

# *Critérios para Elaboração de Projetos de Subestações*

*ENERGISA/GTCD-NRM/Nº003/2019*

## **Norma de Distribuição Unificada**

**NDU - 048**

Versão 2.0 - Setembro/2017



## Apresentação

Esta norma técnica estabelece os padrões gerais para construção de subestação nas áreas de concessão do Grupo Energisa, tendo como objetivo principal definir todos os critérios técnicos para construção de subestações

Esta norma técnica poderá, em qualquer tempo, sofrer alterações por razões de ordem técnica ou legal, motivo pelo qual os interessados devem, periodicamente, consultar as concessionárias do Grupo Energisa S.A. quanto a eventuais modificações.

As cópias e/ou impressões parciais ou em sua íntegra deste documento não são controladas.

A presente revisão desta norma técnica é a versão 2.0, datada de setembro de 2017.

**João Pessoa - PB, Setembro de 2017.**

### **GTD - Gerência Técnica de Distribuição**

Esta norma técnica, bem como as alterações, poderá ser acessada através do código abaixo:





## Aprovação Técnica

**Gioreli de Sousa Filho**

Grupo Energisa

**Tercius Cassius Melo de Moraes**

Grupo Energisa



## Sumário

1.	INTRODUÇÃO .....	5
2.	APLICAÇÃO .....	6
3.	CLASSIFICAÇÃO DA SUBESTAÇÃO .....	9
4.	PROCEDIMENTO DE UTILIZAÇÃO DA NDU .....	11
5.	CAMADAS TECNOLÓGICAS APLICADAS.....	12
6.	RESUMO DOS DOCUMENTOS (NDU) APLICÁVEIS.....	13
7.	HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO .....	16

# 1. INTRODUÇÃO

Esta norma técnica estabelece os padrões gerais para construção de subestação nas áreas de concessão do Grupo Energisa, tendo como objetivo principal definir todos os critérios técnicos para construção de subestações buscando, assim, a padronização na sua área de concessão.

A norma referencia, para cada tipo de Subestação, os documentos técnicos necessários para a padronização, com isso, foram definidos cinco tipos de Subestação tendo em vista características elétricas e localização.


Foi adotada a seguinte denominação para os tipos de Subestação: Urbana A, Urbana B, Metropolitana, Mista e Rural.

O padrão de projeto para cada tipo de Subestação está dividido em temas, chamados de camadas tecnológicas, sendo elas, Infraestrutura, Sistemas de Energia e Proteção, Sistemas Essenciais, Medição, Monitoramento, Automação, Comunicação e Gerência.

Desta forma, a norma está diretamente relacionada às normas vinculadas, divididas por tipo de subestação e suas camadas tecnológicas. Tais normas relacionadas são apresentadas no Capítulo 6.

A NDU 048 com as normas vinculadas constituem um conjunto de instruções para fornecer todas as diretrizes e especificações técnicas necessárias à execução de serviços de engenharia, obras civis, elétricas, montagens eletromecânicas e ainda, apoiar a preparação e apresentação das propostas técnica e comercial para aquisição da subestação.

Esta norma técnica estabelece uma metodologia para construção e reforma de subestações. Juntamente com os demais documentos técnicos vinculados, tem como objetivo principal padronizar os projetos de subestação, definindo os recursos técnicos, equipamentos, materiais, infraestrutura e aplicações para cada tipo de subestação.



Bem entendida, a norma estabelece uma via para que o projetista não necessite analisar, para cada projeto, a aplicação de uma gama de soluções técnicas existentes no mercado, mas, esteja pautado pelos requisitos já estabelecidos.

Ressalta-se, porém, que não é pretensão desta norma substituir a engenharia, muito pelo contrário, trata-se de uma ferramenta de apoio para a padronização. Caberá sempre à engenharia avaliar as soluções estabelecidas para cada caso, não restringindo a utilização de técnicas específicas quando necessárias dadas as características de cada projeto.


Neste sentido, a norma visa estabelecer padrões para se projetar subestação promovendo a otimização do esforço, uma vez que, encontradas as melhores opções técnicas-econômicas, estas sejam replicadas para toda empresa.

Pretende-se com a aplicação desta norma atingir os seguintes objetivos:

- Estabelecimento de projetos normalizados, que articule as diferentes áreas técnicas de uma Subestação, como, construção civil, equipamentos, sistema de proteção, comando e controle, estrutura de comunicação, entre outros;
- Definição de soluções modulares e flexíveis que permitam adaptar-se às necessidades de cada projeto;
- Simplificação das soluções técnicas adotadas nas diferentes áreas do projeto da Subestação e conseqüente otimização do espaço necessário para a sua implementação;
- Redução dos prazos e dos custos de projeto e construção;
- Melhoria dos níveis de continuidade e qualidade de serviço.

## 2. APLICAÇÃO

Aplica-se obrigatoriamente aos projetos de subestações de alta tensão localizadas nas áreas de concessão do Grupo Energisa, considerando o que prescrevem as



Normas (Normas básicas da ABNT e do Grupo Energisa), bem como a legislação do Órgão Regulamentador do Setor Elétrico ANEEL.

Os projetos de subestações, no que for aplicável, devem estar em conformidade com as Normas Técnicas relacionadas abaixo, em suas últimas revisões:

- NEMA SG6 - Nema Standard Publication for Power Switching Equipment.
- NBR IEC 60694 - Especificações comuns para normas de equipamentos de manobra de alta-tensão e mecanismos de comando.
- NBR IEC 60529 - Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos (código IP).
- NBR 9366 - Tratamento e pintura de superfícies metálicas.
- NBR 9050 - Acessibilidade a Edificações, Mobiliário, Espaços e Equipamentos Urbanos;
- NBR 7414 - Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido por imersão a quente - Terminologia.
- NBR 7400 - Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido por imersão a quente - Verificação da uniformidade do revestimento - Método de ensaio.
- NBR 7399 - Produto de aço ou ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Verificação da espessura do revestimento por processo não-destrutivo - Método de ensaio.
- NBR 7398 - Produto de aço ou ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Verificação da aderência do revestimento - Método de ensaio.
- NBR 7397 - Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente - Determinação da massa do revestimento por unidade de área - Método de ensaio.

- NBR 7095 - Ferragens eletrotécnicas para linhas de transmissão e Subestação de alta tensão e extra alta tensão - Especificação;
- NBR 6323 - Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido - Especificação.
- NBR 5456 - Eletricidade geral - Terminologia.
- NBR 5032 - Isoladores para linhas aéreas com tensões acima de 1.000 V - Isoladores de porcelana ou vidro para sistemas de corrente alternada.
- NBR 11388 - Sistemas de pintura para equipamentos e instalações de subestações elétricas - Especificação.
- NBR 11003 - Tintas - Determinação da aderência.
- NBR 10443 - Tintas e vernizes - Determinação da espessura da película seca sobre superfícies rugosas - Método de ensaio.
- IEEE 1613 - Standard Environmental and Testing Requirements for Communications Networking Devices in Electric Power Substations.
- IEC 61850 - Communication network and systems for power utility automation;
- ANSI-C37.34 - American National Standard Test Code for High-Voltage Air Switches.
- ANSI-C37.32 - American National Standard Schedules of Preferred Ratings, Manufacturing Specification and Application Guide for High - Voltage Air Switches, Bus Supports, and Switch Accessories.
- ANSI-C37.30 - American National Standard Definitions and Requirements for High-Voltage Air Switches, Insulators and Bus Supports.
- ANSI-C29.8 - American National Standard for Wet-process Porcelain Insulator (aparatus cap and pin type).

Além das citadas acima, as normas específicas de equipamentos estão contidas nas especificações técnicas dos respectivos equipamentos.



### 3. CLASSIFICAÇÃO DA SUBESTAÇÃO

Para aplicação dos critérios definidos para elaboração de projeto, de acordo com as suas características, a subestação deverá ser classificada em um dos cinco tipos:

- Urbana A
- Urbana B
- Metropolitana
- Mista
- Rural

Basicamente, a classificação leva em consideração a localização e a configuração da parte de AT da subestação.

A Tabela 1 apresenta os cinco tipos de Subestação e suas características determinantes.

Tabela 1 - Características por tipo de subestação.

Tipo	Características				
	Densidade Populacional	N° LT	N° Transf.	Barra AT *	Criticidade de Área
Urbana A	Média	1	≤ 2	SB, BS ou BPT	Média
Urbana B	Média	≥ 2	≥ 1	BS, BPT ou BD	Média
Metropolitana	Alta	≥ 2	≥ 2	BS, BPT ou BD	Alta
Mista	Média	> 2	≥ 1	BPT ou BD	Baixa
Rural	Baixa	≤ 2	≤ 2	SB ou BS	Não há

Tipos de barra de entrada:

- SB - Sem barramento

- BS - Barramento simples
- BPT - Barramento principal e transferência
- BD - Barramento duplo

Observações:

- Para a SE METROPOLITANA foi considerado que ela está localizada em grandes centros populacionais e com grande importância no sistema pela alta carga e grande número de consumidores atendidos.
- Na SE METROPOLITANA é considerada uma grande dificuldade na aquisição da área, portanto, com grande restrição de espaço para a construção.
- Para as SEs Urbana A, Urbana B e Mista foi considerado que elas estão localizadas em áreas próximas aos centros populacionais com média concentração populacional.
- Para a SE RURAL foi considerado que ela está localizada distante dos centros populacionais, apresentando características de carga monofásicas e desbalanceadas.

Para o critério de SE MISTA, leva-se em conta a importância no sistema pelo chaveamento de LTs de AT para outras SEs do sistema.

Na Tabela 1, a coluna densidade populacional leva em consideração a concentração da população do local onde a subestação está situada e não somente do município. Desta forma, se a subestação estiver localizada no centro de uma cidade a densidade populacional poderá ser alta, mesmo que no município como um todo não o seja. Por outro lado, a subestação poderá estar em um município de densidade populacional elevada, mas em uma área distante do centro urbano, levando a crer que se trata de uma área de menor criticidade.

Assim, os parâmetros densidade populacional e criticidade de área não são atributos numérico, mas uma característica qualitativa que torna a área mais ou

menos crítica, como por exemplo, o acesso ao local mais complicado, dificuldade de aquisição da área e conseqüentemente o preço do m<sup>2</sup>.

A Tabela 02 apresenta os fatores que impactam na criticidade de área e as respectivas intensidades (alta, média e baixa). A criticidade será alta se a maioria dos fatores for assinalada como alta, da mesma forma a criticidade será baixa se os fatores no geral forem assinalados como baixo, o mesmo vale para a média criticidade.

A Tabela 02 também apresenta um exemplo de preenchimento da tabela, sendo que neste caso indicaria uma alta criticidade de área.

Tabela 02: Fatores de criticidade de área.

Fatores	Alta	Média	Baixa
Indisponibilidade de área (terreno)	X		
Preço do terreno (R\$/m <sup>2</sup> )	X		
Dificuldade de acesso à LT	X		
Edificações na vizinhança		X	

Para definição da densidade populacional, devem ser utilizadas as relações indicadas abaixo:

- Grandes centros urbanos → Alta densidade populacional
- Médios centros urbanos e periferias → Média densidade populacional
- Zona Rural → Baixa densidade populacional

## 4. PROCEDIMENTO DE UTILIZAÇÃO DA NDU

A Figura 1 apresenta o procedimento para utilização desta NDU.

Conforme mostrado na Figura 1, primeiramente deve-se fazer a classificação da subestação (Tabela 1), após a identificação do tipo de subestação deverão ser

consultadas as NDUs das camadas tecnológicas, observando as informações correspondentes a este tipo de subestação.

Nas NDUs, sempre que necessário, são citadas as Especificações Técnicas (ETU) dos equipamentos empregados.

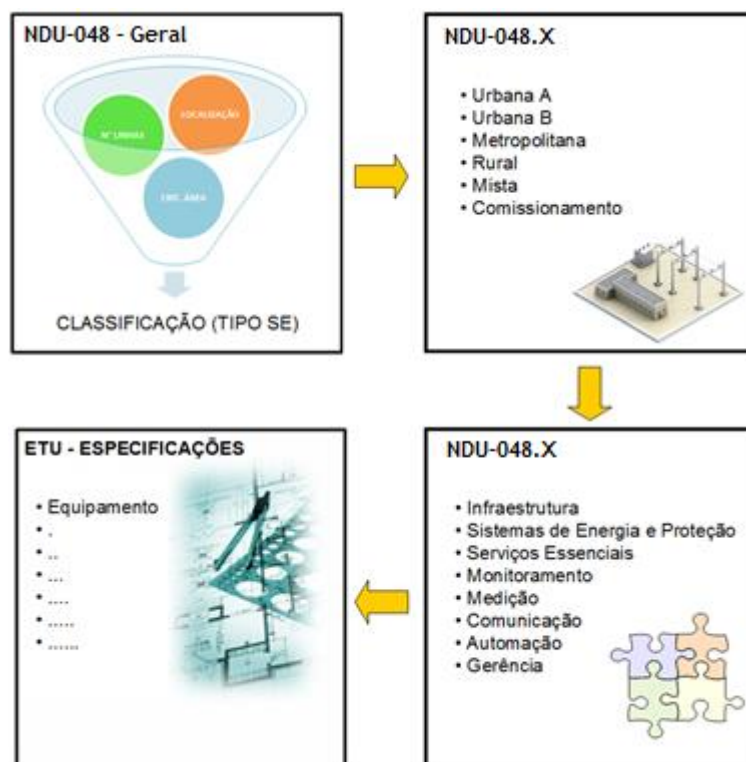



Figura 1 - Esquema de utilização da Norma.

Na Figura 1, tem-se:

- NDU048: Norma da Distribuição Unificada - Critérios para Elaboração de Projetos de Subestações
- NDU048.X: Critérios para o tipo de subestação e Critérios de camada por tipo
- ETU: Especificação Técnica Unificada

## 5. CAMADAS TECNOLÓGICAS APLICADAS

O padrão de projeto estabelecido por esta norma está dividido por assunto ou camada tecnológica.



Para cada tipo de subestação são referenciados documentos correspondentes às camadas. Estes documentos contêm informações técnicas, alternativas de projeto e especificações a serem utilizadas no projeto da subestação.

Camadas Tecnológicas:

- Infraestrutura
- Sistemas de Energia e Proteção
- Sistemas de Energia Essencial
- Automação e Controle
- Medição
- Monitoramento
- Gerência
- Comunicação

O desenvolvimento do projeto por camadas tecnológicas tem por objetivo definir soluções modulares e flexíveis que permitam adaptar-se às necessidades de cada projeto.

A descrição resumida de cada camada está apresentada na NDU subsequente (NDU-048.X) de acordo com o tipo da subestação, sendo que, cada camada possui um capítulo específica com todo o detalhamento necessário para elaboração do projeto.

## 6. RESUMO DOS DOCUMENTOS (NDU) APLICÁVEIS

Para a composição do padrão de projeto para todos os tipos de Subestação, os seguintes documentos complementares devem ser considerados:

- NDU-048.1 - Critérios para Elaboração de Projetos de Subestações Tipo Urbana A

- Camada de Infraestrutura
- Camada de Sistema de Energia e Proteção
- Camada de Sistema de Energia Essencial
- Camada de Automação e Controle
- Camada de Medição
- Camada de Monitoramento
- Camada de Gerência
- Camada de Comunicação


● **NDU-048.2 - Critérios para Elaboração de Projetos de Subestações Tipo Urbana B**

**Camada de Infraestrutura**

- Camada de Sistema de Energia e Proteção
- Camada de Sistema de Energia Essencial
- Camada de Automação e Controle
- Camada de Medição
- Camada de Monitoramento
- Camada de Gerência
- Camada de Comunicação

● **NDU-048.3 - Critérios para Elaboração de Projetos de Subestações Tipo Metropolitana**

- Camada de Infraestrutura
- Camada de Sistema de Energia e Proteção

- 
- Camada de Sistema de Energia Essencial
  - Camada de Automação e Controle
  - Camada de Medição
  - Camada de Monitoramento
  - Camada de Gerência
  - Camada de Comunicação
- **NDU-048.4 - Critérios para Elaboração de Projetos de Subestações Tipo Rural**
    - Camada de Infraestrutura
    - Camada de Sistema de Energia e Proteção
    - Camada de Sistema de Energia Essencial
    - Camada de Automação e Controle
    - Camada de Medição
    - Camada de Monitoramento
    - Camada de Gerência
    - Camada de Comunicação
- **NDU-048.5 - Critérios para Elaboração de Projetos de Subestações Tipo Mista**
    - Camada de Infraestrutura
    - Camada de Sistema de Energia e Proteção
    - Camada de Sistema de Energia Essencial
    - Camada de Automação e Controle
    - Camada de Medição

- Camada de Monitoramento
  - Camada de Gerência
  - Camada de Comunicação
- NDU-048.6 - Comissionamento e Energização de Subestações

## 7. HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO

Data de emissão	Versão	Descrições das alterações realizadas
31/07/2013	1.0	Primeira versão.
29/09/2017	2.0	Revisados os itens 4, 5, revisão de formato e integração da com novas distribuidoras do Grupo Energisa

Esta Norma entra em vigor na data de 02/10/2017 e revoga as versões anteriores em 03/11/2017.



