ;

X_L = Reatância indutiva do condutor em Ω/km ;

$\cos(\phi)$ = Fator de potência da carga.

Deve-se atentar para o fato de que no circuito monofásico a queda de tensão percentual será em relação à tensão de fase (220V), ao contrário do circuito trifásico que leva em consideração a tensão de linha (380V).

A queda de tensão percentual dos circuitos monofásicos deverá ser calculada pela (Eq. 5).

$$\Delta V_{\%} = \frac{\Delta V}{V_{fase}} \cdot 100 [\%] \quad (\text{Eq. 5})$$

Onde:

$\Delta V_{\%}$ = Queda de tensão percentual;

ΔV = Queda de tensão absoluta em volts;

V_{fase} = Tensão de fase nominal do circuito de alimentação em volts.

Após o cálculo da queda de tensão percentual, esta deverá ser comparada ao limite máximo estabelecido. Caso a queda de tensão calculada seja superior ao limite, deverá ser

escolhido um condutor de bitola imediatamente superior e a queda de tensão ser novamente calculada até que se obtenha um que apresente a queda de tensão abaixo do valor limite.

2.3.3 Escolha do dispositivo de proteção

O disjuntor escolhido deverá satisfazer a condição apresentada na (Eq. 6).

$$I_{nom} < I_d < I_c \quad (\text{Eq. 6})$$

Onde:

I_{nom} = Corrente de projeto do circuito em A;

I_d = Corrente nominal do disjuntor em A;

I_c = Corrente suportada pelo condutor para regime contínuo em A;

Caso esta condição não seja satisfeita, deverá ser escolhido um condutor de bitola imediatamente superior àquela testada e um disjuntor que satisfaça a condição da (Eq. 6).

2.4 Dimensionamento dos condutores de alimentação dos circuitos do projeto

A NBR 5410 determina que deve ser utilizado para circuitos de força o condutor de bitola mínima 2,5 mm², já para iluminação condutor de, no mínimo, 1,5 mm².

Para dimensionar os condutores dos circuitos terminais, não houve necessidade de utilizar o método da queda de tensão, pois são distâncias pequenas e em nenhum dos casos ocorre queda de tensão maior que 4%. Será demonstrado como estes cálculos devem ser feitos nos itens 2.5, 2.6 e 2.7, que utilizam o critério da queda de tensão para dimensionar os alimentadores dos QD-1, QD-2 e QGBT, respectivamente.

Assim sendo, no caso dos circuitos pertencentes aos QDs será utilizado apenas o critério da capacidade máxima de corrente do cabo (I_c) e para determinar o disjuntor, mantém-se o critério da (Eq. 6).

Como todos os circuitos são monofásicos, as correntes nominais (I_n) são calculadas através da (Eq. 7).

$$I_n = \frac{S}{220} \quad (\text{Eq. 7})$$

Onde:

I_n = Corrente de projeto do circuito em A;

S = Potência Aparente em VA;

A corrente corrigida (I_b) será obtida pela (Eq. 1), citada anteriormente.

Nas tabelas 2 e 3 abaixo pode-se visualizar os diâmetros dos condutores escolhidos, bem como os disjuntores utilizados para proteção. Tais tabelas estão mais detalhadas no ANEXO 2.

Tabela 2 - Quadro de cargas (QD-1)

Circuito	Descrição	Tensão (V)	Potência Total (VA)	Potência Total (W)	FCT	FCA	Ib (A)	Seção (mm ²)	Ic (A)	Disj (A)
1	Tomadas - serviço	220	1800	1440	1	0,8	10,23	2,5	24	16
2	Iluminação	220	1604	1604	1	0,7	10,42	1,5	17,5	16
3	Tomadas de uso Geral	220	1400	1120	1	0,7	9,09	2,5	24	10
4	Chuveiro social	220	4500	4500	1	0,7	29,22	6	41	32
5	Chuveiro suíte	220	4500	4500	1	1	20,45	4	32	25
6	Tomadas banheiros	220	1200	960	1	0,7	7,79	2,5	24	10
7	Tomadas - Área de Serviço	220	600	480	1	0,8	3,41	2,5	24	10
Total			15604	14604						

Tabela 3 - Quadro de cargas (QD-2)

Circuito	Descrição	Tensão (V)	Potência Total (VA)	Potência Total (W)	FCT	FCA	Ib (A)	Seção (mm ²)	Ic (A)	Disj (A)
1	Iluminação	220	868	868	1	0,7	5,64	1,5	17,5	10
2	Motor 1 - Ordenha	220	3600	3115	1	0,7	23,38	4	32	25
3	Motor 2 - Ordenha	220	1000	900	1	1	4,55	2,5	24	10
4	Resfriador	220	2200	1875	1	0,7	14,29	2,5	24	16
5	Tomadas de Uso Geral	220	1200	960	1	1	5,45	2,5	24	10
Total			8868	7718						

Vale ressaltar que para alguns circuitos (como o circuito 7 do QD-1, por exemplo) o disjuntor de 6A ou mesmo de 4A atenderia, entretanto, são disjuntores mais caros. Logo, foi utilizado o disjuntor de 10A que atende à necessidade do projeto e possui menor custo.

O circuito 6 do QD-1 é utilizado exclusivamente para as tomadas de banheiro, pois nesse caso utiliza-se um dispositivo DDR (disjuntor com proteção diferencial) para

proteção. Tal fato é justificável pois as tomadas estão situadas em locais úmidos, e a norma determina que nessa situação deve-se utilizar o dispositivo DR (diferencial residual). O mesmo critério é utilizado para outros circuitos, especificados nos diagramas unifilares representados no ANEXO 2.

2.5 Alimentador do quadro de distribuição da casa (QD-1)

Informações do circuito e da carga do QD-1:

- Sistema de alimentação: **Trifásico**;
- Tensão nominal (V_n): **380 V**;
- Método de referência para instalação: **D**;
- Fator de correção de temperatura (FCT): **1,00**;
- Fator de correção de agrupamento (FCA): **1,00**;
- Comprimento do circuito (ℓ): **8 m**;
- Corrente de demanda: (I_{dem}):

$$I_{dem} = \frac{15604}{\sqrt{3} \cdot 380} = 23,71 A$$

- Fator de potência médio (FP): **0,94**.

2.5.1 Dimensionamento dos condutores fase pelo método da capacidade de condução de corrente, considerando a corrente de demanda corrigida.

$$I_b = \frac{23.71}{1,00 \cdot 1,00} = 23.71 A$$

No caso acima descrito pode-se utilizar apenas 1 condutor de 4 mm² por fase.

2.5.2 Dimensionamento pelo método da queda de tensão

Para cabos de seção 4 mm² dispostos em trifólio constituindo linhas elétricas no interior de eletrodutos enterrados, $R_{ca} = 5,52 [\Omega/km]$ e $X_L = 0,14 [\Omega/km]$ (dados do Catálogo Prysmian, referenciado na bibliografia). Portanto:

$$\Delta V = \sqrt{3} \cdot 23,71 \cdot 0,008 \cdot (5,52 \cdot 0,94 + 0,14 \cdot \text{sen}(\text{acos}(0,94))) = 1,72 \text{ V}$$

$$\Delta V_{\%} = \frac{1,72}{380} = 0,45 \% < 2,00 \%$$

2.5.3 Escolha do dispositivo de proteção.

$$23,71 < I_d < 31$$

Um disjuntor que satisfaz esta condição é o disjuntor tripolar corrente nominal de 25 A. Entretanto, se utilizado, não respeitaria o critério da seletividade, pois o circuito 5 deste quadro de distribuição utiliza um disjuntor maior (32 A). Logo, no caso de um curto-circuito neste circuito, iria ocasionar a abertura do disjuntor do QD-1.

Para esta situação, deveria ser escolhido o cabo ligeiramente maior (de 6 mm²) e o novo disjuntor de 40 A. Neste caso, o disjuntor não protegeria o cabo de 6 mm², que no método de ligação D com 3 condutores carregados suporta corrente máxima de 39 A (dados da Tabela 36 da NBR 5410).

Portanto, será escolhido o cabo de 10 mm² e o disjuntor será de 40 A. Não há necessidade de calcular novamente a queda de tensão, pois como o cabo de 10 mm² possui diâmetro maior, sua impedância será menor, portanto, a queda de tensão será menor.

$$23,71 < I_d < 52$$

2.5.4 Conclusão do dimensionamento para o circuito de alimentação do QD-1:

Seção dos condutores fase: **10 mm²**

Seção do condutor neutro: **10 mm²**

Seção do condutor de proteção (PE): **10 mm²**

Disjuntor de proteção do circuito: **40 A**

2.6 Alimentador do quadro de distribuição do galpão (QD-2)

Informações do circuito e da carga do QD-2:

- Sistema de alimentação: **Trifásico**;
- Tensão nominal (V_n): **380 V**;
- Método de referência para instalação: **D**;
- Fator de correção de temperatura (FCT): **1,00**;
- Fator de correção de agrupamento (FCA): **1,00**;
- Comprimento do circuito (ℓ): **30 m**;
- Corrente de demanda: (I_{dem}):

$$I_{dem} = \frac{8868}{\sqrt{3} \cdot 380} = 13,47 \text{ A}$$

- Fator de potência médio (FP): **0,87**.

2.6.1 Dimensionamento dos condutores fase pelo método da capacidade de condução de corrente, considerando a corrente de demanda corrigida.

$$I_b = \frac{13,47}{1,00 \cdot 1,00} = 13,47 \text{ A}$$

No caso acima descrito pode-se utilizar apenas 1 condutor de 2,5 mm² por fase.

2.6.2 Dimensionamento pelo método da queda de tensão

Para cabos de seção 2,5 mm² dispostos em trifólio constituindo linhas elétricas no interior de eletrodutos enterrados, $R_{ca} = 8,87 [\Omega/km]$ e $X_L = 0,15 [\Omega/km]$ (dados do Catálogo Prysmian, referenciado na bibliografia). Portanto:

$$\Delta V = \sqrt{3} \cdot 13,47 \cdot 0,030 \cdot (8,87 \cdot 0,87 + 0,15 \cdot \text{sen}(\text{acos}(0,87))) = 5,45 \text{ V}$$

$$\Delta V_{\%} = \frac{5,45}{380} = 1,43 \% < 2,00 \%$$

2.6.3 Escolha do dispositivo de proteção.

$$13,47 < I_d < 24$$

Um disjuntor que satisfaz esta condição é o disjuntor tripolar corrente nominal de 16 A. Entretanto, neste caso, não respeita o critério da seletividade, pois o circuito 2 pertencente ao QD-2 utiliza um disjuntor maior (32).

O disjuntor escolhido deverá ser ligeiramente maior que o disjuntor de 32 A, logo, será de 40 A. Este disjuntor compromete a proteção do cabo de 4 mm², que no método de ligação D com 3 condutores carregados suporta corrente máxima de 31 A. O mesmo problema ocorre com o cabo de 6 mm², que no método de ligação D com 3 condutores carregados suporta corrente máxima de 39 A.

Portanto, para esta situação, será escolhido o cabo de 10 mm² e o novo disjuntor será de 40 A.

$$13,47 < I_d < 52$$

2.6.4 Conclusão do dimensionamento para o circuito de alimentação do QD-2:

Seção dos condutores fase: **10 mm²**

Seção do condutor neutro: **10 mm²**

Seção do condutor de proteção (PE): **10 mm²**

Disjuntor de proteção do circuito: **40 A**

2.7 Dimensionamento dos condutores de alimentação geral do QGBT

2.7.1 Demanda total dos quadros de distribuição de iluminação e tomadas

Tabela 4 - Demanda total do QGBT

Circuito	Descrição	Fator de Potência	Demanda calculada [W]	Demanda calculada [VA]
QD-1	Quadro de distribuição de Iluminação e Tomadas da casa	0,94	14604	15604
QD-2	Quadro de distribuição de Iluminação e Tomadas do galpão	0,87	7718	8868
QGBT	Quadro Geral de Baixa Tensão	0,91	22322	24472

Informações do circuito e da carga do QGBT:

- Sistema de alimentação: **Trifásico**;
- Tensão nominal (V_n): **380 V**;
- Método de referência para instalação: **B1**;
- Fator de correção de temperatura (FCT): **1,00**;
- Fator de correção de agrupamento (FCA): **1,00**;
- Comprimento do circuito (ℓ): **5 m**;
- Corrente de demanda: (I_{dem}):

$$I_{dem} = \frac{24,47 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380} = 37,18 \text{ A}$$

- Fator de potência médio (FP): **0,91**.

2.7.2 Dimensionamento dos condutores fase pelo método da capacidade de condução de corrente, considerando a corrente de demanda corrigida.

$$I_b = \frac{37,18}{1,00 \cdot 1,00} = 37,18 \text{ A}$$

No caso acima descrito pode-se utilizar apenas 1 condutor de 10 mm² por fase.

2.7.3 Dimensionamento pelo método da queda de tensão

Para cabos de seção 10 mm² dispostos em trifólio constituindo linhas elétricas no interior de eletrodutos ao ar livre, $R_{ca} = 2,19 [\Omega/km]$ e $X_L = 0,13 [\Omega/km]$ (dados do Catálogo Prysmian, referenciado na bibliografia). Portanto:

$$\Delta V = \sqrt{3} \cdot 37,18 \cdot 0,005 \cdot (2,19 \cdot 0,91 + 0,13 \cdot \text{sen}(\text{acos}(0,91))) = 0,64 V$$

$$\Delta V_{\%} = \frac{1,1}{380} = 0,17 \% < 1,00 \%$$

2.7.4 Escolha do dispositivo de proteção.

$$37,18 < I_d < 50$$

O disjuntor que satisfaz esta condição é o disjuntor tripolar com corrente nominal de 40 A. Entretanto, não respeita o critério da seletividade, já que os disjuntores do QD-1 e do QD-2 são de 40 A. Dessa forma, o disjuntor deverá ser de 50 A. Neste caso, o cabo de 10 mm² não atende, pois no método de instalação B1 com 3 condutores carregados, suporta corrente máxima de 50 A.

Portanto, será escolhido o cabo de 16 mm² e o disjuntor será de 50 A.

$$37,18 < I_d < 68$$

2.7.5 Conclusão do dimensionamento para o circuito de alimentação do QGBT:

Seção dos condutores fase: **16 mm²**

Seção do condutor neutro: **16 mm²**

Seção do condutor de proteção (PE) **16 mm²**

Disjuntor de proteção do circuito: **50 A**

3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL

3.1 Projeto trifásico/monofásico

Em nenhum dos circuitos terminais do projeto há necessidade de mais de uma fase, de forma que poderia ser utilizado um transformador monofásico, que possui menor custo. Entretanto, a COELBA determina no item 4.6.6 de sua norma VR01.02-02.001 - Elaboração de Projeto de Rede de Distribuição Aérea Rural, que não devem ser instalados transformadores monofásicos com retorno por terra quando a demanda for superior 10 kVA.

No presente projeto a carga instalada é de 24472 VA, o que justifica o uso de transformador trifásico.

3.2 Especificação do transformador

A escolha do transformador deve levar em conta a carga total instalada, e deve favorecer à expansão do sistema. Além disso, precisa-se verificar a existência do equipamento no mercado.

O transformador escolhido para o projeto será de 30 kVA - 13,8 kV/380 V. Procedendo dessa maneira, o cliente terá uma potência aparente de reserva de 5528 VA.

3.3 Especificação dos cabos

De acordo com a norma da COELBA, em caráter geral devem ser utilizados cabos nus de alumínio para redes de distribuição. O uso de tais cabos não é recomendado quando houver atmosfera considerada agressiva por efeitos salinos ou industriais, nestes casos deve-se utilizar condutor de cobre.

Para o projeto em questão será usado o cabo AWG 4 CAA, que significa ser um cabo de alumínio com alma de aço de seção 24,66 mm². Este cabo atende à especificação da carga pelo critério de ampacidade, uma vez que suporta correntes de até 140 A, bem acima do valor calculado em projeto. Na tabela 5 são fornecidas todas as características deste cabo de acordo com a norma da concessionária.

Tabela 5 - Características do condutor 4 CAA

Características Técnicas dos Condutores							
Bitola	Formação	Seção (mm ²).	Diâm. (mm)	Massa (Kg/Km)	Carga de Ruptura	Resistência (Ω xKm)	Ampacidade
4 CAA	6x2,12+1x2,12	24,66	6,36	85,4	830 daN	1,351	140 A

O cabo escolhido está de acordo com a especificação da NBR 5433 – Redes de Distribuição Aérea Rural de Energia Elétrica.

3.4 Especificação dos postes/cruzetas

Serão utilizados postes de concreto armado, pela maior durabilidade. A COELBA padroniza no item 4.4.4 de sua norma VR01.02-02.004 - Dimensionamento Mecânico de Rede de Distribuição Aérea Rural Classe 15 kV, o tipo de estrutura que deve ser utilizada em casos específicos, de acordo com a tabela abaixo:

Tabela 6 - Padronização da COELBA para estrutura em redes rurais.

Estruturas Padronizadas para RDR	
Estrutura	Utilização Básica
U1	Estrutura monofásica utilizada em tangentes
U2	Estrutura monofásica utilizada em pequenos ângulos
U3	Estrutura monofásica utilizada em final de linha
U33	Estrutura monofásica utilizada em ângulo superior a 60°
U4	Estrutura monofásica utilizada em ângulos até 60° e em amarrações
N1	Estrutura trifásica utilizada em tangente.
N2	Estrutura trifásica utilizada em pequenos ângulos.
N3	Estrutura trifásica utilizada em fim de linha.
N33	Estrutura trifásica utilizada em ângulos superiores a 60°
N4	Estrutura trifásica utilizada para amarração da rede e em ângulos até 60°
TE	Estrutura trifásica utilizada para grandes vãos.

Seguindo os itens da Tabela 6, serão utilizados nos finais de linha os postes DT (duplo T) do tipo N3, por ser um sistema trifásico. Ao longo da linha serão utilizadas estruturas N1, e em casos em que houver necessidade de ângulos, serão utilizadas estruturas N4.

A NBR 5433 determina uma distância mínima de 5500 mm entre o condutor e o solo em áreas rurais, já a COELBA especifica distâncias mínimas entre partes das estruturas do poste em circuitos diferentes, como pode ser visualizado em sua norma VR01.02-02.004 no ANEXO XV - FIGURA 3 (Vide Figura 11).

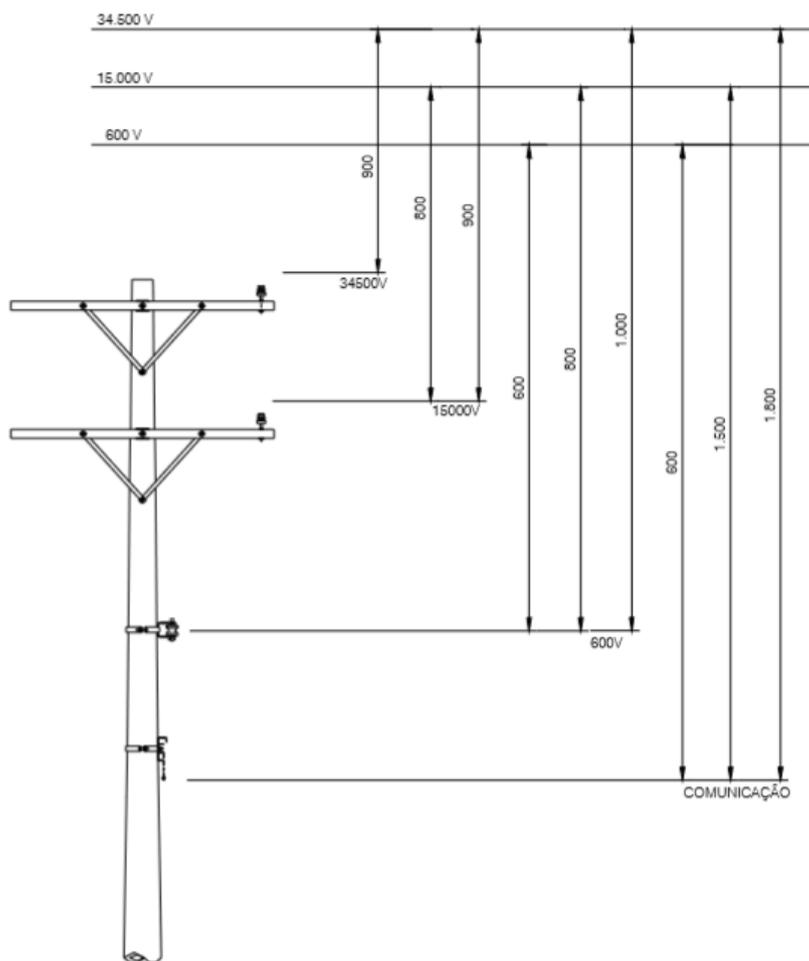


Figura 11- Distância mínima entre condutores de circuitos diferentes.

Portanto, tendo conhecimento das distâncias mínimas exigidas, e seguindo um padrão na escolha dos equipamentos, serão utilizados sempre postes de 11 metros, que garantem uma margem de segurança e são postes existentes no mercado.

As estruturas de amarração ou com ângulos significativos devem utilizar dois estais longitudinais no sentido do caminhamento da rede e de modo semelhante às estruturas de tangência, um estai transversal na bissetriz do ângulo, como medida preventiva. Atenção

especial deve ser dada às fundações dos postes não estaiados, cuja estabilidade depende exclusivamente do tipo do terreno.

3.5 Vãos entre postes

À medida que a distância entre os postes aumenta, a flecha do cabo também aumenta. Portanto, a distância entre os postes deve ser tal que garanta que a flecha seja suficientemente pequena para que respeite a distância mínima entre os condutores e o solo.

Considerando que a região possui na pior situação temperaturas de 40°C, serão utilizados os valores de flecha relacionados a essa temperatura fornecidos pela norma VR01.02-02.001 da COELBA para fins de cálculos.

Tabela 7 - Flechas e trações em cabos 4 CC para temperaturas de 40°C

TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES CABO 4-CAA											
Traç ⇒ daN Flecha ⇒ m Temp ⇒ °C	VÃO EM METROS										
	80	88	97	106	117	129	142	156	171	189	
40°C	Tração	121	123	125	127	129	131	133	136	138	136
	Flecha	0,56	0,67	0,8	0,95	1,13	1,36	1,61	1,92	2,26	2,8

Para manter uma margem de segurança no projeto, as distâncias entre os postes serão de no máximo 170 m. Além disso, de acordo com a norma da concessionária, as interligações entre os postes do tronco da rede de distribuição e os postes das derivações devem ser executadas através de vãos de no máximo 40 metros.

Os valores de tração não acarretarão ruptura dos cabos escolhidos no projeto, já que suportam tração de até 850 daN, mas esses valores devem ser levados em conta nas trações máximas que os postes suportam.

3.6 Cálculo Elétrico

A COELBA determina em sua norma VR01.02-02.001 que o carregamento ótimo de um condutor está na faixa dos 40% do limite térmico, e a queda de tensão ótima está em torno de 5%.

A corrente de projeto no lado da média tensão pode ser calculada através da equação abaixo, que considera o transformador com 100% de carregamento:

$$I_n = \frac{30 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 13,8 \cdot 10^3} = 1,26 \text{ A} \quad (\text{Eq. 8})$$

Tal corrente representa menos de 1% da corrente total suportada pelo cabo, que é de 140A.

A queda de tensão será calculada utilizando a tabela da norma VR01.02-02.001 da concessionária.

Tabela 8 - Tabela COELBA para o cálculo de queda de tensão

Unitárias de Queda de Tensão em % para MVA x Km						
Seção do Condutor	Rede trifásica Com Espaçamento Equivalente de 1,34m					
	11,95 KV		13,8 KV		34,5 KV	
	Cabo CAA	Cabo CA	Cabo CAA	Cabo CA	Cabo CAA	Cabo CA
4 AWG	1,18%	-	0,880%	-	0,140%	-

Sendo o projeto para uma rede de distribuição cuja tensão é de 13,8 kV, com potência do transformador de 30 kVA, numa distância de 0,73 km, calcula-se a queda de tensão na linha por regra de três simples.

$$\Delta V_{\%} = \frac{0,03(MVA) \cdot 0,73(Km) \cdot 0,880(\%)}{1(MVA) \cdot 1(Km)} = 0,019\% \quad (\text{Eq. 9})$$

Logo, encontra-se dentro do limite de tolerância.

3.7 Planta em perfil

A COELBA determina que o caminhamento da rede rural, deve ser feito em papel milimetrado, nas escalas de 1:5000 na horizontal, 1:500 na vertical. Também deverão ser fornecidas as informações sobre as propriedades interceptadas, natureza do solo, natureza da vegetação, pontos de destaque e cruzamentos efetuados.

3.8 Instalação de equipamentos de proteção

A norma determina que as derivações da rede elétrica principal devem ser efetuadas com chaves fusíveis de 100 A ou 10 kA, com elos fusíveis dimensionados de acordo com a carga a ser suprida. Para o projeto foi dimensionado a chave com elo fusível de 100 A, abaixo da corrente máxima do cabo 4 CAA (140 A), com elo fusível de 10 A.

Os isoladores a serem utilizados no projeto serão de Porcelana (Normal) - Isolador Pino Porc P3-125-1.

Os pára-raios devem ser dimensionados em função da tensão de operação, logo, serão utilizados pára-raios RD 15,0 kV - 10 kA.

As cercas que utilizam materiais condutores de eletricidade devem ser seccionadas e aterradas em dois pontos quando houver cruzamento com redes elétricas.

O aterramento deve ser feito utilizando os seguintes materiais: cabo aço cobreado 2 AWG, Conector Cunha Est Branca/Verm, Conector Atr Aco 35/Ha 16, Eletroduto PVC 20 mm Rosc, Haste Terra Cobre 16x2400.

3.9 Projeto da Rede de Distribuição

No ANEXO 3 consta o projeto elétrico da rede de distribuição, conforme as orientações das normas da concessionária citadas acima.

4 GERAÇÃO PRÓPRIA POR MEIO DE ENERGIAS ALTERNATIVAS

A ideia inicial do projeto era analisar a viabilidade da geração própria de energia elétrica, pois a longo prazo é uma prática interessante, já que retira a obrigatoriedade de gasto mensal. Dentre as possibilidades foram consideradas energia eólica, energia solar e biomassa.

A geração de energia pela força motriz eólica foi logo descartada, uma vez que a intensidade dos ventos não é significativa na região. Restaram duas, ambas interessantes, que serão definidas nas linhas que se seguem.

4.1 Energia solar

Como é sabido, a energia solar está relacionada indiretamente com todas as fontes de energia. Outrossim, essa forma de energia pode ser convertida diretamente em energia elétrica por meio de materiais termoelétricos e fotovoltaicos.

O grande problema de depender exclusivamente da energia solar é que não haverá geração contínua. De forma que para utilizar energia elétrica durante a noite, é necessário ter um banco de baterias, que apesar da crescente melhoria de rendimento nos últimos anos, ainda são limitados e caros.

É evidente que a energia solar por si só não atenderia ao cliente em questão. Teria que ser utilizado um sistema híbrido, em conjunto com um moto-gerador, por exemplo. Nesse caso, a força motriz seria um combustível fóssil (possivelmente diesel), que acarretaria gastos na compra, além dos gastos com as placas solares. Também deve ser computado o gasto com manutenção destes equipamentos.

Atualmente a maior parte das empresas que trabalha com energia solar realiza a instalação das placas e possibilitam a ligação direta “on-Grid”, que significa interligar a rede de distribuição da concessionária ao seu sistema solar de geração. Dessa forma, ora haverá fluxo de potência ativa da rede para o consumidor, e outrora este fluxo poderá ser invertido, partindo do consumidor para a concessionária. Por ter pouco dinheiro em caixa, esta opção é inviável para o cliente no momento, já que não exclui os gastos da instalação da rede de distribuição. O conselho que foi dado a ele, foi de realizar a obra da rede de distribuição rural, e posteriormente, quando houver um dinheiro reserva em caixa, realizar um estudo específico para o caso e verificar em quanto tempo a instalação das placas solares renderiam retorno financeiro.

4.2 Biomassa

De acordo com sua definição, a biomassa é qualquer matéria orgânica que possa ser transformada em energia mecânica, térmica ou elétrica. Sua origem pode ser florestal (madeira), agrícola (soja, arroz, cana-de-açúcar) e rejeitos urbanos e industriais (sólidos ou líquidos, como o lixo). Até mesmo os dejetos de origem animal podem ser utilizados em biodigestores como fonte de energia.

Sendo pecuarista, o cliente possui majoritariamente pastagem em sua propriedade. Este tipo de vegetação gera pouquíssimos resíduos, nesse caso, apenas os dejetos do gado no período em que estiverem confinados para retirada do leite poderão ser aproveitados para geração de energia.

Tais dejetos, ao sofrerem degradação biológica anaeróbia, produzem uma mistura gasosa de metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2), chamada biogás. O biodigestor faz com que essa degradação ocorra de forma controlada, sem que o gás seja lançado na atmosfera. Posteriormente, através da queima, o metano é transformado em energia térmica, a partir da qual pode-se gerar energia elétrica.

De acordo com o estudo realizado por Edval Luiz Batista dos Santos (Graduando do curso de Tecnologia em Agronegócio da Faculdade de Tecnologia de Botucatu-SP) em 2013, no artigo “Produção de biogás a partir de dejetos de origem animal”, bovinos produzem em média 10 kg de dejetos por dia. Na propriedade de estudo os animais ficam pouco menos de 5 horas por dia enclausurados, e são cerca de 200 animais (entre matrizes e bezerros). Com regra de três simples (salvo as devidas aproximações) conclui-se que são produzidos cerca de 400 kg de dejetos aproveitáveis por dia na propriedade.

A quantidade de esterco produzida na fazenda é relativamente pequena, e pode perfeitamente ser utilizada como adubo (por serem animais herbívoros os dejetos bovinos agredem menos ao meio ambiente, ao contrário dos suínos).

Outro fator que deve ser considerado para a produção de biogás é o rendimento do tipo de esterco. Neste quesito o esterco bovino se mostra bem menos interessante do que os esterco suínos e de galinha.

Na tabela que se segue está explicitado o rendimento dos principais tipos de esterco para a produção de biogás. Tal tabela consta no artigo “Produção de biogás a partir de dejetos de origem animal” citado anteriormente.

Tabela 9 - Produção de biogás em função do tipo de esterco

Material	Rendimento (m³) de biogás por kg de material orgânico
Esterco fresco de bovino	0,04
Esterco fresco de galinha	0,43
Esterco fresco de suíno	0,35

Ou seja, com os 400 kg de esterco produzidos por dia, seria gerado cerca de 16 m³ de biogás. Uma quantidade muito pequena, que não justificaria um investimento alto em biodigestores para produção de energia.

4.3 Que conclui a parte de Geração Própria de Energia

A geração própria de energia é um conceito que tem sido amplamente divulgado nos últimos anos, mas é importante que se entenda suas limitações. Cada caso deve ser examinado com o devido cuidado, por pessoas especializadas naquele assunto (tipo de geração).

Uma das principais vantagens de ter o serviço de fornecimento de energia prestado por uma concessionária é a garantia de continuidade do fornecimento, e em caso de interrupção por problemas técnicos na rede de distribuição, a concessionária realiza os reparos e arca com eventuais perdas materiais (no caso específico do cliente, perda do leite por falta de energia no resfriador).

Claro que as gerações alternativas são muito interessantes, pois ajudam a tirar a sobrecarga do sistema nacional de geração de energia, que é notória em horários de pico de consumo. Mas é preciso ser diligente, e fazer uma análise minuciosa dos gastos com instalação e manutenção dos equipamentos utilizados para geração própria, caso se opte por depender exclusivamente de uma fonte alternativa.

5 SOLICITAÇÃO DO SERVIÇO E ORÇAMENTO

5.1 Programa do governo “Luz para Todos”

O programa do governo “Luz para Todos” tem como objetivo acabar com a exclusão elétrica e levar acesso à energia elétrica, gratuitamente, a pessoas do meio rural. Entretanto, cabe salientar que o programa do governo tem algumas prioridades. Como descrito no site da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), o programa foca o atendimento a:

- Famílias contempladas no "Plano Brasil Sem Miséria" e "Programa Territórios da Cidadania";
- Comunidades atingidas por barragens de usinas hidrelétricas;
- Assentamentos rurais;
- Escolas públicas, postos de saúde e poços d'água comunitários;
- Comunidades especiais, tais como minorias raciais, remanescentes de quilombos, extrativistas, indígenas etc.
- Pessoas domiciliadas em áreas de concessão e permissão cujo atendimento resulte em elevado impacto tarifário.

O proprietário da terra informou que há cerca de 4 anos solicitou a realização da instalação de energia elétrica em sua propriedade por meio deste programa do governo, mas sua propriedade não foi contemplada por não se enquadrar em nenhum dos grupos para os quais o programa foi criado.

5.2 Pagamento da Instalação

A COELBA, como concessionária, tem interesse em aumentar o número de clientes. Como incentivo, ela se prontifica a ajudar a custear a instalação, da seguinte forma: o proprietário inicialmente arca com as despesas das instalações, apresenta os comprovantes de pagamentos, e a COELBA irá ressarcir o dinheiro por meio de descontos na conta de luz dos meses subsequentes.

5.3 Orçamento de Materiais e serviço

O orçamento do material foi realizado em duas lojas na cidade de Teixeira de Freitas, pois é a cidade mais próxima da propriedade. Não é justificável comprar o material em

Vitória, por exemplo, pois acarretaria gasto no transporte de materiais pesados (postes e transformador).

Na tabela abaixo consta a lista de materiais com os respectivos preços, considerando sempre o menor valor dos dois orçamentos:

Tabela 10 - Lista de materiais do projeto da Rede de Distribuição

Item	Especificação	Unid.	Quant.	Preço	
				Unitário	Total
1.	Material				
1.1	Cabo de alumínio nu AWG 4 CAA	Kg	190	26,5	5035
1.2	Alça preformada distribuição AWG 4 CAA	PÇ	42	4	168
1.3	Chave fusível classe 15 kV - 100 A	PÇ	2	110	220
1.4	Poste concreto - Duplo T 11x200 daN	PÇ	1	945,5	945,5
1.5	Poste concreto - Duplo T 11x400 daN	PÇ	4	1465	5860
1.6	Poste concreto - Duplo T 11x600 daN	PÇ	1	1950	1950
1.7	Cruzeta concreto 90x110x20000 mm	PÇ	5	140	700
1.8	Cruzeta concreto 90x110x24000 mm	PÇ	2	184	368
1.9	Isolador pino porcelana 15 kV	PÇ	21	21	441
1.10	Transformador trifásico 30 kVA - 13,8 kV/ 380 V	PÇ	1	5650	5650
1.11	Suporte para transformado em poste DT (8mm c/ base)	PÇ	2	82,5	165
	Sub-total de Material				21502,5

O engenheiro da região que auxiliou no levantamento dos custos passou o orçamento do seu serviço para coordenar a execução da obra: R\$ 21.000,00. Neste orçamento estão inclusos todos os gastos com demais materiais necessários (parafusos, porcas, olhais, mão francesa, haste de aterramento, estais...) que ele possui sobressalente. Também estão inclusos no orçamento fornecido os gastos com “caminhão munck” e com os trabalhadores que auxiliarão no serviço. Todo o material gasto com malha de terra também será de responsabilidade do executante da obra.

Portanto, somando os gastos com materiais e serviços, será passado ao cliente um orçamento total para realizar a obra de R\$ 42.502,50. O tempo de execução estimado para o serviço será de 1 semana, trabalhando de segunda a sábado.

6 CONCLUSÕES

Ao final do projeto alcançou-se o objetivo pretendido, que era fornecer ao cliente condições de solicitar à concessionária a instalação da rede de distribuição já com dimensionamento das cargas e dos materiais necessários. Inclusive, já foi contatado um engenheiro da região que fará os ajustes finais no projeto e irá solicitar autorização da COELBA para realizar a instalação. Este mesmo engenheiro, auxiliado pelo autor deste projeto de graduação, irá coordenar a execução da obra.

O desenvolvimento baseou-se em fundamentos teóricos adquiridos ao longo do curso de Engenharia Elétrica, principalmente o conhecimento das disciplinas de Instalações Elétricas I, Instalações Elétricas II e Desenho Assistido por Computador.

Foi realizado um trabalho de campo para conhecer a necessidade do proprietário e realizar o levantamento das cargas, quando visitou-se propriedades com carga instalada similar à que o cliente tem interesse. Dessa forma, foi necessário verificar dados de placa em motores elétricos, conforme aprendido nas disciplinas Conversão Eletromecânica de Energia, Máquinas Elétricas I e Máquinas Elétricas II.

Conseguiu-se ao término deste vivenciar um pouco na prática o serviço de campo de engenheiros eletricitas que trabalham com projetos elétricos. Estes bravos companheiros, além de lidarem com normas técnicas que estão em constantes mudanças, devem se preocupar principalmente com as opiniões de clientes, que são muitas vezes exigentes, mas leigos em assuntos técnicos; todavia, são estes senhores que contratam os seus serviços, portanto, devem ser atendidos da melhor forma possível.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Norma NBR-5410. Instalações elétricas de baixa tensão. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. p.217. Março, 2008.

Norma NBR-5433. Redes de distribuição aérea rural de energia elétrica - Padronização. Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. p.93. Novembro, 1982.

Norma NBR-14039. Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV. Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. p.71. Junho, 2005.

Diretriz COELBA - Código SM04.08-01. Fornecimento de Energia Elétrica em Média Tensão. 3ª ed. p.3. Dez, 2011.

Diretriz COELBA - Código SM04.08-01.003. Fornecimento de Energia Elétrica em Média Tensão de Distribuição à Edificação Individual. 7ª ed. p.50. Ago, 2014.

Norma COELBA - Código VR01.01-00.001. Incorporação de Redes Particulares de Distribuição de Energia Elétrica. 3ª ed. p.9. Nov, 2010.

Norma COELBA - Código VR01.02-02.001. Elaboração de Projeto de Rede de Distribuição Aérea Rural. 2ª ed. p.24. Out, 2008.

Norma COELBA - Código VR01.02-02.004. Dimensionamento Mecânico de Rede de Distribuição Aérea Rural Classe 15 kV. 2ª ed. p.55. Março, 2009.

Mamede Filho, Joao, **Instalações Elétricas Industriais** / 8. Ed. Rio de Janeiro.

Mamede Filho, Joao, **Manual de Equipamentos Elétricos** / 3.ed.

Catálogo WEG - Automação: Minidisjuntores; Quadros e Acessórios de Distribuição; Interruptores; Dispositivos de Proteção; Disjuntores. Disponível em: <http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-minidisjuntores-mdw-disjuntores-em-caixa-moldada-predial-dwp-interruptores-rdw-e-dispositivos-spw-50009824-catalogo-portugues-br.pdf>. p.20. Acesso em 20 de Novembro de 2015.

Catálogo Prysmian - Baixa Tensão: Uso geral. Prysmian Group. Disponível em: <http://br.prysmiangroup.com/br/files/dimensionamento_bt.pdf>. Acesso em 08 de Novembro de 2015.

Elaboração de projetos de redes aéreas de distribuição rurais. Procedimentos de distribuição. CEEE-D – Companhia Estadual de Energia Elétrica - distribuição. p.29 Maio, 2012.

GASPAR, R. M. B. L. **Utilização de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor:** um estudo de caso na região de Toledo-PR. Dissertação de mestrado. Florianópolis, 2003.

SANTOS, E. L. B dos; NADIR, G. de. Produção de biogás a partir de dejetos de origem animal. Tekhne e Logos, Botucatu, São Paulo, v.4, n.2, pp. 81-90, agosto 2013.

SGANZERLA, E. **Biodigestores: uma solução.** Porto Alegre: Agropecuária, 1983.

GRUPO FOCKINK. Resfriadores de leite. Disponível em: <<http://br.viarural.com/agricultura/irrigacao/fockink/divisao-resfriadores.htm> >. Acesso em 3 de Dezembro de 2015.

Mapa Cachoeira do Mato/Bahia, vista satélite. Google Maps. Google. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/place/Cachoeira+do+Mato,+Teixeira+de+Freitas+-+BA/@-17.3076141,-40.1123438,48621m/data=!3m2!1e3!4b1!4m2!3m1!1s0x735620e481e76c1:0x6cbbaa4c10ff77f9>>. Acesso em 15 de Setembro de 2015.

Programa luz para todos. Disponível em: <<https://www.mme.gov.br/luzparatodos/asp/>>. Acesso em 25 de Setembro de 2015.

Energia Solar – ANEEL . Acesso em 20 de Novembro de 2015. <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar%283%29.pdf>

ANEXO 1

Projetos arquitetônicos com cotas da casa e do galpão para os quais será feito o projeto elétrico.

ANEXO 2

Projetos elétricos da casa e do galpão.

ANEXO 3

Projeto elétrico da rede de distribuição, conforme as orientações das normas da COELBA.