



TÍTULO

CÓDIGO

VERSÃO

ES.DT.PJE.00002

02

ESPECIFICAÇÃO
TÉCNICACRITÉRIOS DE PROJETO – CÁLCULO MECÂNICO PARA
REDES DE DISTRIBUIÇÃO

VIGÊNCIA

INÍCIO

FIM

15/09/2023

CONDICIONADO

CLASSIFICAÇÃO DA INFORMAÇÃO
PÚBLICA

SUMÁRIO

1. OBJETIVO	2
2. APLICAÇÃO	2
3. REFERÊNCIAS EXTERNAS	2
4. DEFINIÇÕES	2
5. DESCRIÇÃO E RESPONSABILIDADES	2
5.1. Premissas Para Aplicação Desta Especificação	2
5.1.1. Plantas Mapas e Croquis	2
5.1.2. Informações dos condutores	3
5.1.3. Projetos correlatos, associados a execução em andamento	3
5.2. Afastamentos	3
5.3. Postes	3
5.4. Engastamento	3
5.5. Estruturas	3
5.6. Localização de postes	4
5.7. Determinação de Esforços	4
5.7.1. Transferência de esforços	4
5.7.2. Determinação de ângulos	5
5.7.3. Método de cálculo geométrico (2 forças)	7
5.7.4. Método de cálculo analítico (2 forças)	7
5.7.5. Método de cálculo para 3 forças ou mais.	8
5.8. Características da rede de distribuição compacta	8
5.8.1. Condutores e Cordoalhas	8
5.8.2. Trações de projeto	8
6. INFORMAÇÃO DOCUMENTADA	9
7. HISTÓRICO DAS REVISÕES	9
8. ANEXOS	9



TÍTULO

CÓDIGO

VERSÃO

ES.DT.PJE.00002

02

ESPECIFICAÇÃO
TÉCNICACRITÉRIOS DE PROJETO – CÁLCULO MECÂNICO PARA
REDES DE DISTRIBUIÇÃO

VIGÊNCIA

INÍCIO

FIM

15/09/2023

CONDICIONADO

CLASSIFICAÇÃO DA INFORMAÇÃO
PÚBLICA

1. OBJETIVO

Descrever os procedimentos e orientações básicas para a determinação de postes e estruturas das redes de distribuição aérea.

2. APLICAÇÃO

Esta especificação técnica aplica-se às distribuidoras do Grupo EDP no Brasil.

3. REFERÊNCIAS EXTERNAS

- NBR 5909 – Cordoalhas de fio de aço zincado para estais, tirantes, cabos messageiros e uso similares;
- NBR 8182 – Cabos de potência multiplexados auto-sustentados com isolamento extrudada de PE ou XLPE para tensões até 0,6/1,0 kV – Requisitos de desempenho;
- NBR 8451-1 – Postes de concreto armado e protendido para redes de distribuição e de transmissão de energia elétrica – Parte 1: Requisitos.
- NBR 11873 – Cabos cobertos com material polimérico para redes de distribuição aérea de energia elétrica fixados em espaçadores, em tensões de 13,8 kV a 34,5 kV;
- NBR 15688 – Redes de distribuição aérea de energia elétrica com condutores nus;
- NBR 15992 – Redes de distribuição aérea de energia elétrica com cabos cobertos fixados em espaçadores para tensões até 36,2 kV.

4. DEFINIÇÕES

Para os fins desta especificação, os termos técnicos devem estar de acordo com as normas citadas no item 3 desta especificação.

5. DESCRIÇÃO E RESPONSABILIDADES

5.1. Premissas Para Aplicação Desta Especificação

Para aplicação desta especificação o projetista deve dispor das informações da rede a ser projetada, tais como:

- Plantas, Mapas e Croquis;
- Informações dos condutores a serem aplicados nas redes de média e baixa tensão, obtidos a partir dos cálculos elétricos;
- Projetos correlatos, associados a execução em andamento;
- Esforços oriundos de uso mútuo.

5.1.1. Plantas Mapas e Croquis

Devem estar disponíveis para a realização do cálculo mecânicos para redes de distribuição plantas, mapas e croquis, contendo:

- Arruamento (ruas, travessas, avenidas e etc.);
- Obstáculos tais como ferrovias, rodovias, túneis, pontes, árvores de grande porte e acidentes topográficos;
- Traçados e as respectivas alturas de redes existentes de baixa, média e alta tensão (indicar a tensão da rede de alta);



TÍTULO

CÓDIGO

VERSÃO

ES.DT.PJE.00002

02

ESPECIFICAÇÃO
TÉCNICACRITÉRIOS DE PROJETO – CÁLCULO MECÂNICO PARA
REDES DE DISTRIBUIÇÃO

VIGÊNCIA

INÍCIO

FIM

15/09/2023

CONDICIONADO

CLASSIFICAÇÃO DA INFORMAÇÃO
PÚBLICA

Especial atenção deverá ser dada a presença de equipamentos de redes de distribuição ao longo de traçados já existentes, além dos esforços originados pela ocupação de terceiros.

5.1.2. Informações dos condutores

O projetista deverá conhecer previamente os condutores a serem aplicados (Classe de tensão e diâmetro) nas redes de distribuição de média e baixa tensão, obtidos a partir da realização dos cálculos elétricos.

5.1.3. Projetos correlatos, associados a execução em andamento

Sempre que possível o projetista deve considerar durante a execução do projeto, em especial na determinação dos cálculos mecânicos, a existência de projetos associados, minimizando as intervenções estruturais nas redes.

Especial atenção deve ser dada ao traçado das saídas de subestação, de forma que os primeiros 500 metros estejam aptos a receberem alimentadores adicionais;

5.2. Afastamentos

Devem ser observados os afastamentos mínimos indicados para o projeto de redes de distribuição aérea conforme constante nos respectivos Padrões Técnicos.

5.3. Postes

Os postes padronizados para uso nas distribuidoras do Grupo EDP devem estar de acordo com a especificação Postes de Concreto Armado para Redes de Distribuição ou Poste de fibra de vidro.

O uso de postes duplo T (DT) deve ser limitado às áreas rurais onde não sejam exigidos esforços com ângulo excessivo ou mesmo onde haja presença de diversos esforços.

A instalação de postes DT deve considerar a face de menor esforço (face A) no sentido longitudinal da rede para redes sem ângulo. Na ocorrência de ângulo o poste deve ser instalado no sentido da bissetriz, de forma que a face de maior resistência (face B) esteja voltada no sentido da força resultante.

Em finais de linha o poste DT deve estar com a face de maior resistência (face B) voltada para o sentido dos esforços.

A altura dos postes deverá levar em consideração os afastamentos mínimos exigidos para uma flecha resultante, para o vão médio, a 50°C.

5.4. Engastamento

O engastamento dos postes deverá ser realizado conforme NBR 15688 e sua profundidade de engastamento é calculada, em condições normais, pela equação:

$$e = \frac{L}{10} + 0,60 \text{ (m)}$$

Onde:

e = Engastamento em metros

L = Comprimento do poste em metros

5.5. Estruturas

A escolha das estruturas deverá levar em consideração os esforços mecânicos aplicados no sentido horizontal e vertical, associada à presença de ângulos.

A limitação de ângulo de aplicação das estruturas deverá ser consultada nos respectivos Padrões Técnicos.

5.6. Localização de postes

A localização dos postes deve estar em conformidade com a Instrução Técnica “Critérios de Projeto”.

5.7. Determinação de Esforços

A determinação de esforços deverá ser feita considerando todos os esforços distribuídos nas redes primária(s), secundária(s) e compartilhante(s), sendo que as duas últimas devem ser referenciadas a 20 cm do topo do poste.

5.7.1. Transferência de esforços

A transferência de esforços a 20 cm do topo é realizada considerando a seguinte sequência:

$$h = L - E - 0,20 \text{ (altura útil)}$$

Onde:

h = Altura útil em metros

L = Comprimento do poste em metros

E = Engastamento em metros

$$F_{tp} = F_p \times \frac{hp}{h} \text{ (Força transferida à altura do primário – pelo primário)}$$

Onde:

F_{tp} = Força transferida à altura do primário – pelo primário

F_p = Força aplicada na rede primária

hp = altura da força aplicada na rede primária

h = Altura útil em metros

$$F_{ts} = F_s \times \frac{hs}{h} \text{ (Força transferida à altura do primário – pelo secundário)}$$

Onde:

F_{ts} = Força transferida à altura do primário – pelo secundário

F_p = Força aplicada na rede secundária

hp = altura da força aplicada na rede secundária

h = Altura útil em metros

$$F_{tc} = F_c \times \frac{hc}{h} \text{ (Força transferida à altura do primário – pelo compartilhante)}$$

Onde:

F_{tc} = Força transferida à altura do primário – pelo compartilhante

F_c = Força aplicada pelo compartilhante

hc = altura da força aplicada pelo compartilhante

h = Altura útil em metros

$$FT = F_{tp} + F_{ts} + F_{tc}$$

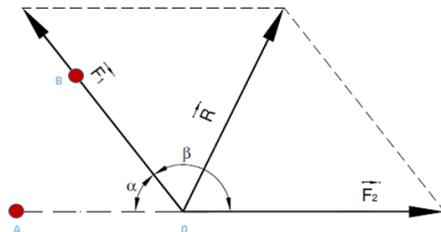
Onde:

FT = Força total aplicada a 20 cm do topo

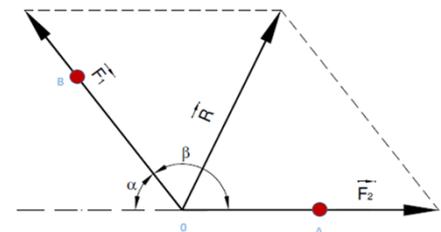
F_{tp} = Força transferida à altura do primário – pelo primário
F_{ts} = Força transferida à altura do primário – pelo secundário
F_{tc} = Força transferida à altura do primário – pelo compartilhante

5.7.2. Determinação de ângulos

Para a determinação da força e ângulo resultantes o projetista deverá dispor, com a maior precisão possível, dos valores do ângulo de deflexão da linha, que poderão ser obtidos pelo uso de equipamentos do tipo GPS de alta precisão ou pelo método de obtenção em campo.



Método 1



Método 2

$$AB = 20 \operatorname{sen} \frac{\alpha}{2} \text{ (método 1)}$$

$$AB = 20 \operatorname{sen} \frac{180 - \alpha}{2} \text{ (método 2)}$$

A determinação do ângulo pela medição em campo deverá ser feita por um dos métodos apresentados acima. Realiza-se a partir do ponto zero (0) a medição de 10 metros até o ponto A, bem como até o ponto B. A distância obtida entre A e B será utilizada em uma das equações acima para obtenção do ângulo α. A tabela abaixo apresenta a relação de ângulos para as principais medidas entre A e B pelo método 1.

Distância entre AB (m)	α
0,17	1
0,35	2
0,52	3
0,70	4
0,87	5
1,05	6
1,22	7
1,39	8
1,57	9
1,74	10
1,92	11
2,09	12

Distância entre AB (m)	α
5,34	31
5,51	32
5,68	33
5,85	34
6,01	35
6,18	36
6,35	37
6,51	38
6,68	39
6,84	40
7,00	41
7,17	42

Distância entre AB (m)	α
10,15	61
10,30	62
10,45	63
10,60	64
10,75	65
10,89	66
11,04	67
11,18	68
11,33	69
11,47	70
11,61	71
11,76	72



ESPECIFICAÇÃO
TÉCNICA

TÍTULO

CRITÉRIOS DE PROJETO – CÁLCULO MECÂNICO PARA
REDES DE DISTRIBUIÇÃO

CÓDIGO

ES.DT.PJE.00002

VERSÃO

02

VIGÊNCIA

INÍCIO

FIM

15/09/2023

CONDICIONADO

CLASSIFICAÇÃO DA INFORMAÇÃO

PÚBLICA

Distância entre AB (m)	α
2,26	13
2,44	14
2,61	15
2,78	16
2,96	17
3,13	18
3,30	19
3,47	20
3,64	21
3,82	22
3,99	23
4,16	24
4,33	25
4,50	26
4,67	27
4,84	28
5,01	29
5,18	30

Distância entre AB (m)	α
7,33	43
7,49	44
7,65	45
7,81	46
7,97	47
8,13	48
8,29	49
8,45	50
8,61	51
8,77	52
8,92	53
9,08	54
9,23	55
9,39	56
9,54	57
9,70	58
9,85	59
10,00	60

Distância entre AB (m)	α
11,90	73
12,04	74
12,18	75
12,31	76
12,45	77
12,59	78
12,72	79
12,80	80
12,99	81
13,12	82
13,25	83
13,38	84
13,51	85
13,64	86
13,76	87
13,89	88
14,02	89
14,14	90

AB [m] para $X = 5$	α [°]
0,09	1
0,17	2
0,26	3
0,35	4
0,44	5
0,52	6
0,61	7
0,70	8
0,78	9
0,87	10
0,96	11
1,05	12
1,13	13
1,22	14
1,31	15
1,39	16

AB [m] para $X = 5$	α [°]
2,67	31
2,76	32
2,84	33
2,92	34
3,01	35
3,09	36
3,17	37
3,26	38
3,34	39
3,42	40
3,50	41
3,58	42
3,67	43
3,75	44
3,83	45
3,91	46

AB [m] para $X = 5$	α [°]
5,08	61
5,15	62
5,22	63
5,30	64
5,37	65
5,45	66
5,52	67
5,59	68
5,66	69
5,74	70
5,81	71
5,88	72
5,95	73
6,02	74
6,09	75
6,16	76

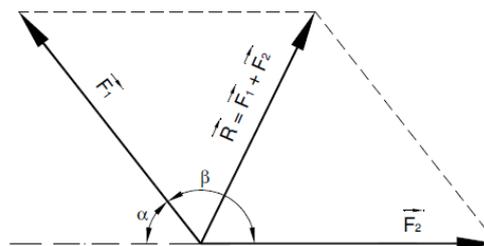
AB [m] para X = 5	α [°]
1,48	17
1,56	18
1,65	19
1,74	20
1,82	21
1,91	22
1,99	23
2,08	24
2,16	25
2,25	26
2,33	27
2,42	28
2,50	29
2,59	30

AB [m] para X = 5	α [°]
3,99	47
4,07	48
4,15	49
4,23	50
4,31	51
4,38	52
4,46	53
4,54	54
4,62	55
4,69	56
4,77	57
4,85	58
4,92	59
5,00	60

AB [m] para X = 5	α [°]
6,23	77
6,29	78
6,36	79
6,43	80
6,49	81
6,56	82
6,63	83
6,69	84
6,76	85
6,82	86
6,88	87
6,95	88
7,01	89
7,07	90

5.7.3. Método de cálculo geométrico (2 forças)

Conhecidas as forças atuantes no poste a 20 cm do topo o projetista pode obter a tração resultante (R) a partir do método geométrico, por meio da representação das trações das diferentes forças atuantes (F_1 e F_2) por dois vetores em escala, de modo que as suas origens coincidam, formando um paralelogramo conforme indicado abaixo:



Onde:

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

\vec{R} = Vetor tração resultante

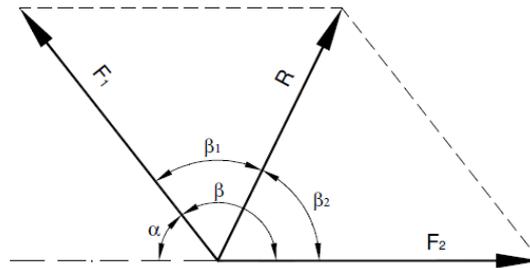
\vec{F}_1 e \vec{F}_2 = Vetores das trações de projeto dos condutores

α = Ângulo de deflexão da rede

β = Ângulo de deflexão entre condutores

5.7.4. Método de cálculo analítico (2 forças)

Conhecidas as trações de projeto dos condutores, referenciadas a 20 cm do topo, bem como o ângulo formado pelos condutores, tem-se:



$$R = \sqrt{(F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 * F_2 * \cos \beta)}$$

Onde:

R = Tração resultante

F₁ e **F₂** = Trações de projeto dos condutores

α = Ângulo de deflexão da rede

β = 180° - α

β₁ = arcsen(F₂ * sin β / R) e **β₂** = arcsen(F₁ * sin β / R)

Se as trações **F₁** e **F₂** forem de valores iguais, a resultante pode ser calculada pela seguinte expressão simplificada:

$$R = 2 * F * \sin \alpha / 2$$

5.7.5. Método de cálculo para 3 forças ou mais.

A solução para determinação de esforços resultantes para 3 forças ou mais deverá ser realizada considerando a transferência de esforços a 20 cm do topo, seguido da decomposição e composição vetorial, até a determinação da resultante.

5.8. Características da rede de distribuição compacta

5.8.1. Condutores e Cordoalhas

As redes de distribuição compactas (RDC) deverão ser projetadas considerando os condutores fase indicados na Especificação Técnica Cabos Cobertos para Redes Aéreas Compactas até 36,2 kV, conforme Tabela 001 – Características dos Condutores para Redes de Distribuição Compacta.

A cordoalha de aço zincado e a cordoalha de aço aluminizado, responsável pela sustentação mecânica das redes de distribuição compacta devem ter características e aplicação conforme Tabela 002.

5.8.2. Trações de projeto

As flechas e trações de projeto das RDC's devem considerar as seguintes condições de instalação:

Variável	EDP			
	Urbano		Rural	
Vento (Km/h)	Sem vento	60	Sem vento	80
Temperatura (°C)	0	15	0	15
% tração de ruptura do mensageiro	12	15	12	15



ESPECIFICAÇÃO
TÉCNICA

TÍTULO

CRITÉRIOS DE PROJETO – CÁLCULO MECÂNICO PARA
REDES DE DISTRIBUIÇÃO

CÓDIGO
ES.DT.PJE.00002

VERSÃO
02

VIGÊNCIA
INÍCIO FIM
15/09/2023 CONDICIONADO

CLASSIFICAÇÃO DA INFORMAÇÃO
PÚBLICA

A partir destas informações os valores críticos das trações de projeto para rede completa foram determinados e tabelados para consulta.

6. INFORMAÇÃO DOCUMENTADA

Não aplicável.

7. HISTÓRICO DAS REVISÕES

Versão	Início da Vigência	Responsáveis	Seções atingidas / Descrição
01	16/01/2017	Elaboração: Tiago Roberto Barbosa, Rafael Furtado Seeberger, José Henrique M. de Brito; Aprovação: Joselino Santana Filho	Emissão inicial.
02	15/09/2023	Revisão: Luana M. Gomes, Rafael F. Seeberger, Gustavo S. Mendonça Aprovação: Mauro Ferreira Gonçalves	- Atualização de Template; - Atualização do código de ES.DT.PJE.01.00.002 para ES.DT.PJE.00002; - Tabela 002 – Inserida menção a cordoalha de 6,4 mm.

8. ANEXOS

A. TABELAS

001. Característica dos condutores para Redes de Distribuição Compacta
002. Características das cordoalhas de aço zincado e cordoalhas de aço aluminizado
003. Trações de projeto para Rede de Distribuição Compacta completa
004. Trações de projeto de cabos CA (daN)
005. Trações de projeto de cabos CAA (daN)
006. Característica dos condutores para redes isoladas de BT
007. Trações de projeto para redes isoladas de BT
008. Característica dos condutores para redes isoladas de MT
009. Trações de projeto para redes isoladas de MT



ESPECIFICAÇÃO
TÉCNICA

TÍTULO

CRITÉRIOS DE PROJETO – CÁLCULO MECÂNICO PARA
REDES DE DISTRIBUIÇÃO

CÓDIGO
ES.DT.PJE.00002

VERSÃO
02

VIGÊNCIA
INÍCIO FIM
15/09/2023 CONDICIONADO

CLASSIFICAÇÃO DA INFORMAÇÃO
PÚBLICA

ANEXO A – TABELAS

001 – Características dos Condutores para Redes de Distribuição Compacta

Classe de Tensão (kV)	Condutor				
	Seção nominal (mm ²)	Material	Código de Material	Massa (kg/km)	Carga de ruptura (daN)
15	50	Alumínio	10004247	235	650
	70		10000204	315	910
	185		10000195	695	2405
36,2	185		10010732	1150	2405
	300		10008289	1585	3900

002 – Características das cordoalhas de aço zincado e Cordoalhas de aço aluminizado

Aplicação	Diâmetro nominal da cordoalha (mm) (pol)	Número de fios da cordoalha	Diâmetro nominal do fio zincado (mm)	Massa aproximada da cordoalha (kg/km)	Carga de ruptura mínima (daN) ≈ (kgf)		
					Média resistência (MR ou SM)	Alta resistência (AR ou HS)	Extra - alta resistência (EAR ou EHS)
Messageiro EDP-ES	9,5 (3/8)	7	3,05	407	3160	4900	6990
Messageiro EDP-SP	9,52 Aluminizado	7	3,05	383	4200	5100	7100
EDP ES e EDP SP	6,4 (1/4)*	7	2,03	180	1430	2160	3020

*Cordoalha de 6,4mm utilizada apenas para projetos de BTZero.

003 – Trações de projeto para Rede de Distribuição Compacta completa

Cabos Fase (mm ²)	Classe de Tensão (kV)	Messageiro Aluminizado (mm)	Vãos A (m)	
			A ≤ 35	35 < A ≤ 70
50	15	9,5	313	426
70			373	549
185			632	838
185	36,2		659	838
300			659	838



ESPECIFICAÇÃO
TÉCNICA

TÍTULO

CRITÉRIOS DE PROJETO – CÁLCULO MECÂNICO PARA
REDES DE DISTRIBUIÇÃO

CÓDIGO
ES.DT.PJE.00002

VERSÃO
02

VIGÊNCIA
INÍCIO 15/09/2023 FIM
CONDICIONADO

CLASSIFICAÇÃO DA INFORMAÇÃO
PÚBLICA

004 - Trações de Projeto de Cabos CA (daN)

Bitola de condutor CA AWG / MCM	4	2	1/0	3/0 e 4/0	336,4
Tração de projeto (daN)	56	89	142	284	452

Nota:

- Os valores de tração são por fase.
- Os valores acima são válidos para vãos até 80m, com exceção do cabo CA 4 AWG, cujos valores de tração para vãos acima de 50 m são dados no quadro abaixo.

Vão (m)	55	60	65	70	75	80
Tração (daN)	58	61	63	65	67	68

005 - Trações de Projeto de Cabos CAA (daN)

Bitola de condutor CA AWG / MCM	4	2	1/0	3/0 e 4/0	336,4
Tração de projeto (daN)	80	190	270	550	870

Nota:

- Os valores de tração são por fase.

006 - Características dos condutores para redes isoladas BT

Cabo	Seção Nominal (mm ²)	Características mecânicas	
		Massa kg/km	Tração de ruptura daN
10004311	3 x 1 x 35 + 35	510	1092
10011258	3 x 1 x 35 + 35 (NI)	515	1092
10000212	3 x 1 x 70 + 70	900	1991
10011260	3 x 1 x 70 + 70 (NI)	931	1991
10000211	3 x 1 x 120 + 70	1400	1991
10011271	3 x 1 x 120 + 70 (NI)	1449	1991

(NI) – Neutro Isolado

007 - Trações de projeto para redes isoladas de BT

Cabos Fase X Neutro (CA) X (CAL) (mm ²)	Vãos A (m)					
	A ≤ 10	10 ≤ A ≤ 20	20 ≤ A ≤ 30	30 ≤ A ≤ 40	40 ≤ A ≤ 50	50 ≤ A ≤ 60
3 x 1 x 35 + 35	179	179	179	179	179	179
3 x 1 x 70 + 70	420	443	471	485	510	522
3 x 1 x 120 + 70	624	642	666	678	702	713

008 - Características dos condutores para redes isoladas MT

Nível de Isolamento (kV)	Condutor Fase		Condutor Neutro		Tração de Ruptura (daN)	Lance Nominal (metros)
	Secção (mm ²)	Espessura da isolação (mm)	Secção (mm ²)	Material		
8,7/15	3 x 1 x 70	4,5	70	Alumínio-Liga (CAL)	3863	300
8,7/15	3 x 1 x 240	4,5	120	Alumínio-Liga (CAL)	3863	300
20/35	3 x 1 x 185	8,8	120	Alumínio-Liga (CAL)	3863	250
20/35	3 x 1 x 300	8,8	120	Alumínio-Liga (CAL)	3863	200

009 - Trações de projeto para redes isoladas de MT

Cabos Fase (mm ²)	Classe de Tensão (kV)	Vãos A (m)
		40 (máximo)
70	15	380
240		750
185	36,2	680
300		850