

**PLANEJAMENTO E PROJETO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA
EM PROPRIEDADES RURAIS: UM ESTUDO DE CASO NO CAMPUS RURAL DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE (UFS)**

**PLANNING AND DESIGN OF ELECTRICAL POWER DISTRIBUTION NETWORKS IN
RURAL PROPERTIES: A CASE STUDY AT THE RURAL CAMPUS OF THE FEDERAL
UNIVERSITY OF SERGIPE (UFS)**

 <https://doi.org/10.63330/aurumpub.052-005>

Tarsizio da Silva Santos

Graduado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Sergipe
E-mail: tbiotec@academico.ufs.br

José Mateus Bomfim Ramos

Graduado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Sergipe
E-mail: raisaemateus@academico.ufs.br

Mário Cupertino da Silva Júnior

Doutor em Engenharia Agrícola
Professor Associado na Universidade Federal de Sergipe
E-mail: mariocupertino@academico.ufs.br

Adonai Bastos Borges

Graduando em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Sergipe
E-mail: adonaiborgescj@gmail.com

Adson Andrade Barros

Graduado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Sergipe
Mestrando em Desenvolvimento e Meio Ambiente na Universidade Federal de Sergipe
E-mail: adsonandrade.agro@gmail.com

Thiago Herbert Santos Oliveira

Mestre em Recursos Hídricos
Técnico em Edificações na Universidade Federal de Sergipe
E-mail: thiagosipac@academico.ufs.br

Douglas Romeu da Costa

Doutor em Engenharia Agrícola
Professor Adjunto na Universidade Federal de Sergipe
E-mail: douglascosta@academico.ufs.br

Wendel de Melo Massaranduba

Mestre em Recursos Hídricos
Técnico em Agropecuária na Universidade Federal de Sergipe
E-mail: wendelj@academico.ufs.br

Manoel de Santana de Campos

Graduado em Engenharia Agrícola

Mestrando em Desenvolvimento e Meio Ambiente na Universidade Federal de Sergipe

E-mail: engenheiromanoelcampos@gmail.com

Ariovaldo Antônio Tadeu Lucas

Doutor em Ecologia Aplicada

Professor Associado na Universidade Federal de Sergipe

E-mail: aatlucas@academico.ufs.br

Resumo

O planejamento e o dimensionamento de redes de distribuição de energia elétrica em propriedades rurais constituem etapas fundamentais para garantir a eficiência, a segurança e a confiabilidade do fornecimento de energia. Este capítulo apresenta uma pesquisa aplicada, desenvolvida por meio de um estudo de caso, realizada no Campus Rural da Universidade Federal de Sergipe (UFS), com o objetivo de estabelecer critérios técnicos para o levantamento da demanda elétrica, definição da localização do transformador e do centro de distribuição, traçado da rede e dimensionamento dos condutores e demais componentes do sistema elétrico. A metodologia baseou-se no inventário das cargas instaladas, na análise da simultaneidade de operação dos equipamentos, no cálculo da demanda máxima, na determinação do centro de carga por coordenadas cartesianas e na aplicação dos critérios de capacidade de condução de corrente e de queda de tensão, conforme normas técnicas da concessionária de energia e regulamentações aplicáveis. Os resultados permitiram determinar a demanda máxima da instalação, especificar o transformador e os condutores mais adequados para cada trecho da rede, além de identificar divergências entre o dimensionamento obtido e o projeto elétrico existente, evidenciando situações de superdimensionamento e subdimensionamento de alguns circuitos. Conclui-se que a adoção de critérios técnicos de planejamento contribui para aumentar a eficiência, a segurança operacional e a racionalização dos custos em sistemas de distribuição de energia elétrica em ambientes rurais.

Palavras-chave: Demanda de carga; Dimensionamento de redes; Distribuição de energia elétrica; Eletrificação rural; Planejamento elétrico.

Abstract

The planning and sizing of electrical distribution networks in rural properties are fundamental steps to ensure the efficiency, safety, and reliability of energy supply. This chapter presents an applied research, developed thru a case study, conducted at the Rural Campus of the Federal University of Sergipe (UFS), with the aim of establishing technical criteria for the assessment of electrical demand, the definition of the transformer and distribution center locations, network layout, and the sizing of conductors and other

components of the electrical system. The methodology was based on the inventory of installed loads, the analysis of the simultaneity of equipment operation, the calculation of the maximum demand, the determination of the load center by Cartesian coordinates, and the application of current-carrying capacity and voltage drop criteria, in accordance with the technical standards of the energy utility and applicable regulations. The results allowed for the determination of the maximum demand of the installation, the specification of the transformer and the most suitable conductors for each section of the network, as well as the identification of discrepancies between the obtained sizing and the existing electrical project, highlighting situations of oversizing and undersizing of some circuits. It is concluded that the adoption of technical planning criteria contributes to increasing efficiency, operational safety, and cost rationalization in electrical distribution systems in rural environments.

Keywords: Electrical planning; Electric power distribution; Load demand; Network sizing; Rural electrification.

1 INTRODUÇÃO

A energia elétrica constitui um dos principais insumos para o desenvolvimento das atividades agropecuárias modernas, permitindo a utilização de equipamentos destinados ao bombeamento de água, sistemas de irrigação, climatização de instalações zootécnicas, processamento de produtos e mecanização de diversas operações realizadas no meio rural. À medida que novas tecnologias são incorporadas às propriedades rurais, aumenta também a necessidade de sistemas elétricos capazes de atender às demandas de forma segura, confiável e eficiente. Nesse contexto, o planejamento das redes de distribuição de energia elétrica torna-se uma etapa indispensável para garantir o adequado funcionamento das instalações e possibilitar futuras ampliações da infraestrutura elétrica (Filho et al., 2021).

O planejamento de redes elétricas em áreas rurais envolve um conjunto de procedimentos técnicos que compreendem o levantamento das cargas instaladas, a estimativa da demanda máxima, a definição da localização do transformador, a determinação do centro de carga, o traçado da rede e o dimensionamento dos condutores e dispositivos de proteção. Segundo Rojas-Zerpa e Yusta (2014), essas etapas são fundamentais para o desenvolvimento de sistemas de distribuição tecnicamente confiáveis e economicamente viáveis, uma vez que influenciam diretamente a qualidade do fornecimento de energia, a segurança operacional e os custos de implantação e manutenção da rede.

No Brasil, os projetos de instalações elétricas devem observar os requisitos estabelecidos pelas normas técnicas vigentes. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da NBR 5410, estabelece critérios para o projeto, a execução e a verificação de instalações elétricas de baixa tensão,

contemplando aspectos relacionados ao dimensionamento dos condutores, à proteção dos circuitos e aos limites admissíveis de queda de tensão (ABNT, 2004). Para sistemas de distribuição em propriedades rurais, esses requisitos devem ser complementados pelas normas e padrões técnicos das concessionárias de distribuição de energia elétrica. No caso da área de concessão da Energisa Sergipe, os projetos de redes rurais devem atender aos critérios estabelecidos na Norma de Distribuição Unificada NDU 007, que define os requisitos para elaboração de projetos de redes de distribuição em áreas rurais, em conformidade com as normas da ABNT, o PRODIST e as resoluções da ANEEL (Energisa, 2026).

Nesse contexto, este capítulo apresenta uma pesquisa aplicada, desenvolvida por meio de um estudo de caso realizado no Campus Rural da Universidade Federal de Sergipe (UFS), com o objetivo de apresentar e aplicar uma metodologia para o planejamento e o dimensionamento de uma rede de distribuição de energia elétrica em uma propriedade rural. Para atingir esse objetivo, foram realizados o levantamento das cargas elétricas das diferentes unidades consumidoras, o cálculo da demanda máxima, a definição da localização do transformador e do centro de distribuição, o traçado da rede elétrica e o dimensionamento dos condutores e demais componentes do sistema, considerando os critérios técnicos de capacidade de condução de corrente e de queda de tensão. Ao final, os resultados obtidos são comparados com o projeto elétrico existente do Campus Rural da UFS, permitindo avaliar a aplicação prática da metodologia empregada e discutir aspectos relacionados ao dimensionamento da rede elétrica.

2 METODOLOGIA

2.1 CÁLCULO DA DEMANDA DE CARGA

A determinação da demanda de carga foi realizada a partir do levantamento das cargas elétricas instaladas nos diferentes ambientes do Campus Rural da Universidade Federal de Sergipe (UFS). A relação das cargas levantadas e suas respectivas potências nominais é apresentada na Tabela 1. Posteriormente, as cargas foram agrupadas de acordo com a possibilidade de operação simultânea, permitindo a elaboração da tabela de distribuição de cargas, utilizada como base para o planejamento da demanda elétrica e para a redução da concentração de cargas em determinados períodos de funcionamento.

A consideração da operação simultânea de todas as cargas instaladas conduziria ao superdimensionamento da instalação elétrica, elevando os custos de implantação e comprometendo a viabilidade técnica e econômica do projeto. Dessa forma, a demanda foi estimada prevendo um percentual de demanda máximo das cargas que operarão em conjunto, considerando a simultaneidade de utilização dos equipamentos, permitindo representar de maneira mais realista as condições de operação do Campus Rural.

Na prática, dificilmente todas as cargas instaladas operarão simultaneamente, mas é importante especificar no planejamento e no projeto. A carga instalada é o somatório das potências nominais de todos

os equipamentos elétricos e pontos de luz existentes dentro do Campus Rural.

A potência máxima consumida em um determinado intervalo de tempo é denominada “Demanda Máxima” (DM), sendo esse parâmetro fundamental para a definição da potência do transformador responsável pelo atendimento da instalação elétrica do Campus Rural. O transformador tem a função de rebaixar a tensão proveniente da rede de distribuição para o nível de tensão utilizado pelas unidades consumidoras, assegurando o fornecimento de energia elétrica às edificações do campus. Caso a instalação fosse atendida por mais de um transformador, seria necessário determinar a demanda máxima correspondente à área de influência de cada equipamento. No presente estudo, entretanto, foi identificado apenas um transformador para o atendimento de toda a área analisada.

A DM será utilizada também para calcular as bitolas dos condutores de alimentação, os dispositivos de proteção e os demais componentes dos ramais de distribuição elétrica. Para isso, foi realizado o levantamento das potências das cargas instaladas nos diferentes ambientes do Campus Rural da Universidade Federal de Sergipe (UFS), contemplando tanto as cargas existentes quanto a previsão de futuras ampliações, com a finalidade de determinar a demanda elétrica da instalação. Para os equipamentos que apresentam fator de potência e rendimento, esses parâmetros também foram considerados nos cálculos, conforme apresentado na Tabela 2.

Observações: para os equipamentos iguais e que podem ser ligados simultaneamente, foi adotado o somatório de todas as potências, já para micro-ondas foi utilizado o critério da média aritmética para ter uma acurácia melhor, já que não sabemos com exatidão qual dos três será ligado naquele horário pré-estabelecido.

Tabela 1. Lista de potências das cargas instaladas dos ambientes do Campus Rural – UFS.

Ambientes	Equipamentos	Quantidade	Potência (kW)
Galpão principal	Estufa 1	1	9
	Estufa 2	1	8
	Estufa 3	1	6
	Geladeira	3	0,145
	Ar-condicionado	4	21,1
	Micro-ondas	3	1.133
	Ventilador	1	0,2
	Cafeteira	1	0,75
	Tv	1	0,027
	Bebedouro	1	0,31
	Computador	6	1,3
	Impressora	1	1,3
	Iluminação	-	2,1
Cunicultura	Ventilador	3	0,6
Casa do caseiro	Geladeira	3	0,184
	Ventilador	1	0,2
	Tv	1	0,027
	Iluminação	-	0,05

Fonte: Autores (2026).

Tabela 2. Cargas instaladas que requerem a consideração do fator de potência e do rendimento para o cálculo da demanda elétrica.

Ambientes	Equipamentos	Potência (cv)
Galpão das máquinas	Trituradora 1	7,5
	Ensiladeira 1	10
	Compressor de Ar 1	5
	Esmeril 1	1
Casa das bombas	Bomba 1	10
	Bomba 2	5
	Bomba 3	5
	Bomba 4	5
	Bomba 5	1,5
	Bomba 6	0,75
Casa da bomba Tec	Bomba Tec	5

Fonte: Autores (2026).

A determinação da demanda foi realizada individualmente para cada ambiente do Campus Rural, sendo posteriormente efetuado o agrupamento das cargas para obtenção da demanda total da instalação. A Tabela 3 apresenta o cálculo da demanda referente ao galpão principal, considerando os intervalos de maior consumo de energia elétrica. Nesse ambiente, a demanda máxima obtida foi de 38,49 kVA, registrada entre 8h e 9h. Os cálculos realizados para os demais ambientes são apresentados nas Tabelas 4 e 5.

Tabela 3. Distribuição e uso de cargas para o galpão principal do Campus Rural – UFS.

Tabela 5. Distribuição e uso de cargas para o galpão principal do Campus Rural – UFS.																	
Ambientes	Equipamentos	Pot. (W)	Horas do dia														
			6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Galpão principal	Estufa 1 *	9000	9000	9000	9000	9000	9000	9000	9000	9000	9000	9000	9000	9000	9000	9000	9000
	Estufa 2**	8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Estufa 3*	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
	Geladeiras	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750
	Ares- condicionados	2110 0	-	7032	17580	17580	7032	7032	7032	17580	17580	7032	7032	7032	-	-	-
	Micro-ondas	1133	1133	1133	-	-	-	-	1133	1133	-	-	1133	-	-	-	-
	Ventilador	200	-	-	-	200	-	-	200	200	-	-	200	200	-	-	-
	Cafeteira	750	750	750	750	-	-	-	750	750	750	-	-	750	-	-	-
	Tv	27	27	27	-	-	-	-	27	27	-	-	-	27	-	-	-
	Bebedouro	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310
	Computadores	1300	-	1300	1300	1300	1300	1300	-	-	1300	1300	1300	1300	-	-	-
	Impressora	1300	-	1300	1300	1300	1300	1300	-	-	1300	1300	1300	1300	-	-	-
Iluminação	2100	1500	1500	1500	1500	1500	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	2100	2100	2100	
Total (W)			19470	29102	38490	37940	27192	26692	26202	36750	37990	26692	28025	27669	18160	18160	18160
Total (kVA)			19,47	29,1	38,49	37,94	27,19	26,69	26,2	36,75	37,99	26,69	28,03	27,67	18,16	18,16	18,16
* As cargas das três estufas foram obtidas por meio de uma estimativa de funcionamento;																	
** O equipamento se encontra em mau funcionamento. O fator de potência das cargas dos ambientes foi considerado unitário, sendo 1kW = 1 kVA;																	
Pot. = Potência																	

Fonte: Autores (2026).

Tabela 4. Distribuição e uso de cargas para cunicultura do Campus Rural – UFS.

Ambientes	Equipamentos	Potência (W)	Horas do dia													
			6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Cunicultura	Ventiladores	600	-	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	-	-
Total (W)			-	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	-	-
Total (kVA)			-	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	-	-

Fonte: Autores (2026).

Tabela 5: Distribuição e uso de cargas para casa do caseiro do Campus Rural –UFS.

Ambientes	Equipamentos	Pot. (W)	Horas do dia														
			6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Casa do caseiro	Geladeiras	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750
	Ventilador	200													-	200	200
	TV	27													-	27	27
	Iluminação	50													-	50	50
Total (W)															750	1027	1027
Total (kVA)			0,95	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,9	0,9	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	1,03	1,03

Fonte: Autores (2026).

Observação: Notou-se que, no projeto elétrico da Universidade Federal de Sergipe, considerou-se que a demanda de carga da casa do caseiro é de 9540 VA, neste sentido e por conta da ampliação do campus rural, neste presente trabalho iremos adotar a carga estimada no projeto.

Embora a demanda obtida a partir das cargas atualmente instaladas na residência do caseiro seja inferior à demanda prevista no projeto elétrico original, optou-se por adotar o valor de 9,54 kVA por representar a condição de projeto após a ampliação do Campus Rural. Dessa forma, os dimensionamentos dos condutores e dos demais componentes do sistema elétrico permanecem compatíveis com a infraestrutura projetada para atender às futuras necessidades da unidade.

A Tabela 6 apresenta as características elétricas das cargas de força motriz do Campus Rural. A partir dessas informações, o cálculo da potência aparente em kVA foi realizado conforme os procedimentos descritos a seguir.

- $1\text{ cv} = 736\text{ W} = 0,736\text{ kW}$
- Potência Útil (PU) = $\text{cv} \times 0,736\text{ kW}$
- Rendimento (η) = fornecido pelo fabricante
- Potência Absorvida da rede (PA) = PU / η
- Fator de Potência (ϕ) = fornecido pelo fabricante
- Potência Aparente (VA) = PA / ϕ
- Potência Aparente (VA/1000) = Potência Total em kVA

O exemplo 1 descreve o cálculo da potência aparente em kVA da trituradora, do setor do galpão de máquinas. Esta trituradora possui 7,5 cv, conforme informação do fabricante.

Exemplo 1: Cálculo de potência aparente em kVA da trituradora:

$$\text{PU} = 7,5\text{ cv} \times 736 = 5520\text{ W} = 5,52\text{ kW}$$

$$\eta = 88,5\% = 0,885; \text{PA} = 5,52\text{ kW} / 0,885 = 6,23\text{ kW}$$

$$\phi = 0,88$$

$$\text{P}_{\text{APARENTE}} = 6,23\text{ kW} / 0,88 = 7,09\text{ kVA (demanda individual absorvida pela rede elétrica).}$$

Entretanto, quando se conhece com segurança os horários de funcionamento dos motores de tal setor, os cálculos de demanda podem ser feitos por meio de um estudo de simultaneidade de cargas, da mesma forma como realizado para o galpão principal (Tabela 3).

Tabela 6. Características das cargas elétricas de força motriz do Campus Rural - UFS.

Ambientes	Equipamentos	cv	Potência útil (W)	Rendimento (%)	FP	Potência Abs.	Pot. aparente (VA)	Potência total (kVA)
Galpão das máquinas	Trituradora 1	7,5	5520	88,5	0,88	6237,29	7087,83	7,09
	Ensiladeira 1	10	7360	87,9	0,88	8373,15	9514,94	9,51
	Compressor de Ar 1	5	3680	87,6	0,87	4200,91	4828,64	4,83
	Esmeril 1	1	736	87,5	0,88	841,14	955,84	0,96
Casa das bombas	Bomba 1	10	7360	89,6	0,88	8214,29	9334,42	9,33
	Bomba 2	5	3680	87,5	0,87	4205,71	4834,15	4,83
	Bomba 3	5	3680	85,6	0,87	4299,07	4941,45	4,94
	Bomba 4	5	3680	87,6	0,87	4200,91	4828,64	4,83
	Bomba 5	1,5	1104	85,7	0,88	1288,21	1463,88	1,46
	Bomba 6	0,75	552	88,4	0,87	624,43	717,74	0,72
Casa da bomba Tec	Bomba Tec	5	3680	85,6	0,87	4299,07	4941,45	4,94

Fonte: Autores (2026).

De posse dos valores obtidos nas Tabelas 3, 4, 5 e 6, foi elaborada a distribuição de uso das cargas da casa de bombas, apresentada na Tabela 7. Essa distribuição permitiu determinar a demanda máxima desse setor e subsidiou a elaboração da planilha de cálculo da demanda total do Campus Rural, apresentada na Tabela 8

Tabela 7. Distribuição e uso de cargas para casa de bombas do Campus Rural –UFS.

Pontos de Potência Consumo	Pot. (kW)	Horas do dia														
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Bomba 1	9,33	-	-	-	9,33	9,33	9,33	-	-	-	9,33	9,33	9,33	-	-	-
Bomba 2	4,83	-	4,83	4,83	-	-	-	-	-	4,83	4,83	-	-	-	-	-
Bomba 3	4,94	-	4,94	4,94	4,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bomba 4	4,83	-	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	-	-	-
Bomba 5	1,46	-	-	-	1,46	1,46	-	-	-	-	1,46	1,46	-	-	-	-
Bomba 6	0,72	-	0,72	-	-	0,72	-	-	0,72	0,72	-	-	0,72	-	-	-
Total (W)	-	0	15322	14604	20568	16345	14163	4829	5546	10381	20461	15627	14881	0	0	0
Total (kVA)	-	0,0	15,3	14,6	20,6	16,3	14,2	4,8	5,5	10,4	20,5	15,6	14,9	0,0	0,0	0,0

Fonte: Autores (2026).

Pela Tabela 8, é possível observar que a demanda máxima em kVA, calculada para o Campus Rural, ocorre das 8 às 9 horas, com o respectivo valor de 87,82 kVA. O transformador a ser instalado para suprir a demanda em baixa tensão deste Campus Rural deverá ter potência definida de acordo com os valores-padrão comercializados. Logo, esta escolha deverá ser o valor padrão imediatamente superior ao valor de

demanda, no caso, não haja coincidência com os valores obtidos pelos cálculos. Portanto, ao observar que o valor calculado para a demanda total foi de 87,82 kVA, e em posse das normas e tabelas de dimensionamento para unidades consumidoras rurais trifásicas, disponibilizadas pela distribuidora de energia elétrica (concessionária) responsável local, o transformador deverá ser então de 112,5 kVA, conforme ilustra a Tabela 8.

Tabela 8. Planilha de cálculo da demanda total do Campus Rural - UFS.

Pontos de Potência Consumo	Horas do dia															
	(kV A)	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Galpão principal	38,49	19,47	29,1	38,49	37,94	27,19	26,69	26,2	36,75	37,99	26,69	28,03	27,67	18,16	18,16	18,16
Casa do caseiro	1,03	0,95	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,98	0,98	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	1,03	1,03
Bomba 1	9,33	-	-	-	9,33	9,33	9,33	-	-	-	9,33	9,33	9,33	-	-	-
Bomba 2	4,83	-	4,83	4,83	-	-	-	-	-	4,83	4,83	-	-	-	-	-
Bomba 3	4,94	-	4,94	4,94	4,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bomba 4	4,83	-	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	-	-	-
Bomba 5	1,46	-	-	-	1,46	1,46	-	-	-	-	1,46	1,46	-	-	-	-
Bomba 6	0,72	-	0,72	-	-	0,72	-	-	0,72	0,72	-	-	0,72	-	-	-
Bomba tec	4,94	-	4,94	4,94	-	-	-	4,94	-	-	-	4,94	4,94	-	-	-
Triturador a	7,09	-	7,09	7,09	-	-	-	-	-	-	7,09	7,09	-	-	-	-
Ensiladeira	9,51	-	9,51	9,51	-	-	-	-	-	9,51	9,51	-	-	-	-	-
Compressor de Ar	4,83	-	4,83	4,83	4,83	-	-	-	4,83	4,83	-	-	-	-	-	-
Esmeril	0,96	-	-	-	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	-	-	-	-	-	-	-
Iluminação externa	6,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,50	6,50	6,50
Cunicultura	0,6	-	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	-	-	-
Cargas futuras	7	-	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
TOTAL		20,42	79,15	87,82	72,64	52,84	50,16	45,51	56,66	71,06	72,11	64,03	55,84	32,41	32,69	32,69

Fonte: Autores (2026).

A Tabela 9 mostra o fornecimento trifásico em média tensão com medição na BT em 220 / 127 V. Esta tabela pertence à ENERGISA. Inclusive, baseado nessa faixa de demanda em kVA, é possível obter outras especificações, como a do disjuntor termomagnético, do ramal de entrada, aterramento e dos condutores de proteção. No caso deste exemplo, seria considerado o transformador de 112,5 kVA e as respectivas especificações de: 300 A para o disjuntor, 185 mm² (cobre) para os condutores do ramal de entrada, 95 mm² para o condutor em cobre do aterramento.

Tabela 9. Fornecimento trifásico em média tensão com medição na BT em 220/127 V.

TRANSFORMADOR KVA	MEDIÇÃO		DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO (Limite Máximo) (A) (CC DE 10 KA)	CONDUTOR EPR OU XLPE 0,6/1 kV 90°C (MM2)	ELETRODUTO AÇO (mm)	CONDUTOR PVC 0,6/1 kV 70°C (MM2)	ELETRODUTO AÇO (mm)	POSTE (daN)
	MEDIDOR	TC						
15	Direto de 120A	-	50	3#10(10)	40	3#16(16)	40	600
30	Direto de 120A	-	90	3#25(25)	50	3#35(35)	50	600
45	Direto de 200A	-	125	3#70(35)	80	3#70(35)	75	600
75	Direto de 200A	-	200	3#95(50)	80	-	100	600
112.5	Trifásico	200:5	300	3#185(95)	100	3#300(150)	100	600
150	Trifásico	400:5	400	2x{3#95(50)}	2x100	2x{3#120(70)}	2x100	1000
225	Trifásico	400:5	600	2x{3#185(95)}	2x100	2x{3#300(150)}	2x100	1000
300	Trifásico	600:5	800	2x{3#240(120)}	2x100	2x{3#300(150)}	2x100	1000

Fonte: ENERGISA (2019), adaptado da NDU 002.

2.2 LOCALIZAÇÃO DO TRANSFORMADOR

A distribuição elétrica mais adequada seria aquela que considera o centro de carga elétrica da propriedade, para instalar a subestação abaixadora de baixa tensão, o padrão elétrico com o medidor, proteções e o centro dos ramais de distribuição. O centro de carga é o centro geográfico das cargas, posição da menor distância entre os pontos de consumo, levando em consideração a potência de cada um destes pontos.

Assim, os circuitos de distribuição (alimentadores) partirão do ponto central para cada edificação ou cargas externas da propriedade. Se locada corretamente a subestação diminui gastos com a distribuição elétrica e viabiliza a operação das cargas previstas. Para localizar o centro de carga, foi utilizado o mapa do Campus Rural e pontuar nele todas as cargas.

Com o auxílio da ferramenta Google Earth, foi extraída as coordenadas de latitude e longitude de cada ambiente. De posse de todos os pontos, o próximo passo foi criar um sistema cartesiano de coordenadas, cujos eixos possam tangenciar os pontos de referência, ou melhor, se possível tangenciar as divisas do Campus Rural. Assim, as coordenadas do centro de cargas (Xc e Yc) podem ser obtidas pelas relações:

$$X_c = (\text{Soma dos produtos da distância pela potência no eixo X}) / (\text{soma das potências})$$

$$Y_c = (\text{Soma dos produtos da distância pela potência no eixo Y}) / (\text{Soma das potências}).$$

As coordenadas das cargas foram apresentadas na Tabela 10 e ilustradas pela Figura 1. Para tanto, basta calcular Xc e Yc, como descrito anteriormente.

Tabela 10. Coordenadas das cargas do Campus Rural.

Número	Ambiente	Coordenadas		Potência (kVA)
		Eixo (X)	Eixo (Y)	
1	Galpão	696795	8791778	38,49
2	G. Maquinas	696791	8791752	22,39
3	C. Bombas	696814	8791799	20,60
4	Bomba-Tec	696854	8791797	4,94
5	Coelho	696709	8791793	0,6
6	Caseiro	696727	8791760	9,54

Fonte: Autores (2026).

O cálculo de X_c e Y_c , estão representados a seguir:

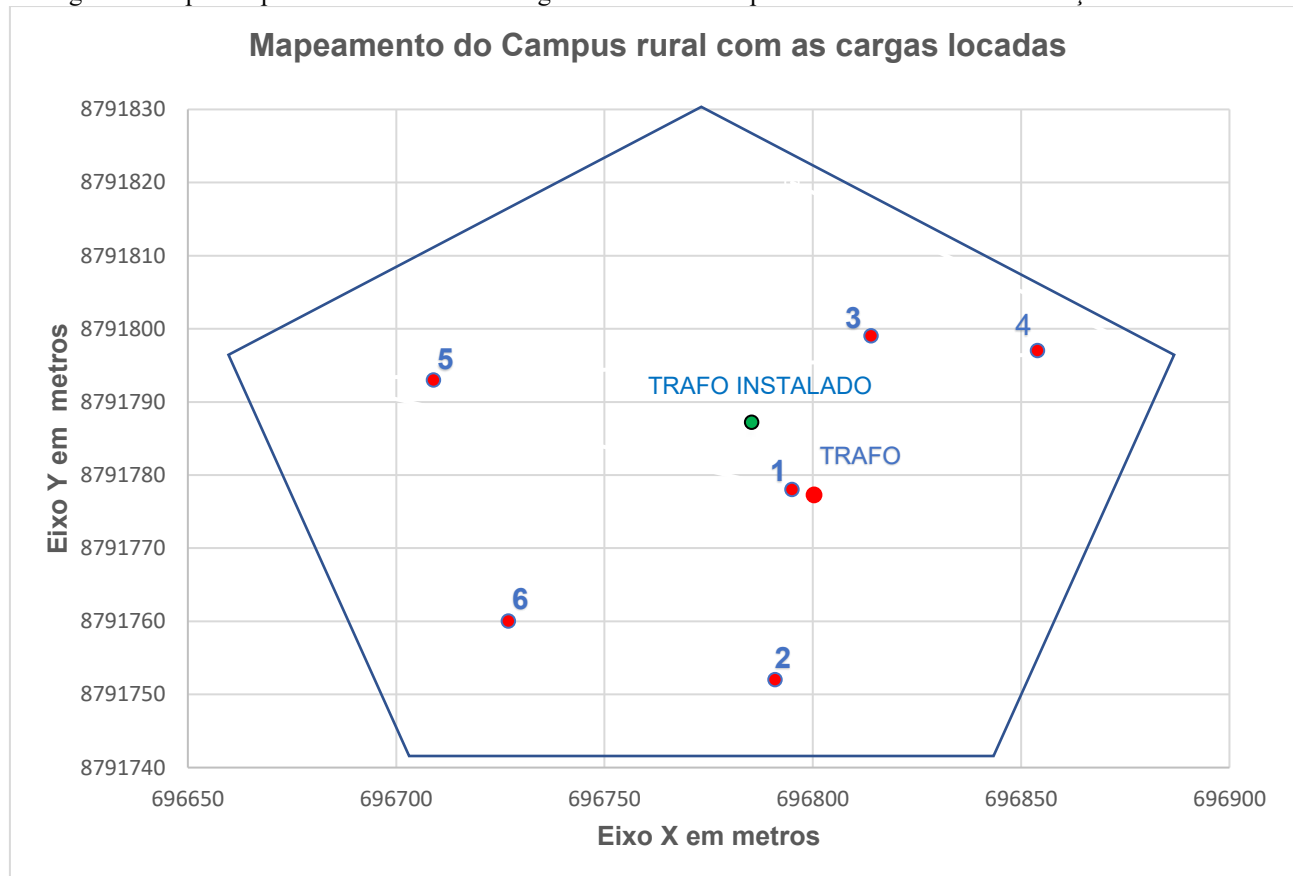
$$X_c = [(696795 \times 38,49) + (696791 \times 22,39) + (696814 \times 20,60) + (696709 \times 4,94) + (696727 \times 0,6) + (696727 \times 1,03)] / [(38,49 + 22,39 + 20,60 + 4,94 + 0,6 + 9,54)]$$

$$X_c = 696792,34 = \mathbf{696792,3 \text{ m}}$$

$$Y_c = [(8791778 \times 38,49) + (8791752 \times 22,39) + (8791799 \times 20,60) + (8791797 \times 4,94) + (8791793 \times 0,6) + (8791760 \times 1,03)] / [(38,49 + 22,39 + 20,60 + 4,94 + 0,6 + 9,54)]$$

$$Y_c = 8791777,3 = \mathbf{8791777,3 \text{ m}}$$

Figura 1. Mapa dos pontos cartesianos das cargas locadas do Campus Rural e com suas demarcações de fronteiras.



Fonte: Autores (2026).

No ponto Xc e Yc é que deve-se localizar o centro de carga, que no caso abrigará o transformador. Nos cálculos, o local a ser locado o transformador do Campus Rural seria no ponto especificado como TRAFO, ao lado do galpão principal. Porém, na prática o transformador está localizado no ponto verde. Nesse caso, os engenheiros escolheram outro ponto, mas mantendo a maior proximidade possível do centro de carga calculado.

2.3 CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO

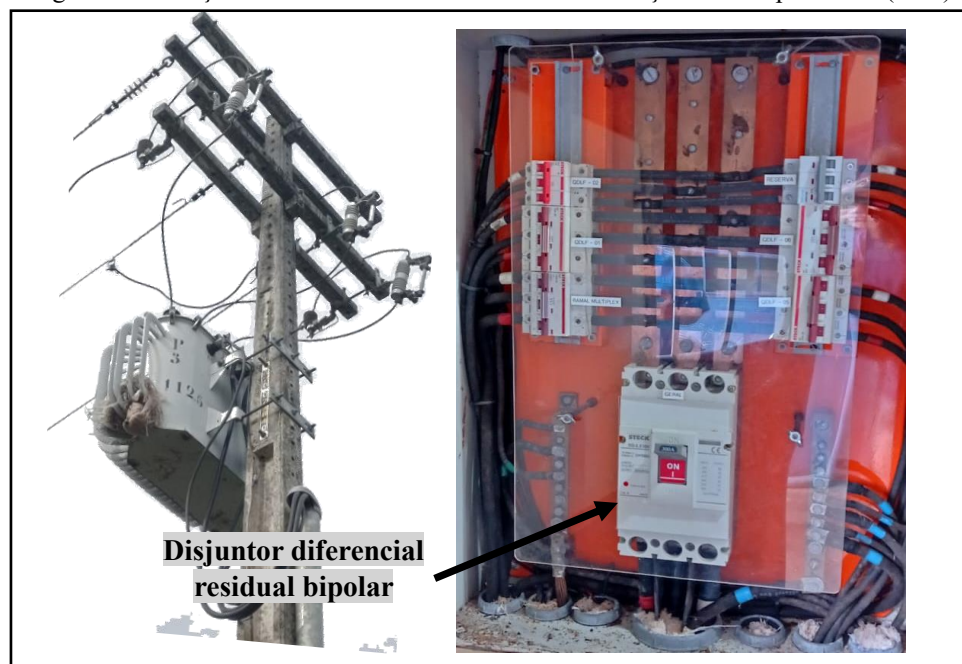
O centro de distribuição é o local onde estão reunidos os dispositivos que permitem comandar e proteger todos os ramais de conexão que distribuem energia no Campus Rural. Em síntese, é o lugar onde se encontram os quadros de distribuição, contendo os barramentos de fases, neutro e terra, os dispositivos de proteção e o comando, como os disjuntores termomagnéticos.

Quando o transformador não é instalado próximo ao centro de carga, sugere-se instalar então, nesta proximidade, o centro de distribuição. Lembrando que é do disjuntor termomagnético ou também chamado de chave de proteção e comando geral, que fica junto ao medidor no padrão de entrada, é que parte o ramal principal de conexão ou alimentador geral, até o centro de distribuição que se localiza no quadro de distribuição.

No centro de distribuição é que se concentram os dispositivos de proteção e comando para os diversos ramais de conexão de todo o Campus Rural. Nele podem haver também chaves de proteção do tipo fusíveis. A instalação do centro de distribuição proporciona vantagens quanto a segurança, poder de ampliação e minimização de custo.

No quesito segurança, a queda por curto-circuito ou sobrecarga em um dos ramais ou pontos de consumo não desarma todo o sistema. Quando surge a necessidade de ampliação de alguma parte do Campus Rural, e consequentemente a carga conectada é alterada ou novas cargas são conectadas, os outros ramais não são afetados. E no quesito custo, quando se tem um traçado mais eficiente e otimizado da rede de distribuição, os custos com as linhas condutoras consequentemente são reduzidos. A Figura 2 ilustra dois quadros de distribuição, que podem estar localizados em centros de distribuição.

Figura 2. Ilustração do transformador e centro de distribuição do Campus Rural (UFS).



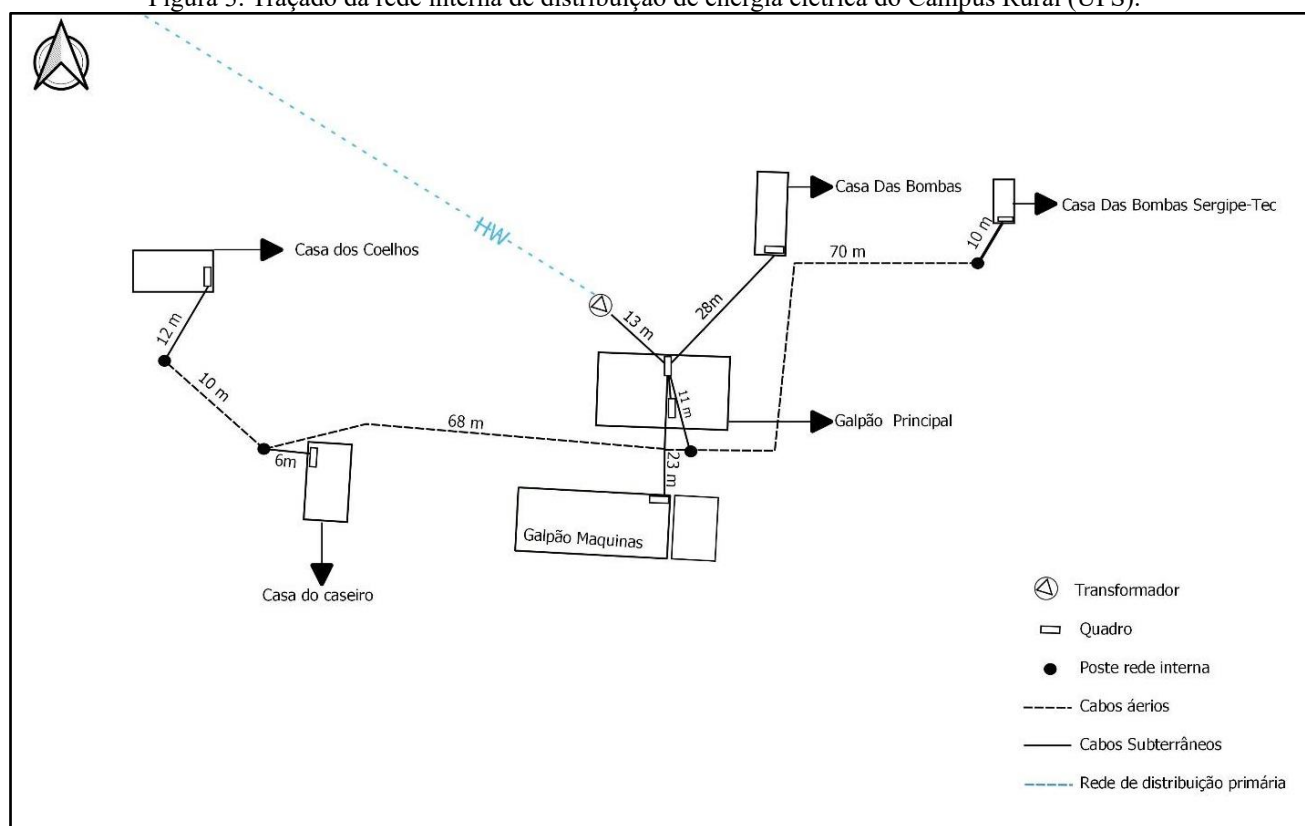
Fonte: Arquivo Pessoal (2023).

2.4 TRAÇADO DA REDE

Após definido o valor da demanda de potência total do Campus Rural e do transformador, é definido seu local de instalação, o próximo passo foi definir o sistema a ser utilizado na baixa tensão trifásica. Esta escolha passou-se por uma análise econômica e estar em concordância com a concessionária fornecedora de energia.

A partir desse passo é que se tornou apto a elaboração do planejamento da rede de distribuição interna de energia elétrica no Campus Rural. Para tanto, como primeira etapa, houve a necessidade de construção do mapa do Campus Rural com os respectivos ambientes de consumo locados (Figura 3). Sendo que as cargas futuras poderão ser locadas, desde que as posições de instalação sejam conhecidas. Caso contrário, elas serão posicionadas quando forem implantadas, já que o sistema está preparado para recebê-las, conforme mencionado anteriormente. Lembrando que foram adotadas as normas da ABNT, além de prover eficiência e menor custo.

Figura 3. Traçado da rede interna de distribuição de energia elétrica do Campus Rural (UFS).



Fonte: Arquivo Pessoal (2023).

2.5 CÁLCULO PELO CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE

1º Passo: Utilizando-se a propriedade tomada como exemplo nos itens anteriores, bem como seu traçado de rede, ilustrado pela Figura 3, calcular as correntes em todos os trechos da instalação. Sabendo-se que as cargas são alimentadas por três fases e um neutro (220V/127V). Vale lembrar que, a partir do ramal de ligação, os condutores serão todos de cobre, menos os cabos multiplexados que estão na parte aérea que são de alumínio. Na figura 4, ilustra o traçado da rede, suas cargas e as respectivas distâncias.

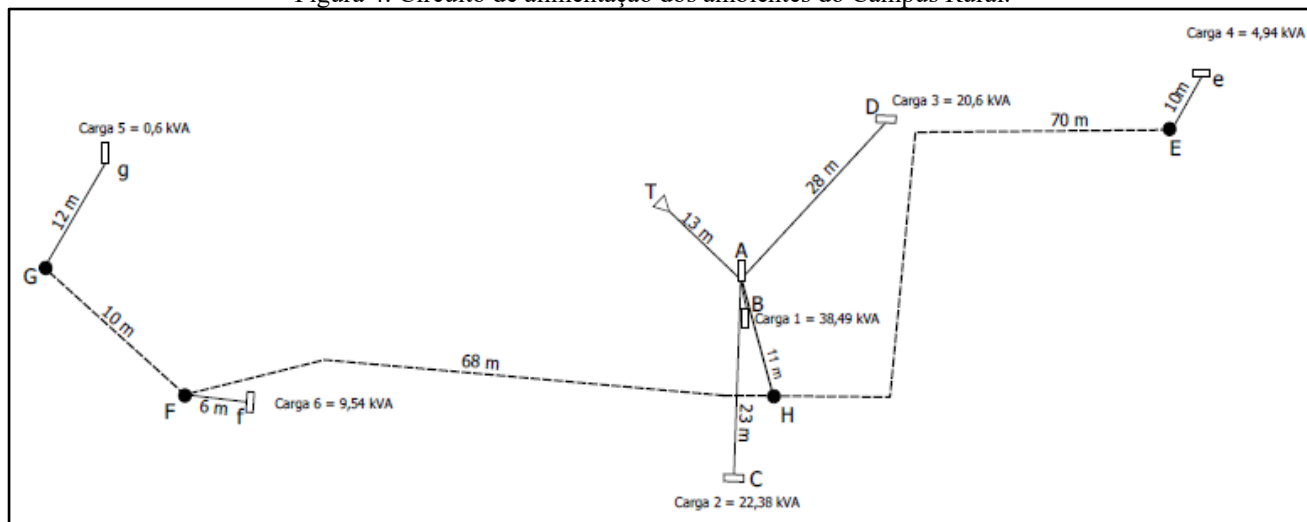
Circuitos alimentados por transformador trifásico:

Cargas trifásicas ligadas entre duas fases (tensão = 220V), utiliza-se a seguinte equação:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times 220} = \frac{P}{380} ; \text{ no qual } I = \text{corrente em Ampéres (A)}; P = \text{potência em VA (volts-ampere)}.$$

Com as correntes, pode-se dimensionar os condutores do ramal de ligação de cada unidade e dos diversos trechos da rede elétrica, pelo critério da capacidade de condução de corrente, utilizando-se a Tabela 11.

Figura 4: Circuito de alimentação dos ambientes do Campus Rural.



Fonte: Arquivo Pessoal (2023).

2 ° Passo: Cálculo e dimensionamento dos Ramais de Ligação.

Como se trata de um circuito alimentado por um transformador trifásico, será utilizado a seguinte equação para o cálculo da demanda de corrente

$$I = \frac{P}{380}$$

Ramal de Ligação F – f

Observação: reforçando, como no projeto elétrico da Universidade Federal de Sergipe, considerou-se que a demanda de carga da casa do caseiro é de 9540 VA, neste sentido e por conta da ampliação do Campus Rural, neste presente trabalho iremos adotar a carga estimada no projeto.

$$\text{Carga 6} = 5,54\text{kVA} = 5540 \text{ VA}$$

$$I = \frac{P}{380} = \frac{5540}{380} = 14,58 \text{ A}$$

Pela Tabela 11 seleciona-se o condutor de cobre 3x1x10(10), que suporta até 43A, para o Ramal de ligação F-f.

Tabela 11. Corrente e potência máxima admissíveis para o ramal de ligação.

Ramal	Corrente máx. admissível	Tensão (V)				
		Trifásico		Monofásico		
		380	220	230	127	115
(mm ²)	(A)	Potência (VA) máx. admissível				
1x1x10+10	54		11.880	12.420	6.858	6.210
1x1x16+16	72		15.840	16.560	9.144	8.280
1x1x25+25	98		21.560	22.540	12.446	11.270
2x1x10+10	43	18.920	10.922	9.890		
2x1x16+16	57	25.080	14.478	13.110		
2x1x25+25	79	34.760	20.066	18.170		
2x1x70+70	154	67.760	39.116	35.420		
3x1x10+10	43	18.920	16.385			
3x1x16+16	57	37.516	21.720			
3x1x25+25	79	51.996	30.103			
3x1x35+35	97	63.843	36.962			
3x1x70+70	154	101.360	58.682			
3x1x120+70	224	147.432	85.355			
3x1x185+120	370	243.526	140.989			

Fonte: NDU 001 Energisa.

Da mesma forma, calcula-se e dimensiona-se os condutores dos demais ramais:

G - g: $I = 600/220 = 2,73$ A (Condutor de cobre 3x1x10(10));

E - e: $I = 4940/220 = 22,45$ A (Condutor de cobre 3x1x10(10));

3º Passo: Cálculo e Dimensionamento dos Circuitos Alimentadores.

Observações:

Não existe ramal de ligação nas cargas 1, 2, 3 e no trecho A-H por se tratar de instalações subterrâneas;

Trecho A-B

QDFL GERAL $\longrightarrow$ GALPÃO PRINCIPAL (QDLF 01)

Carga 1 = 38,49 kVA = 38490 VA

$$I = \frac{P}{380} = \frac{38490}{380} = 101,29A$$

(Condutor de cobre 3x1x70(70))

Trecho A-C

QDFL GERAL  GALPÃO DE MÁQUINAS (QDLF 02)

Carga 2 = 22,38 kVA = 22380 VA

$$I = \frac{P}{380} = \frac{22380}{380} = 59,89A$$

(Condutor de cobre 3x1x25(25))

Trecho A-D

QDFL GERAL  CASA DAS BOMBAS (QDLF 05)

Demanda de cargas para casa de bombas ilustrada na Tabela 7.

Carga 2 = 20,60 kVA = 20600 VA

$$I = \frac{P}{380} = \frac{20600}{380} = 54,21A$$

(Condutor de cobre 3x1x16(16))

Trecho A-H

QDFL GERAL  RAMAL DE LIGAÇÃO PARA A REDE AÉREA (REDE 06).

Somatório da demanda de carga da casa do caseiro, da cunicultura, da casa de bomba-tec e da iluminação externa.

Carga A-H = 20,98 kVA = 20980 VA

$$I = \frac{P}{380} = \frac{20980}{380} = 55,2A$$

(Condutor de cobre 3x1x16(16))

Trecho TRAFO-A

TRANSFORMADOR  QDFL GERAL

Carga 2 = 87,82 kVA = 87820 VA

$$I = \frac{P}{380} = \frac{87820}{380} = 231,1A$$

(Condutor de cobre 3x1x185(120))

Trecho H-F (parte aérea)

Neste trecho será contabilizado a demanda de carga da iluminação externa (5,25 kVA), da casa do caseiro (9,54 kVA) e da cunicultura (0,6 kVA).

Obs: para as cargas de iluminação externa, só foram consideradas as cargas com demanda para o lado oeste do ramal de ligação da rede.

Carga A - F = 5,25 + 9,54 + 0,6 = 15,39 KVA

$$I = \frac{P}{380} = \frac{15390}{380} = 40,5A$$

Portanto, conforme a descrição na Tabela 12 de Características elétricas de cabos multiplexados CA/CAL isolados com Neutro isolado, o condutor é de alumínio 3x1x35(35).

Tabela 12. Características elétricas de cabos multiplexados CA/CAL isolados com Neutro isolado – XLPE – 0,6/1 kV.

Construção Fase/Neutro (CA/CAL) (mm ²)	Reatância Indutiva (XLf) (ohm / km)	Corrente Admissível no Condutor Fase	Resistência Elétrica do Condutor Fase	Mensageiro (CAL)	
		Temperatura Nominal 90 °C (Ampéres)	Resistência Elétrica 90 °C (ohm / km)	Corrente Admissível 90 °C (Ampéres)	Resistência Elétrica 90 °C (ohm / km)
3x1x35+35	0,10579	97	1,1127	62	1,2506
3x1x70+70	0,09662	154	0,571	98	0,632
3x1x120+70	0,07185	224	0,3414	140	0,632

Fonte: NDU 004.3 Energisa.

Trecho F-G (parte aérea)

Neste trecho, a carga será a mesma da cunicultura, neste sentindo a demanda de corrente será de 2,73 A.

Trecho H-E (parte aérea)

Neste trecho, será contabilizado a demanda de carga da casa da bomba Tec (4,94 kVA) e a iluminação externa do lado leste em comparação ao ramal de ligação da rede (2,75 kVA).

$$I = \frac{P}{380} = \frac{7690}{380} = 20,24A$$

(Condutor de alumínio 3x1x35(35))

Observação:

3x1x35(35) = o trecho possui 3 cabos de bitolas de 35 mm² nas fases e 1 cabo de 35 mm² no neutro (entre parênteses);

3x1x185(120) = o trecho possui 3 cabos de bitolas de 185 mm² nas fases e 1 cabo de 120 mm² no neutro (entre parênteses);

2.6 CÁLCULO PELO CRITÉRIO DA QUEDA DE TENSÃO

Na NDU 007 cita que para os circuitos secundários, deverão ser adotados os critérios previstos NDU-006 – Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de redes de Distribuição Aéreas Urbanas. Segundo a NDU 006, o limite de queda de tensão deve ser:

3% na rede de Baixa Tensão;

1% no ramal de ligação;

4% caso o ramal derive diretamente do secundário do transformador.

Embora a NDU 006 estabeleça esses limites máximos admissíveis, para os trechos internos do Campus Rural adotou-se como referência o limite de 2% especificado no Memorial Descritivo do projeto elétrico da Universidade Federal de Sergipe, por se tratar de um critério mais restritivo e compatível com o projeto original da instalação.

O processo de cálculo elétrico utilizado para fins de projeto de redes secundárias é o dos coeficientes de queda de tensão em %/kVA x 100 m, sendo a carga sempre considerada equilibrada.

Por conta da falta de dados nas tabelas fornecidas pela empresa Energisa para o cálculo da Queda de Tensão, para os condutores de cobre obtidas pelo critério da capacidade máxima admissível de corrente, foi decidido fazer o cálculo da queda de tensão para os condutores de cobre e de alumínio AWG, com as transformações para os valores em mm^2 aproximado com o calculado no dimensionamento em função da corrente, conforme descrito na tabela 13.

Tabela 13. Modelo de cálculo de queda de tensão.

TRECHO		CARGA			CONDUTORES	QUEDA DE TENSÃO		
Designação	Comprimento	Distribuída no trecho	Acumulada no trecho	Total		Unitária	No trecho	Total
A	B	C	D	$((C/2)+D)*B=E$	F	G	$E*G=H$	I
Primária	Km	MVA	MVA	MVAxKm				
Secundária	100 m	kVA	kVA	kVAx100m	Nº AWG	%	%	%
TR-A	0,130	0,00	87,82	11,42	3x1x185(120)	-	-	-
A-B	0,01	0,00	38,49	0,39	3#4/0(4/0)	0,070	0,027	0,03
A-C	0,230	0,00	22,38	5,15	3#2(2)	0,147	0,757	0,76
A-D	0,280	0,00	20,6	5,77	3#4(4)	0,211	1,217	1,22
A-H	0,110	0,00	20,98	2,539	3#4(4)	0,211	0,536	0,54
H-F	0,680	1,25*	9,54	10,17	3x1x35(35)***	0,198	2,014	2,00
F-G	0,780	11,04**	0,6	4,77	3#4(4)***	0,311	1,483	3,48
H-E	0,700	2,75*	4,94	4,42	3#4(4)***	0,311	1,375	1,37
E-c	0,100	0,00	4,94	0,50	3#6(6)	0,311	0,155	0,15
G-g	0,120	0,00	0,6	0,072	3#6(6)	0,311	0,022	0,02
F-f	0,060	0,00	9,54	0,57	3#6(6)	0,311	0,177	0,18

*Foi considerado a demanda de carga da iluminação externa para as cargas distribuída no trecho. Sendo que para o trecho H-F, a iluminação do lado oeste do ramal de ligação H (uma quantia de 22 lâmpadas com aproximadamente 250 W de demanda de cada carga) e para o trecho H-G lado leste (quantia de 11 lâmpadas). ** Iluminação externa do lado leste mais carga da casa do caseiro. *** Rede aérea de alumínio multiplexado.

Fonte: NDU 006, Energisa (adaptada).

Para a bitola de fio de 3#4(4) AWG no trecho F-G, pelo critério da queda de tensão para rede de baixa tensão, a bitola não atendeu, neste sentido, será elevado para 3#2(2) onde $G = 0,211$ como mostrado na tabela 13.

$$I_{F-G} = E_{F-G} \times G_{F-G} = 4,77 \times 0,211 = 1 \%$$

A queda de tensão máxima para este circuito é de 3%, para achar a queda de tensão no circuito H-F é só fazer a soma com a queda de tensão no trecho F-G.

$$I_{total} = I_{H-F} + I_{F-G} = 1,00 + 2,00 = 3,00 \%$$

Atendeu o limite, logo a bitola do fio de alumínio a ser instalado será de 3x1x35(35), para o trecho H-F e para o trecho F-G de 3#2(2) AWG que equivale aproximadamente 33 mm². Para os demais trechos, foi utilizado como referência a queda de tensão máxima de 2% descrita no documento “Memorial Descritivo” do projeto elétrico da UFS. Logo, os demais condutores estão dentro da queda de tensão admissível.

Observação:

3#1/0(1/0) = o trecho possui 3 cabos de bitolas de 1/0 AWG nas fases e 1 cabo de 1/0 AWG no neutro (entre parênteses);
3#6(6) = o trecho possui 3 cabos de bitolas de 6 AWG nas fases e 1 cabo de 6 AWG no neutro (entre parênteses);
4/0 AWG = 107 mm²; 4 AWG = 21 mm²; 6 AWG = 13 mm²

Para a verificação da queda de tensão dos condutores, foram adotados os valores apresentados na Tabela 14, extraída da NDU 006 da concessionária de energia local (Energisa). Essa tabela fornece os coeficientes de queda de tensão para diferentes seções de condutores, materiais e fatores de potência, servindo como base para o dimensionamento da rede elétrica.

Tabela 14. Queda de tensão em cabos aéreo secundário.

Seção Transversal do Condutor.	V = 220/127 V - Rede de Baixa tensão.			
	Sem Alma (CA)		Condutor de Cobre	
	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8
3 Fases				
3 # 6(6) (*)	-	-	0,529	0,311
3 # 4(4) (*)	0,333	0,311	0,207	0,211
3 # 2(2) (*)	0,209	0,211	0,131	0,147
3 # 1/0(1/0) (*)	0,123	0,146	0,084	0,107
3 # 4/0(1/0) (*)	0,066	0,090	0,042	0,070
3x1x35+35	0,231	0,198	-	-
3x1x70+70	0,118	0,106	-	-
3x1x120+70	0,071	0,068	-	-
3x1x185+120	0,044	0,050	-	-

Fonte: NDU 006.

3 CONCLUSÃO

O Campus Rural tem suas características específicas, próprias e variadas, assim, faz-se necessário análises pontuais e individualizadas, caso a caso, para cada ambiente. É talvez arriscado e imprudente padronizar qualquer tipo de padronização de modelos, equações ou fórmulas, no perfil deste tipo de consumidor de energia elétrica, com relação ao fator de demanda.

A determinação de demanda dessa forma exige grande conhecimento de operação do Campus Rural e certa experiência profissional. Portanto, é importante conhecer bem as cargas que serão utilizadas nos mais variados processos agrícolas. Houve também a falta de informações concernentes às tabelas de cálculo de dimensionamento dos ramais de ligação, por parte da empresa concessionária de energia elétrica.

Pelo critério da capacidade de condução de corrente, os condutores do trecho A-B (QDFL GERAL para QDLF 01), os condutores de cobre calculado foi 3x1x70(70) e no projeto fornecido pela UFS 3x1x35(35). Neste trecho a corrente foi de 101,29A, e na tabela 10, a corrente admissível 79 A pula para 154 A, e suas bitolas respectivamente são 25 mm² e 70 mm². Como a tabela não nos forneceu qual é a corrente admissível para o condutor de 35 mm², foi considerado a bitola de 70 mm².

Trecho A-C (QDFL GERAL para QDLF 02), os condutores de cobre calculado foi 3x1x25(25) e no projeto fornecido pela UFS 3x1x16(16). Pelos cálculos feitos neste presente projeto, os condutores do QDFL GERAL para QDLF 02 em comparação ao projeto elétrico do campus rural estão superdimensionados.

Trecho A-D (QDFL GERAL para QDLF 05), os condutores de cobre calculado foi 3x1x16(16) e no projeto fornecido pela UFS 3x1x35(35). Pelos cálculos feitos neste presente projeto, os condutores do

QDFL GERAL para QDLF 02 em comparação ao projeto elétrico do campus rural estão mal dimensionados.

Trecho A-H (QDFL GERAL para REDE 06), os condutores de cobre calculado foi 3x1x16(16) e no projeto fornecido pela UFS 3x1x35(35). Pelos cálculos feitos neste presente projeto, os condutores do QDFL GERAL para QDLF 02 em comparação ao projeto elétrico do campus rural estão mal dimensionados. É importante frisar que neste trecho a carga da cunicultura foi considerada a real, ou seja, o que está sendo utilizado atualmente. Se fosse considerada a carga do fornecida no projeto da UFS (21,109kV), a carga total seria 42 kV e a corrente seria de 110 A. Como comentado no trecho A-B, na tabela fornecida pela concessionária energisa na NDU 001, não temos a corrente admissível para o condutor de 35 mm², nessa ótica o condutor que seria considerada para este trecho seria a de 70 mm².

Trecho TRAFO para QDFL GERAL, os condutores de cobre calculado foi 3x1x185(120) e no projeto fornecido pela UFS 3x1x185(95). Pelos cálculos feitos neste presente projeto, os condutores do TRAFO para QDFL GERAL em comparação ao projeto elétrico do campus rural estão bem dimensionados. Pelo critério da queda de tensão, o condutor calculado foi 3x1x185(120), como o calculado pelo critério da capacidade de condução de corrente.

Trechos H-F (Rede 06 para casa do caseiro) parte aérea, os condutores de alumínio calculado foi 3x1x35(35) e no projeto fornecido pela UFS 3x1x70(70). Esse trecho tem influência das cargas de iluminação externa, casa do caseiro e da cunicultura, e nos cálculos feito neste projeto considerou-se a carga da cunicultura 0,6 kV, como exposto no trecho A-H. se fosse considerado a carga do projeto elétrico do campus rural, a carga total seria 35,9 kV e a corrente 94,47 A, pela tabela 11, da NDU 004.3 os condutores seria de 3x1x35(35), ou seja, o mesmo calculado para a carga de 0,6 kV da cunicultura. Pelos cálculos feitos neste presente projeto, os condutores do trecho H-F, em comparação ao projeto elétrico do campus rural estão mal dimensionados.

Trecho F-G (Casa do caseiro para a cunicultura) parte aérea, os condutores de alumínio calculado foram 3x1x35(35) e no projeto fornecido pela UFS 3x1x25(25). Na tabela 11, para cabos multiplexados fornecida pela empresa Energisa na NDU 004.3, só é fornecido os condutores para a corrente admissível acima de 97 A, por conta disso, foi considerada a bitola de 35 mm². Considerando a carga real da cunicultura a corrente máxima é de 2,73^a e se a carga fosse a do projeto elétrico do campus rural a corrente seria de 55,5 A. Nessa ótica, a duas correntes deu abaixo da corrente inicial fornecida na tabela 11, sendo assim, pode ser que a bitola recomendável seja a fornecida no projeto elétrico do campus rural.

Trecho H-F (Rede 06 para casa da bomba tec) parte aérea, os condutores de alumínio calculado foi 3x1x35(35) e no projeto fornecido pela UFS, aproximadamente 3x1x70(70). Pelos cálculos feitos neste presente projeto, os condutores do Trecho H-F, em comparação ao projeto elétrico do campus rural, estão mal dimensionados.

Por conta da falta de dados nas tabelas fornecidas pela empresa Energisa para o cálculo da Queda de Tensão, para os condutores de cobre obtidas pelo critério da capacidade máxima admissível de corrente, foi decidido fazer os cálculos da queda de tensão para os condutores em AWG para fins didáticos e por este motivo não será de grande importância compara com os condutores do projeto elétrico oficial do campus rural.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

Da SILVA JÚNIOR, M.C. **Apostila de Eletrificação Rural**. Parte I. DEAGRI (UFS). 2023.

ENERGISA. **NDU 001**: Fornecimento de energia elétrica em baixa tensão. Versão 6.3, outubro de 2020.

ENERGISA. **NDU 002**: Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária. Versão 5.2. Junho/2019.

ENERGISA. **NDU 004.3**: Instalações Básicas para Construção de Redes de Distribuição de Baixa Tensão Multiplexadas. Revisão 5.0. Agosto de 2018

ENERGISA. **NDU 005**: Instalações Básicas para Construção de Redes de Distribuição Rural. Revisão 5.0 Agosto / 2018.

ENERGISA. **NDU 006**: Critérios básicos para elaboração de projetos de redes de distribuição aérea urbana. Versão 6.0, janeiro de 2023.

ENERGISA. **NDU 007. Critérios Básicos Para Elaboração de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas Rurais**. Versão 5.0. Agosto de 2020.

FILHO, Vinicius Gadelha T.; CORIGLIANO, Silvia; DIMOVSKI, Aleksandar; BOLOGNESI, Massimo; MERLO, Marco. Rural electrification planning based on graph theory and geospatial data: A realistic topology oriented approach. **Sustainable Energy, Grids and Networks**, v. 28, 2021. DOI: 10.1016/j.segan.2021.100525. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.segan.2021.100525>.

GOES, F. **Projeto de instalações elétricas do Campus Rural (UFS)**, 2015.

ROJAS-ZERPA, J. C.; YUSTA, J. M. Methodologies, technologies and applications for electric supply planning in rural remote areas. **Energy for Sustainable Development**, v. 20, p. 66-76, 2014. DOI: 10.1016/j.esd.2014.03.003.