

**SISTEMA DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO****SUBSISTEMA NORMAS E ESTUDOS DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO**

---

CÓDIGO	TÍTULO	FOLHA
E-313.0010	POSTES DE CONCRETO ARMADO PARA REDES DE DISTRIBUIÇÃO	1/43

---

**1. FINALIDADE**

Fixar as exigências mínimas relativas à fabricação e ao recebimento de postes de concreto armado com armaduras passivas e/ou híbridos com armaduras passivas e ativas para redes de distribuição de energia elétrica, a serem utilizados pela Celesc Distribuição S.A. – Celesc D.

**2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO**

Aplica-se a toda Celesc D, fabricantes, fornecedores de materiais, empreiteiras, empreendedores e demais órgãos usuários.

**3. ASPECTOS LEGAIS**

Esta Especificação foi elaborada com base nas Normas:

- a) NBR 8451-1 – Postes de concreto armado e protendido para redes de distribuição e de transmissão de energia elétrica – Parte 1: Requisitos;
- b) NBR 8451-2 – Postes de concreto armado e protendido para redes de distribuição e de transmissão de energia elétrica – Parte 2: Padronização de postes para redes de distribuição de Energia Elétrica.

Esta Especificação poderá, em qualquer tempo, sofrer alterações no todo ou em parte, por razões de ordem técnica, para melhor atendimento às necessidades do sistema, motivo pelo qual os interessados deverão, periodicamente, consultar a Celesc D quanto a eventuais alterações.



#### 4. CONCEITOS BÁSICOS

##### 4.1. Armadura

Conjunto de barras de aço, fios e cordoalhas dispostos longitudinalmente e estribos de aço compondo a parte transversal ao eixo, sendo solidarizados por solda ou amarração. Sendo a armadura passiva qualquer armadura que não seja usada para produzir forças de protensão, isto é, que não seja previamente alongada; e a armadura ativa a armadura constituída de barra, fios isolados ou cordoalhas, destinada à produção de forças de protensão, isto é, na qual se aplica um pré-alongamento inicial.

##### 4.2. Altura do Poste ( $H = L - e$ )

Comprimento nominal ( $L$ ) menos o comprimento de engastamento ( $e$ ).

##### 4.3. Altura Útil do Poste ( $h = H - 0,10 \text{ m}$ )

Altura do poste ( $H$ ) menos a distância do topo ao plano de aplicação dos esforços reais.

##### 4.4. Carga Nominal ( $C_n$ )

Valor do esforço indicado no padrão e garantido pelo fabricante, que o poste deve suportar continuamente, na direção e sentido indicados, no plano de aplicação e passando pelo eixo do poste, de grandeza tal que não produza em nenhum plano transversal, momento fletor que prejudique a qualidade dos materiais, trincas, exceto as capilares e nem flecha superior à especificada.

##### 4.5. Carga à Ruptura ( $C_{rp}$ )

Esforço que provoca o desagregamento do poste em uma seção transversal, seja por ter ultrapassado o limite elástico da armadura ou por esmagamento do concreto. A ruptura é definida pela carga máxima indicada no aparelho de medida dos esforços, carregando-se o poste de modo contínuo e crescente.

##### 4.6. Cobrimento

Espessura da camada de concreto sobre a armadura.



4.7. Comprimento Nominal (L)

Distância entre o topo e a base.

4.8. Comprimento de Engastamento ( $e = 0,1L + 0,6$  m)

Comprimento calculado para realizar o engastamento do poste no solo, isto é, para enterrar o poste no solo.

4.9. Flecha

Medida do deslocamento de um ponto situado no plano de aplicação das cargas, provocado pela ação destas.

4.10. Flecha Residual

Flecha que permanece após a remoção das cargas, determinada pelas condições especificadas.

4.11. Limite de Carregamento Excepcional (1,4 Cn)

Corresponde a uma sobrecarga de 40% sobre a carga nominal chamada de carga no limite elástico. Nestas condições de carga, o limite elástico da armadura não deve ser atingido, garantindo-se, após a retirada do esforço, o fechamento das trincas e a flecha residual máxima admitida.

4.12. Lote

Conjunto de postes de mesmo tipo, apresentado de uma só vez para o seu recebimento. Para a inspeção, o lote a ser considerado será o número de peças indicados no pedido de compras, agrupados em conjuntos de 100 peças, com um número máximo 08 (oito) tipos de postes, diferenciados para carga nominal de topo e altura. No caso de não existir uma divisão exata, o número de postes restantes deve ser dividido entre os conjuntos formados. Para fins de garantia, o lote a ser considerado será o conjunto independente dos tipos de postes indicados no pedido de compra.



4.13. Plano de Aplicação dos Esforços Reais

Plano transversal onde se aplicam os esforços definidos nesta Especificação e situados a 100 mm do topo.

4.14. Postes de Mesmo Tipo

Postes que apresentam os mesmos elementos característicos, carga nominal e as mesmas dimensões.

4.15. Poste Assimétrico

Poste que apresenta em uma mesma seção transversal, momentos resistentes variáveis com a direção e o sentido contrários.

4.16. Poste Simétrico

Poste que apresenta, em um mesmo plano transversal, momentos resistentes variáveis ou não com as direções consideradas, porém, iguais para sentidos opostos.

4.17. Poste Retilíneo

Poste que apresenta, em qualquer trecho, um desvio de eixo inferior a 0,25% do comprimento nominal. Este desvio corresponde à distância máxima medida entre a face externa do poste e um cordão estendido da base ao topo, na face considerada.

4.18. Trinca (Fissura)

Fissura na superfície do poste, na qual se pode distinguir, a olho nu, a separação entre as bordas.

4.19. Trinca Capilar (Fissura Capilar)

Fissura na superfície do poste, na qual não se podem distinguir as duas bordas a olho nu, e que através de medição adequada deve possuir no máximo 0,10 mm de abertura.

4.20. Defeito Tolerável

Não influi substancialmente no uso efetivo ou na operação com o poste.



#### 4.21. Defeito Grave

Reduz substancialmente a utilidade do poste.

#### 4.22. Defeito Crítico

Produz condições perigosas ou inseguras para quem usa ou mantém o poste.

Notas:

- a) poste bom: poste isento de qualquer defeito;
- b) poste defeituoso crítico: poste que contém um ou mais defeitos críticos, podendo conter defeitos toleráveis e graves;
- c) poste defeituoso grave: poste que contém um ou mais defeitos graves, podendo conter defeitos toleráveis, mas não críticos;
- d) poste defeituoso tolerável: poste que contém um ou mais defeitos toleráveis, não contendo defeitos graves nem críticos.

#### 4.23. Aterramento incorporado

Sistema composto por cabo de cobre ou aço cobre e duas conexões de liga de cobre, sendo uma na parte superior do poste e outra na parte inferior do poste e interligada à armadura metálica deste.

### 5. DISPOSIÇÕES GERAIS

#### 5.1. Exigências

Quanto às exigências para o material especificado, prevalecerá esta Especificação, os relatórios técnicos da Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica – ABRADDEE e Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

Para fornecimento direto ou indireto à Celesc D, o fabricante deve possuir Certificado de Homologação de Produto – CHP da marca do produto ofertado, conforme E-313.0045.



Para a realização dos ensaios para a obtenção do CHP, é necessária a disponibilização, para cada tipo de poste (tamanho/carga) a ser homologado, de uma unidade para postes circulares e duas unidades para postes duplo “T”.

A homologação será realizada para a marca e a fábrica onde esta é produzida e somente será válida para este binômio, não podendo a marca ser produzida ou utilizada em postes produzidos em outras fábricas. No caso de fabricantes que possuem mais de uma planta fabril, o fornecimento deve ser realizado tão somente através das plantas fabris homologadas.

No caso de terceirização de produção ou fornecimento através de comércios, esta somente deve acontecer da seguinte maneira:

- a) a Celesc D deve ser oficialmente comunicada com antecedência e as justificativas que motivaram tal procedimento devem ser apresentadas;
- b) a fábrica terceirizada deve estar com o cadastro válido no sistema de suprimentos da Celesc D e homologada, isto é, possuir CHP válido para os produtos a serem terceirizados;
- c) à identificação do poste deve ser adicionada obrigatoriamente uma placa metálica ou gravação em baixo relevo, indicando o nome da empresa responsável pelo contrato de fornecimento com a Celesc D, que responderá pela garantia do poste fornecido. Esta placa ou a gravação deve ficar após a data de fabricação do poste.

Os postes instalados na rede e que forem avariados por qualquer motivo não podem ser reparados e devem ser sucateados. As operações de manuseio, armazenamento e transporte devem seguir no mínimo as recomendações contidas na NBR 8451-1. A liberação para manuseio e transporte deve ser de acordo com as recomendações constantes na NBR 8451-1.



## 5.2. Elementos Característicos

Um poste de concreto é definido pelos seguintes elementos:

- a) comprimento nominal;
- b) formato;
- c) carga nominal.

## 5.3. Identificação

Os postes devem ser identificados de forma legível e indelével, com no mínimo as seguintes informações:

- a) nome ou marca do fabricante;
- b) data da fabricação;
- c) comprimento nominal em metros;
- d) carga nominal em decaNewtons;
- e) classe de agressividade;
- f) número de série;
- g) marca do centro de gravidade (colocado no ponto adequado);
- h) a inscrição Celesc Distribuição S.A.

Notas:

- 1) A identificação poderá ser realizada em baixo relevo diretamente no concreto ou através de placa metálica, conforme padrão NBR 8451-1, contendo no mínimo as alíneas de “a” a “h” descritos acima.



- 2) Quando for feita a identificação com placa, as alíneas “c” e “d” devem ser marcadas em baixo relevo no poste.
- 3) A identificação do poste diretamente no concreto deve ser feita conforme disposição indicado no Anexo 7.5., os caracteres devem possuir uma altura de  $45 \pm 5$  mm e profundidade de  $3 \pm 1$  mm, e não podem expor a armadura.
- 4) O poste deve apresentar um traço de referência indelével paralelo à base e localizado a uma distância de 3 metros desta, mesmo quando a identificação for por placa, com as seguintes dimensões: comprimento de  $120 \pm 5$  mm, largura de  $10 \pm 1$  mm e profundidade de  $3 \pm 1$  mm. Este traço permite verificar, após assentamento, a profundidade do engastamento do poste. A alínea “h”, para marcações diretamente no concreto, deve ser marcada abaixo desse traço de referência.
- 5) A identificação das alíneas “c”/”d” – “a” – “b”, nesta sequência, deve ser gravada no concreto a partir de 4 metros da base. Caso o poste seja assimétrico (contra poste), deve ser gravado um triângulo indelével no concreto, abaixo da identificação, na face submetida à compressão.
- 6) A identificação das alíneas “e” e “f” deve estar entre o traço de referência e o início de identificação, conforme Nota 3.
- 7) O poste deve conter um sinal demarcatório no centro de gravidade, para facilitar o seu içamento, mesmo quando a identificação for por placa.
- 8) Os números de série dos postes devem ser relacionados na nota fiscal ou em romaneio anexado a esta e entregue uma cópia do romaneio para inspetor durante a inspeção.
- 9) A emissão e gerenciamento do número de série são de responsabilidade exclusiva do fabricante, que deve assegurar total rastreabilidade do processo produtivo.
- 10) A marcação do centro de gravidade, quando se sobrepuser a outras informações, deve ser alterada de forma que estas não fiquem divididas.
- 11) As placas metálicas devem ser de alumínio anodizado ou aço inoxidável, as inscrições impressas com tinta, que deve possuir aditivos de proteção anti UV. Quando for de alumínio anodizado, a placa não poderá sofrer puncionamento para marcações de forma manual e quando realizada com máquinas impressoras, essa marcação deverá ter profundidade inferior a espessura da camada de anodização. A espessura mínima das placas deve ser de 1 mm.



12) As placas metálicas devem ser “chumbadas” no concreto. Não serão aceitas placas parafusadas ou coladas. Devem estar em baixo relevo com, no mínimo, 5 milímetros de profundidade medidos a partir de qualquer reta alinhada longitudinalmente ao eixo do poste, formada por dois pontos da superfície em que a placa está instalada.

13) Outras formas de identificação devem ser previamente submetidas à aprovação da Celesc D.

#### 5.4. Acabamento

Os postes devem apresentar superfícies externas suficientemente lisas, sem apresentar ninhos de concretagem, armadura aparente, fendas ou fraturas (exceto pequenas trincas capilares, não orientadas segundo o comprimento do poste, inerentes ao próprio material), não sendo permitidas pinturas (exceto aquelas para identificar a condição de liberação das peças), nem cobertura superficial com o objetivo de cobrir ninhos de concretagem, trincas ou exposição dos espaçadores poliméricos.

São permitidos reparos durante o processo de fabricação para recomposição da seção do poste, desde que:

- a) não haja implicações de natureza estrutural nem modificação na armadura;
- b) não se descaracterize o alinhamento nem a planicidade da peça;
- c) não apresente retrações ou destaques superficiais.

O material de preenchimento deve ter resistência no mínimo igual à resistência do elemento estrutural e não deve agredir a armadura. O ensaio de compressão deve ser realizado e anexado ao Boletim de Inspeção de Material – BIM.

O reparo executado deve ser comprovado através de procedimento técnico escrito e assinado pelo responsável técnico da empresa, que descreva o processo de reconstituição da seção do poste e somente realizado após a aprovação do inspetor. No BIM, devem ser indicados os números de série dos postes que sofreram qualquer reparo no romaneio final de entrega.

#### 5.5. Furos

Os furos destinados à fixação de equipamentos devem ser cilíndricos ou ligeiramente tronco-cônicos, com uma superfície tal que não dificulte a colocação das ferragens, permitindo-se o arremate na saída dos furos para garantir uma superfície tal que não dificulte a colocação de equipamentos e devem ter o eixo perpendicular ao plano da face do poste.



Nos furos de configuração tronco-cônica, o diâmetro menor define o diâmetro do furo.

Os furos devem ser totalmente desobstruídos sem deixar exposta nenhuma parte da armadura.

Os furos destinados à passagem de cabos podem ser cilíndricos ou oblongos, devendo seguir o especificado nos Anexos 7.1 e 7.2.

#### 5.6. Tolerâncias

Estabelecidos o formato e as dimensões do poste, admitem-se as seguintes tolerâncias:

- a)  $\pm 50$  mm para o comprimento nominal, para posicionamento do traço de referência e para o sinal demarcatório do centro de gravidade;
- b) +2 e -1 mm para o diâmetro dos furos, quando não indicado no padrão;
- c)  $\pm 5$  mm para as dimensões transversais;
- d)  $\pm 5^\circ$  para os ângulos.

As demais tolerâncias são indicadas nas tabelas e nos desenhos de padronização dos Anexos 7.1. e 7.2. As tolerâncias não são cumulativas.

#### 5.7. Vida Média e Garantia

Os postes fabricados de acordo com esta Especificação devem ter vida média de 35 anos a partir da data de fabricação, admitindo-se um percentual de falhas, a saber:

- a) 0% nos primeiros 5 anos, sendo que, nesse período, os postes devem ser repostos sem ônus para a Celesc D;
- b) 1% a cada 5 anos subsequentes, totalizando 6% ao final da vida útil estipulada.

Nota: entende-se como falha em um poste de concreto, o desagregamento do concreto e/ou a deterioração do aço, sendo o parâmetro para controle o lote adquirido indicado no pedido de compras.

## 5.8. Dimensionamento das Seções do Poste

Todo poste deve ser dimensionado de modo a atender o diagrama de momento fletor resultante nominal em cada direção considerada, visando resistir às cargas excepcionais de instalação de componentes da estrutura no topo do poste.

Para as seções próximas ao topo, o momento fletor nominal ( $M_A$ ) ou de carga vertical que o poste deve resistir no plano de aplicação da carga nominal deve estar de acordo com as Tabelas 1 a 3.

Tabela 1 – Poste duplo T, tipo B, na direção de maior carga (inércia)

Identificação		Ensaio flexão	Ensaio de carga vertical – $C_v$	
Tipo	Carga nominal ( $C_n$ ) daN	$M_A$ daN.m	$C_v$ Carga Vertical daN	$M$ para carga nominal daN.m
B	300	400	875	394
B	450	400	875	444
B	600	600	1 375	619
B – 1,5	1 000	900	1 625	731
B – 3,0	1 500	900	1 750	787
B – 4,5	2 000	900	1 875	844
B – 6,0	3 000	900	1 875	844

Tabela 2 – Poste duplo T, tipo B e D, na direção de menor carga (inércia)

Identificação		Ensaio flexão
Tipo	Carga nominal ( $C_n$ ) daN	$M_A$ daN.m
B	300	300
B	450	300
B	600	400
B – 1,5	1 000	600
B – 3,0	1 500	600
B – 4,5	2 000	600

B – 6,0	3 000	600
---------	-------	-----

Tabela 3 – Poste Circular

Identificação		Ensaio flexão
Tipo	Carga nominal $C_n$ daN	$M_A$ daN.m
C – 17	300	450
C – 17	450	600
C – 19	600	900
C – 23	1 000	900
C – 29	1 500	900
C – 33	2 000	900
C – 38	2 500	900
C – 43	3 000	900

## 5.9. Condições Específicas

### 5.9.1. Fabricação

Na fabricação dos postes os componentes devem obedecer as seguintes Normas.

- cimento – conforme prescrevem as NBR 5732, NBR 5733, NBR 5735, NBR 5736, NBR 5737, NBR 11578 ou NBR 12989;
- agregado – conforme prescreve a NBR 7211;
- água – isenta de teores prejudiciais e substâncias estranhas, conforme prescreve a NBR 15900;
- aço – as barras utilizadas devem obedecer a NBR 7480;
- para concreto protendido os fios de aço devem obedecer à NBR 7482 e as cordoalhas à NBR 7483;

- f) os espaçadores da armadura devem ser de concreto e/ou argamassa compatível com o do poste sem agredir à mesma ou poliméricos conforme Anexo 7.8.;
- g) concreto – a resistência de ruptura à compressão deve ser igual ou maior que 300 daN/cm<sup>2</sup> (ou 30 MPa), para controle da resistência à compressão do concreto devem ser obedecidas as NBR 5738 e NBR 5739;
- h) para obter amostras para análises não destrutivas, utilizar o que determina a NBR 7680-1.

## 5.9.2. Elasticidade

### 5.9.2.1. Flechas

Os postes submetidos a um esforço de tração igual à carga nominal não devem apresentar flechas, superiores a:

- a) 3,5% do comprimento nominal, quando a tração for aplicada na direção de maior inércia do poste de seção duplo T (face B), quadrada e circular. Para postes de concreto protendido, o valor da flecha deve ser reduzido para 2,5%;
- b) 5% do comprimento nominal, quando a tração for aplicada na direção de menor inércia (face A) do poste seção duplo T, ornamentais e iluminação. Para postes de concreto protendido, o valor da flecha deve ser reduzido para 3,5%.

### 5.9.2.2. Flecha Residual

A flecha residual, medida depois que se anula a aplicação de um esforço correspondente a 140% da carga nominal para concreto armado e 150% para concreto protendido, no plano de aplicação dos esforços reais, não deve ser superior a:

- a) 0,35% do comprimento nominal, quando a tração for aplicada na direção de maior inércia do poste de seção duplo T (face B), quadrada e circular. Para postes de concreto protendido, esse valor passa a ser de 0,25%;
- b) 0,5% do comprimento nominal, quando a tração for aplicada na direção de menor inércia (face A) do poste seção duplo T, ornamentais e iluminação. Para postes de concreto protendido, esse valor passa a ser de 0,35%.



### 5.9.2.3. Trincas

Todos os postes submetidos a uma tração igual à carga nominal não devem apresentar trincas, exceto as capilares. As trincas que aparecem durante a aplicação dos esforços correspondentes a 140% da carga nominal, devem fechar-se ou tornarem-se capilares após a retirada deste esforço.

### 5.9.3. Carga à Ruptura

A carga à ruptura não deve ser inferior a 2 vezes a carga nominal e 2,2 vezes para os postes protendidos. Os postes simétricos de seção duplos T, têm na direção de menor carga, uma carga igual a 50% da indicada para a direção de maior carga.

### 5.9.4. Armadura, Cobrimento e Afastamento

O cobrimento de concreto sobre a armadura deve ser no mínimo igual a 15 mm de espessura, com exceção das paredes dos furos e da armadura transversal dos postes duplo T, em que se admite no mínimo 10 mm.

O afastamento entre as barras da armadura, bem como os transpasses nas emendas, podem ter disposição especial, cuja eficiência será comprovada pelos ensaios previstos.

As extremidades da armadura devem estar localizadas a 20 mm da base e do topo do poste, admitindo-se uma tolerância de  $\pm 5$  mm.

Recomenda-se que o espaçamento máximo entre os estribos seja de 300 mm.

No topo do poste, independente do modelo, tipo e formato, deve ser instalado um anel metálico, ligado à armadura com a finalidade de identificar o poste inspecionado. O material desse anel deverá ser arame com diâmetro mínimo de 2,8 milímetros de aço inoxidável ou aço zincado classe de zincagem pesada com no mínimo 230 g/m<sup>3</sup>, conforme a E-313.0007.

O rompimento, a não instalação desse anel ou a instalação após a retirada do poste do molde (forma) caracterizarão uma não conformidade crítica, provocando a recusa do lote. Postes recusados deverão ter obrigatoriamente os anéis seccionados pelo inspetor.

Os postes devem prever o esforço de içamento com o reforço da armadura nos locais indicados, bem com na região do centro de gravidade, para evitar trincas e principalmente no poste duplo “T” a trinca das abas.



Para os postes de concreto protendido deve ser previsto o uso de uma armadura passiva, com seção mínima de 0,45 % da seção do concreto no nível do engastamento. Essa armadura deve ter no mínimo 5 metros de comprimento, começando, no mínimo, a 1 metro abaixo da parte superior do engastamento.

#### 5.9.5. Absorção de Água

O teor de absorção de água do concreto deve ser obtido com amostras do lote de poste a ser ensaiado.

A absorção de água deve ser menor ou igual a 5,0% para a média das medições das amostras e menor ou igual a 6,5% para medição individual de cada amostra, caracterizando a classe de agressividade ambiental – CAA, nível III, conforme a NBR 8451-1.

Os espaçadores da armadura de concreto e ou argamassa devem obrigatoriamente atender os parâmetros para absorção de água especificada para o poste em que serão utilizados.

#### 5.9.6. Aterramento

Para o poste duplo T deve ser aplicado um duto liso de PVC ou PE de ½”, na cor preta, fixado a armadura com argolas de aço, de forma que a passagem do condutor de aterramento fique totalmente interna ao poste, conforme Figura A.2.

No poste circular, devem ser disponibilizados dois furos, sendo um na parte superior do poste e outro próximo à base. Dimensões e posicionamento desses furos devem estar conforme a Figura A.1. Na face oposta, deve ser aplicado um duto liso de PVC ou PE de ½”, na cor preta, incorporado ao concreto para condução do sistema de aterramento, com a entrada e saída desse duto na mesma cota dos furos.

O sistema de aterramento incorporado, somente deve ser instalado quando este for solicitado através do pedido de compras ou na descrição do item na lista de compras. Este deve ser realizado com sistema de conectores superior e inferior para conexão aos cabos externos com parafuso M12, em liga de cobre estanhada e interligados através de um cabo com seção mínima de 25mm<sup>2</sup> de cobre ou aço cobre com no mínimo 40% de IACS.

#### 5.10. Inspeção e Ensaio

##### 5.10.1. Generalidades

O fabricante deve dispor, para a execução dos ensaios, de pessoal, normas, especificações e aparelhagem necessária, próprios ou contratados (neste caso, deve haver aprovação da Celesc D), às suas custas.



Os ensaios com aplicação de cargas devem ser realizados com a utilização de dinamômetros com célula de carga.

**Não podem ser utilizados os dinamômetros tipo mola (relógio).**

Fica assegurado ao inspetor da Celesc D o direito de familiarizar-se em detalhes com as instruções ou equipamentos usados, bem como verificar calibrações.

Em caso de dúvidas sobre os resultados apresentados, é assegurado ao inspetor o direito de exigir a repetição de qualquer ensaio.

O custo do controle de qualidade da fabricação e dos ensaios corre por conta do fabricante. As repetições, quando solicitadas pela Celesc D, correm por conta desta somente se os postes forem aprovados. Em caso contrário, correm por conta do fabricante.

Para analisar a aceitação ou rejeição de um lote, devem-se inspecionar os postes segundo as categorias de inspeção.

Detectado um defeito, este terá uma graduação (crítico, grave ou tolerável). A seguir, o poste é classificado em bom ou defeituoso (crítico, grave ou tolerável).

Os ensaios são considerados satisfatórios se não houver nenhuma falha. Caso um dos ensaios realizados não seja satisfatório, o fabricante deve repetir este ensaio em uma amostra equivalente ao dobro da primeira, sem qualquer ônus para a Celesc D. No caso de qualquer outra falha ocorrer, todo o lote sob inspeção deve ser rejeitado.

A verificação da espessura do revestimento e do afastamento da armadura deve ser feita em 5 pontos ao longo do comprimento de cada poste submetido ao ensaio de ruptura.

No poste que foi submetido à ruptura, deve ser verificada a qualidade das conexões dos terminais de aterramento.

Todos os ensaios, verificações e inspeções indicadas no subitem 5.10. são consideradas ensaios de tipo e necessários para a obtenção do CHP.

No caso de o fornecedor não apresentar o total de postes indicados no pedido de compra para o prazo de entrega indicado, será considerado como chamada improdutiva, e o lote recusado.



## 5.10.2. Condições de Recebimento

Para o recebimento de um lote de postes, deve-se proceder a:

- a) inspeção geral;
- b) verificação do controle de qualidade;
- c) ensaios.

### 5.10.2.1. Inspeção Geral

Antes de serem efetuados os demais ensaios, o inspetor deve fazer uma inspeção geral, comprovando se os postes estão em conformidade com os elementos característicos requeridos, verificando acabamento, dimensões, identificação e furação.

A não conformidade de um poste com qualquer uma dessas características determina sua rejeição.

Deve ser fornecido ao inspetor o romaneio de previsão de entrega para que ele possa elencar quais os itens para entrega deverão ser ensaiados.

### 5.10.2.2. Aceitação e Rejeição

Todos os postes rejeitados nos ensaios de recebimento, integrantes de lotes aceitos, devem ser substituídos por unidades novas e perfeitas, pelo fabricante, sem qualquer ônus para a Celesc D, e ser encaminhado um novo romaneio contendo quais os postes foram substituídos com sua data de fabricação e número de registro, bem como a listagem dos postes substituídos.

A aceitação de um determinado lote não exime o fabricante da responsabilidade de fornecer os postes de conformidade com as exigências desta Especificação e nem invalida as reclamações que a Celesc D possa fazer a respeito da qualidade do material empregado ou fabricação dos postes.

Para analisar a aceitação ou rejeição de um lote, devem-se inspecionar os postes segundo as categorias de inspeção.

Tabela 4 – Grau de Defeito para Inspeção Geral

	<b>Crítico</b>	<b>Grave</b>	<b>Tolerável</b>
<b>Acabamento</b>	Presença de: - tinca não capilar - fratura - pintura - armadura aparente	Presença de: Ninho de concretagem	Presença de: Reparos
<b>Dimensões</b>	Não atendimento aos requisitos de: - distância entre furos - simetria das seções	Não atendimento aos requisitos de: - Topo, base e cotas da geometria da peça em desacordo com os Anexos 7.1. e 7.2. e com o subitem 5.6.	Não atendimento aos requisitos de: - identificação fora de posição - comprimento da identificação, fora do estabelecido retilineidade $\leq 0,25\%$ .
<b>Furação</b>	- diâmetro dos furos - falta de furos - alinhamento dos furos em relação a geometria da peça.	- Obstrução de furos.	
<b>Identificação</b>	Falta das informações mínimas indicadas em 5.3 e falta do anel metálico para identificação do poste liberado		- características gerais das informações mínimas fora do estabelecido no Anexo 7.5.
<b>Aterramento</b>	- Falta do tubo para passagem do cabo - Falta do condutor, terminais e parafusos do aterramento integrado - Falta de continuidade elétrica entre os terminais de aterramento.	- Obstrução dos tubos para passagem do cabo de aterramento. - Obstrução do furo do terminal	

Nota: a classificação dos defeitos previstos nesta Tabela deve ser realizada de acordo com os requisitos previstos nesta Especificação Técnica.



Tabela 5 – Grau de Defeito para Ensaio de Elasticidade

	<b>Crítico</b>	<b>Grave</b>
<b>Flecha sob carga nominal</b>	Valor acima do especificado em 5.9.2.1	
<b>Flecha residual</b>	Presença de tinca não capilar	Valor acima do especificado em 5.9.2.2

Detectado um defeito, este deve ter uma graduação (crítico, grave ou tolerável). A seguir, o poste é classificado em conformidade ou defeituoso (crítico, grave ou tolerável), como a seguir:

- a) poste em conformidade: poste isento de qualquer defeito;
- b) poste defeituoso crítico: poste que contém um ou mais defeitos críticos, podendo conter defeitos toleráveis e graves;
- c) poste defeituoso grave: poste que contém um ou mais defeitos graves, podendo conter defeitos toleráveis, mas não críticos;
- d) poste defeituoso tolerável: poste que contém um ou mais defeitos toleráveis, não contendo defeitos graves nem críticos.

Consultando-se o critério de aceitação e rejeição das Tabelas 4 e 5, o lote deve ser aceito ou rejeitado.

#### 5.10.2.3. Verificação do Controle de Qualidade

Devem ser apresentados ao inspetor os relatórios de controle de qualidade dos materiais, conforme as Normas relacionadas no inciso 5.9.1.

É assegurado ao inspetor o direito de presenciar a realização dos ensaios de controle de qualidade e acompanhar todas as fases de fabricação.

#### 5.10.2.4. Ensaios

Os ensaios são destinados à verificação de:

- a) momento fletor no plano de aplicação dos esforços reais (MA);



- b) elasticidade;
- c) carga à ruptura;
- d) cobrimento e afastamento da armadura;
- e) absorção de água;
- f) carregamento vertical.

Notas:

- 1) Os postes duplos T simétricos devem ser ensaiados mecanicamente tanto na direção de maior como na de menor carga, e para o ensaio de carregamento vertical somente na direção de maior carga.
- 2) Quando o poste for assimétrico, ele deve ser ensaiado mecanicamente apenas na direção e sentido de maior carga.

### 5.10.3. Amostragem

Qualquer consideração adicional para determinação dos planos de amostragem, ou comutação dos mesmos deve ser consultada a NBR 5426 e NBR 5427.

Outras formas de amostragem podem ser previamente acertadas entre a Celesc D e o fabricante.

Se o número de unidades que compõe o lote for menor que o tamanho da amostra deve ser inspecionado 100%.

O arranjo do lote deve ocorrer conforme 4.12. Para lotes formados por unidades de diferentes tipos, o tamanho da amostra pode ser distribuído proporcionalmente entre os vários tipos de postes que compõe o lote.

Tabela 6 – Critério de Aceitação para Ensaio de Inspeção Geral

Tamanho do lote	Inspeção geral (amostragem dupla normal)									
	Nível geral de inspeção I									
	Tamanho da Amostra	NQA 1,5 % Crítico			NQA 4,0 % Grave			NQA 10,0 % Tolerável		
Sequência de amostragem		Ac	Re	Sequência de amostragem	Ac	Re	Sequência de amostragem	Ac	Re	
2 a 25	8	Única	0	1	Única	0	1	1 <sup>a</sup>	0	2
	3							2 <sup>a</sup>	1	2
26 a 90	8	Única	0	1	Única	0	1	1 <sup>a</sup>	0	2
	3							2 <sup>a</sup>	1	2
91 a 150	8	Única	0	1	1 <sup>a</sup>	0	2	1 <sup>a</sup>	0	3
	8				2 <sup>a</sup>	1	2	2 <sup>a</sup>	3	4
151 a 280	8	Única	0	1	1 <sup>a</sup>	0	2	1 <sup>a</sup>	1	4
	8				2 <sup>a</sup>	1	2	2 <sup>a</sup>	4	5
281 a 500	20	1 <sup>a</sup>	0	2	1 <sup>a</sup>	0	3	1 <sup>a</sup>	2	5
	20	2 <sup>a</sup>	1	2	2 <sup>a</sup>	3	4	2 <sup>a</sup>	6	7
501 a 1 200	20	1 <sup>a</sup>	0	2	1 <sup>a</sup>	1	4	1 <sup>a</sup>	3	7
	20	2 <sup>a</sup>	1	2	2 <sup>a</sup>	4	5	2 <sup>a</sup>	8	9
1 201 a 3 200	32	1 <sup>a</sup>	0	3	1 <sup>a</sup>	2	5	1 <sup>a</sup>	5	9
	32	2 <sup>a</sup>	3	4	2 <sup>a</sup>	6	7	2 <sup>a</sup>	12	13
3 200 a 10 000	50	1 <sup>a</sup>	1	4	1 <sup>a</sup>	3	7	1 <sup>a</sup>	7	11
	50	2 <sup>a</sup>	4	5	2 <sup>a</sup>	8	9	2 <sup>a</sup>	18	19

Nota 1 - Esta Tabela deve ser utilizada conforme estabelecido no subinciso 5.10.2.4. desta Norma.

Nota 2 - Ac é o número de peças defeituosas que ainda permite aceitar o lote.

Nota 3 - Re é o número de peças defeituosas que implica a rejeição do lote.

Nota 4 - Para amostra dupla, ensaiar um número inicial de unidades igual ao da primeira amostra obtida desta Tabela. Se o número inicial de unidades defeituosas estiver compreendido entre Ac e Re (excluindo estes valores), deve ser ensaiada a segunda amostra. O total de unidades defeituosas encontradas após ensaiadas as duas amostras deve ser igual ou inferior ao maior Ac especificado.

O tamanho da amostra para efetuar os ensaios destrutivos de carga à ruptura, cobrimento e afastamento da armadura, carregamento vertical e momento fletor deve ser de um poste em cada lote de até 100 unidades. Para poste duplo T, a amostra deve ter no mínimo duas peças para verificar a ruptura nas direções de maior e menor carga.

Para a verificação do teor médio de absorção de água a amostragem deve ser de no mínimo quatro corpos de prova (amostras), coletadas ao longo do poste que foi submetido ao ensaio de ruptura. Os corpos de prova devem ser retirados preferencialmente sem aço e da face que sofreu compressão no ensaio.



Caso o lote não atenda ao critério de amostragem para ruptura ou o fornecedor opte por ensaio não destrutivo, a coleta das amostras para o ensaio de absorção de água deve ser conforme o especificado em 5.10.7. Neste caso devem ser coletadas 04 (quatro) amostras de cada lote, e devem ser retiradas de postes com distintas datas de fabricação.

Tabela 7 – Critério de Aceitação para Ensaio de Elasticidade

Tamanho do lote	Ensaios (amostragem normal e simples)				
	Nível especial de inspeção – S <sub>3</sub>				
	Tamanho da amostra	NQA 1,5 % Crítico		NQA 4,0 % Grave	
		Ac	Re	Ac	Re
2 a 15	8	0	1	0	1
16 a 50	8	0	1	1	2
51 a 150	8	0	1	1	2
151 a 500	13	0	1	1	2
501 a 3 200	13	0	1	1	2
3 201 a 10 000	32	1	2	2	3

Nota 1 – Esta Tabela deve ser utilizada conforme estabelecido no subinciso 5.10.2.4. desta Norma.  
Nota 2 – Ac é o número de peças defeituosas que ainda permite aceitar o lote.  
Nota 3 – Re é o número de peças defeituosas que implica a rejeição do lote.

#### 5.10.4. Elasticidade

Os postes devem satisfazer às exigências de flechas e trincas, estipulados em 5.9.2, quando ensaiados conforme a NBR 8451-3. Para os postes que tenham momentos resistentes variáveis com a direção, o ensaio deve verificar a elasticidade nas faces de momento resistente máximo e mínimo a amostragem deve ocorrer de acordo com 5.10.3.

##### 5.10.4.1. Ensaio para Verificação da Elasticidade do Poste com Carga Nominal

Com o poste engastado de acordo com o especificado em 4.8, aplicar a distância “d” do topo (plano de aplicação dos esforços reais), o esforço C<sub>n</sub> correspondente a sua carga nominal, durante 1 minuto no mínimo, para permitir a acomodação do engastamento. Após esse tempo, a carga deve ser retirada e uma verificação do engastamento do poste a banca de ensaio realizada, isto é, reapertar o sistema de travamento.



Com o engastamento já acomodado, marcar um ponto de referencia junto à distância “d” do topo e aplicar novamente o esforço Cn durante 5 minutos no mínimo.

Após 5 minutos ou mais, desde o início da aplicação de Cn, com Cn ainda aplicada:

- a) o poste não pode apresentar trincas exceto as capilares;
- b) a flecha lida no plano de aplicação dos esforços reais não deve ser superior ao estabelecido em 5.9.2.1.

O esforço Cn deve ser aplicado através de cinta de aço presa no poste à distância d do topo (100 mm). Terminado o ensaio, manter o poste engastado e a cinta de aço presa, para permitir a execução dos ensaios seguintes.

#### 5.10.4.2. Ensaio para Verificação de Elasticidade do Poste com 140% da Carga Nominal

Mantendo a condição anterior de engastamento, aplicar um esforço igual a 1,4 Cn, correspondente ao carregamento máximo excepcional, durante 5 minutos no mínimo e 10 minutos no máximo.

Após 5 minutos desde o início da aplicação de 1,4 Cn, com 1,4 Cn ainda aplicada, o poste pode apresentar trincas capilares e não capilares.

Retirando o esforço, após 5 minutos no mínimo e 10 minutos no máximo:

- a) o poste deve apresentar apenas trincas capilares;
- b) a flecha residual máxima no plano de aplicação dos esforços reais não deve ser superior ao estabelecido no subinciso 5.9.2.2.

#### 5.10.5. Carga à Ruptura

Os postes devem satisfazer as exigências de carga à ruptura, descritas no inciso 5.9.3, quando ensaiadas conforme a NBR 8451-3. Para os postes que tenham momentos resistentes variáveis com a direção, o ensaio deve verificar a carga nas faces de momento resistente máximo e mínimo. A amostragem deve ocorrer de acordo no inciso 5.10.3.

Mantendo a condição anterior de engastamento utilizado para o ensaio de elasticidade, aplicar esforços cada vez maiores até atingir a carga de ruptura do poste:



- a) o valor máximo lido no dinamômetro é igual à carga real de ruptura do poste;
- b) esse valor deve ser superior ao especificado no inciso 5.9.3.

#### 5.10.6. Cobrimento e Afastamento da Armadura

Os postes devem satisfazer as exigências de cobrimento e afastamento da armadura prevista no inciso 5.9.4, quando ensaiadas conforme a NBR 8451-3. A amostragem deve ocorrer de acordo no inciso 5.10.3.

Quando forem utilizados espaçadores poliméricos, o fornecedor de postes devera, a critério da Celesc D, apresentar os ensaios de recebimento e/ou de tipo do lote de espaçadores utilizados, fornecidos seu pelo fabricante conforme o Anexo 7.8. Quando solicitado, a não apresentação dos ensaios será considerada como não conformidade e o lote será recusado.

#### 5.10.7. Absorção de Água

Os postes e os espaçadores devem satisfazer as exigências de absorção de água previstas no inciso 5.9.5., quando ensaiadas conforme a NBR 8451-4.

No caso de qualquer uma das amostras, independente da forma de coleta das amostras, não atender ao especificado em 5.9.5, todo o lote será rejeitado.

A amostragem deve ocorrer de acordo no inciso 5.10.3. a partir de postes que sofreram o ensaio de carga de ruptura, ou conforme o procedimento a seguir:

Com a autorização do inspetor, opcionalmente as amostras podem ser retiradas conforme NBR 7680-1 de forma não destrutiva. Para tanto, devem ser atendidos os seguintes critérios:

- 1- O inspetor realizará uma amostragem de pelo menos 50% das amostras de postes escolhidas anteriormente e destinadas para ensaio em banca.
- 2- O inspetor definirá os pontos de obtenção da amostra seguindo critérios de facilidade de obtenção da amostra e facilidade de reparo do ponto extraído.



**Figura 1 – Modelo de equipamento para retirada de amostras**

- 3- Os corpos de prova deverão ser obtidos com o uso de serra copo, conforme a Figura 1 disponibilizada pelo fabricante de postes. Os discos formados para obtenção do corpo de prova devem ter o diâmetro mínimo de 75 mm. A altura do corpo de prova deve seguir a seguinte relação  $1 \leq h/d \leq 2$  onde:

*h* é a altura o corpo de prova.

*d* é o diâmetro do corpo de prova.

- 4- Caso não seja viável para o fornecedor a obtenção dessas amostras, serão obtidas as amostras conforme determina a NBR 8451-4 através da destruição de um ou mais postes conforme o tamanho do lote, retirando-se 4 corpos de prova de cada poste ao longo de cada poste.
- 5- A identificação dos corpos de prova deve ser associada ao número de série do poste.
- 6- No caso dos postes que sofrerem a retirada dos corpos de prova após a realização do ensaio de absorção de água e consequente aprovação, serão permitidos o seu reparo conforme o subitem 5.4 e o retorno ao lote de entrega.

#### 5.10.8. Momento Fletor

O poste deve satisfazer as exigências de momento fletor no plano de aplicação dos carregamentos previstos em 5.8, quando ensaiado conforme segue:

- a) para postes previstos no padrão, os MA nominais já calculados podem ser obtidos diretamente das Tabelas A-1 e A-2 dos Anexos 7.1. e 7.2.;
- b) para execução correta do ensaio, deve ser utilizado no topo do poste, um dispositivo igual a um metro equivalente ao sugerido na figura do Anexo 7.7.;
- c) a amostragem deve ocorrer de acordo no inciso 5.10.3.;



d) engastar o poste a uma distância conforme o subitem 4.8.

A aplicação e retirada dos carregamentos deve ser lenta e gradativa, evitando variações bruscas do carregamento durante os ensaios. A distância do plano de aplicação dos carregamentos ao topo do poste deve ser  $d = 100 \text{ mm}$ .

Tracionar de modo contínuo e crescente até atingir o valor  $F$ . Adotar  $|F'| = |MA|$  para o comprimento do braço  $B' = 1 \text{ m}$  conforme Figura A.6 do Anexo 7.7. Decorridos 5 minutos ou mais, desde a aplicação do carregamento  $F$ , o poste não deve apresentar trincas. A verificação das trincas deve ser feita com  $F$  aplicada.

#### 5.10.9. Carregamento Vertical

Este ensaio deve ser executado somente em postes duplo T na face B, de acordo com o especificado em ABNT NBR 8451-3, aplicando-se as cargas estabelecidas na Tabela 1. A amostragem deve ocorrer de acordo no inciso 5.10.3.

O poste deve estar engastado com o comprimento conforme especificado no subitem 4.8.

A montagem do dispositivo de ensaio deve estar rigorosamente de acordo com as condições estabelecidas no Anexo 7.4., inclusive nas distâncias do ponto de aplicação da carga ao centro geométrico do poste, bem como a instalação a 50 mm do topo do poste, sendo a face B a ser ensaiada.

A aplicação das cargas deve ser lenta e gradativa, evitando variações bruscas do carregamento durante o ensaio.

Durante a aplicação dos esforços, analisar o comportamento do topo do poste com a carga vertical ( $C_v$ ), no limite elástico ( $1,4 C_v$ ) e na aplicação da carga de ruptura ( $2 C_v$ ) especificadas na Tabela 1.

Na aplicação da carga vertical e na carga de limite elástico, deve ser aguardado o tempo de dois minutos para a continuidade dos ensaios, sendo verificada na carga vertical a existência de trincas na região tracionada do poste ensaiado conforme o subinciso 5.9.2.3., admitindo-se somente a presença de trincas capilares.



## 6. DISPOSIÇÕES FINAIS

Poderão ser consultadas as seguintes Normas:

NBR 5426 – Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos

NBR 5427 – Guia para utilização da Norma ABNT NBR 5426 – Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos – Procedimento

NBR 5732 – Cimento “portland” comum

NBR 5733 – Cimento “portland” de alta resistência inicial

NBR 5738 – Moldagem e cura de corpos de prova de concreto

NBR 5739 – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos de concreto

NBR 6118 – Projeto e execução de obras de concreto armado

NBR 6124 – Determinação da elasticidade, carga de ruptura, absorção de água e espessura do cobrimento em postes e cruzetas de concreto armado

NBR 6323 – Aço ou ferro fundido – Revestimento de zinco por emersão a quente – especificação

NBR 7211 – Agregados para concreto

NBR 7480 – Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado

NBR 7482 – Fios de aço para concreto protendido – Especificação

NBR 7483 – Cordoalhas de aço para concreto protendido – Especificação

NBR 7680-1 – Concreto – Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estrutura de concreto – Parte 1: Resistência à compressão axial

NBR 8451-1 – Postes de concreto armado e protendido para redes de distribuição e de transmissão de energia elétrica Parte 1: Requisitos

NBR 8451-2 – Postes de concreto armado e protendido para redes de distribuição e de transmissão de energia elétrica Parte 2: Padronização de postes para redes de distribuição de energia elétrica

NBR 8451-3 – Postes de concreto armado e protendido para redes de distribuição e de transmissão de energia elétrica Parte 3: Ensaio mecânicos, cobrimento da armadura e inspeção geral

NBR 8451-4 – Postes de concreto armado e protendido para redes de distribuição e de transmissão de energia elétrica Parte 4: Determinação da absorção de água

NBR 9023 – Termoplásticos – Determinação do índice de fluidez – Método de ensaio

NBR 9512 – Fios e cabos elétricos – Intemperismo artificial sob condensação de água, temperatura e radiação ultravioleta-B proveniente de lâmpadas fluorescentes – Método de Ensaio

NBR 14684 – Sistemas de subdutos de polietileno para telecomunicações – Determinação da densidade de plásticos por deslocamento

NBR 14692 – Sistemas de subdutos de polietileno para telecomunicações – Determinação do tempo de indução oxidativa



ASTM D-1238 – Standard test method for melt flow rates of thermoplastics by extrusion plastometer

ASTM G-155 – Standard Practice for Operating Xenon-Arc Light Apparatus for Exposure of Nonmetallic Materials

ISO 1133 – Plastics – Determination of the melt mass-flow rate (MFR) and the melt volume-flow rate (MVR) of Thermoplastics

E-313.0007 – Ferragens e acessórios metálicos de distribuição.

E-313.0045 – Certificação de Homologação de Produtos (Especificação Celesc Distribuição S.A.)

## 7. ANEXOS

### 7.1. P01 – Poste de Concreto Circular

### 7.2. P02 – Poste de Concreto Duplo T

### 7.3. Ensaio de Carregamento Vertical

### 7.4. Identificação

### 7.5. Gráfico de Momentos Fletores Nominiais

### 7.6. Ensaio Para Verificação do Superdimensionamento das Seções Próximas ao Topo do Poste

### 7.7. Espaçadores Poliméricos

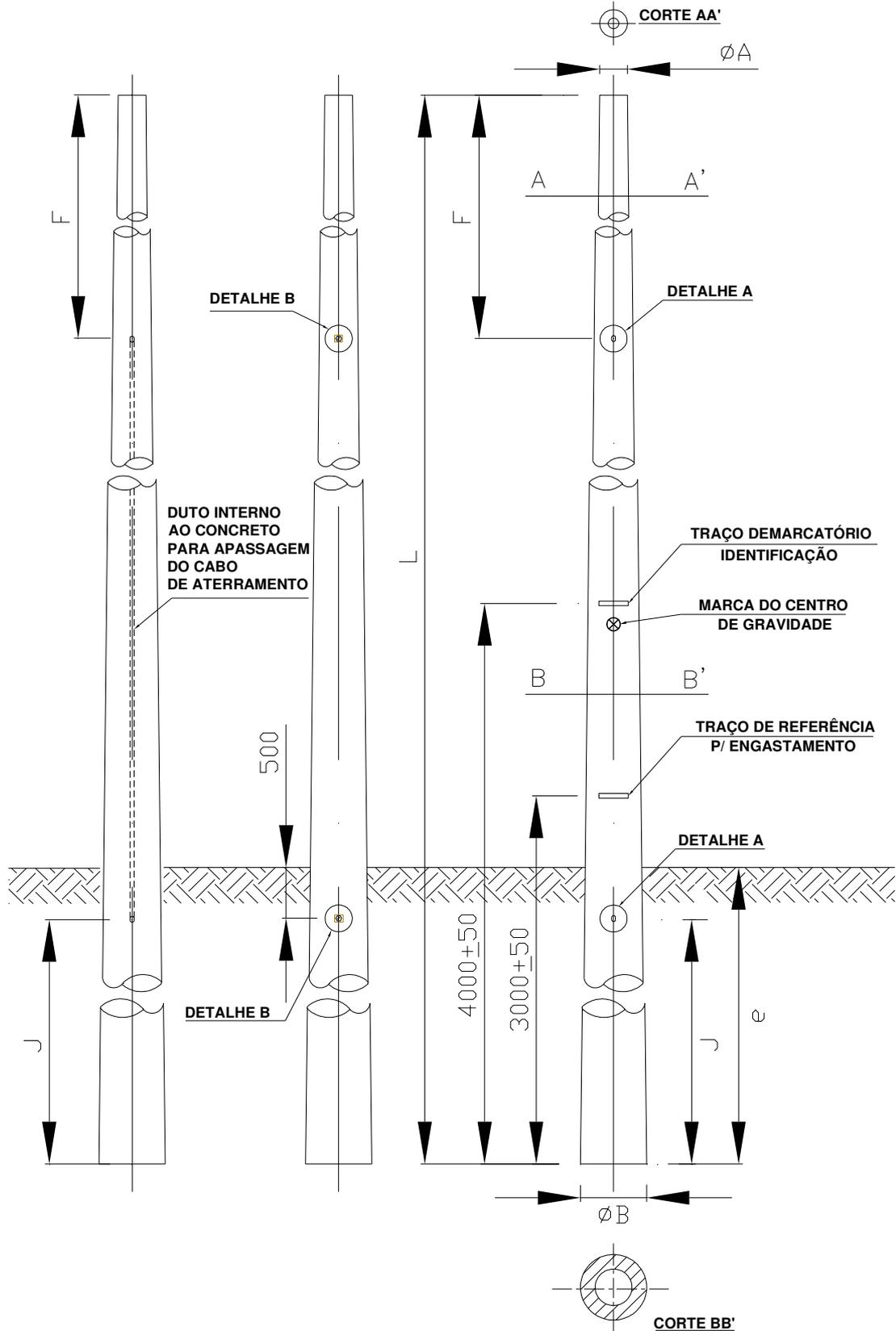
### 7.8. Orientações Para Destinação Final Adequada da Sucata de Postes de Concreto

### 7.9. Controle de Revisões e Alterações

### 7.10. Histórico da Revisões



### 7.1. P01 – Poste de Concreto Circular



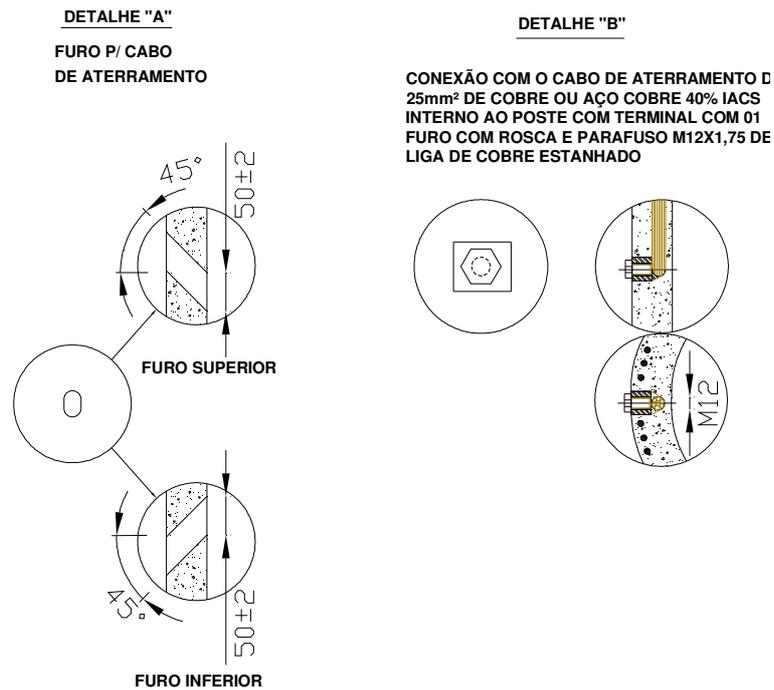


Figura A1 – Poste circular de concreto – P01

## Notas:

- Dimensões em milímetros
- É desejável que os postes duplo T sejam construídos com a base cheia
- A instalação dos duto para aterramento deve ser realizada interna ao concreto voltado para o lado interno do poste, sem comprometer a cobertura externa da ferragem.
- Os pontos de entrada e saída do duto devem seguir as cotas J e F.
- Devem ser mantido os furos para a posterior instalação de uma cabo um sistema de aterramento secundário.
- O aterramento incorporado somente deve ser instalado quando este for indicado no pedido de compras ou na descrição do item na lista de compras.



**Tabela A.1 - Características padronizadas dos postes de concreto de seção circular**

Comprimento nominal		Carga nominal	Momento fletor nominal no plano de aplicação da $C_n$	Força adicional no plano de aplicação da $C_n$	Dimensões							Massa aproximada <sup>b</sup>	Código CELESC
					mm								
Item	$L \pm 0,05$	Tipo	$C_n$	$MA^{c,d}$	$FA^e$	$A \pm 5$	$B \pm 5^a$		$F \pm 20^f$	$J \pm 20^f$	$e \pm 15$	kg	
	m						daN	daN x m					
1	11	C-29	1 500	900	952	290	510	455	1 875	1 200	1 700	2 100	4695
2		C-33	2 000	900	1312	330	550	495				3 000	4697
3	12	C-17	300	450	165	170	410	350	2 775	1 300	1 800	1 130	4640
4		C-17	450	600	252	170	410	350				1 250	4641
5		C-19	600	900	331	190	430	370				1 440	4642
6		C-23	1 000	900	611	230	470	410				1 770	4644
7		C-29	1 500	900	960	290	530	460				2 450	4645
8		C-33	2 000	900	1 311	330	570	510				3 850	4652
9		C-38	2 500	900	1 661	380	620	560					4704
10	13	C-29	1 500	900	968	290	550	485	2 775	1 400	1 900	3 000	4685
11		C-33	2 000	900	1 310	330	590	525				3 500	4652
12		C-38	2 500	900	1 663	380	640	575					4689
13		C-43	3 000	900	2 013	430	690	625					4687

NOTAS:

- a - (A) – Conicidade 20 mm/m. (B) – Conicidade 15 mm/m.
- b As massas são aproximadas para conicidade de 20 mm/m e não possuem sentido normativo, não devendo ser exigida a sua observância, inclusive na inspeção.
- c A distância do plano de aplicação de MA ao topo do poste é de 100 mm.
- d Os valores da coluna MA foram obtidos experimentalmente.
- e Os valores da coluna FA foram calculados através da expressão  $FA=(0,7 \times ME - MA)/h$
- f As cotas F e J referem-se aos furos para entrada e saída do cabo de aterramento, podendo ainda ser utilizado sistema de duto embutido e aterramento integrado através de terminal e parafuso de liga de cobre estanhada M12 x 1,75 mm, crimpados e interligados por uma cabo de 25mm<sup>2</sup> de cobre ou aço cobre com condutividade mínima de 40 % IACS

7.2. P02 – Poste de Concreto Duplo T

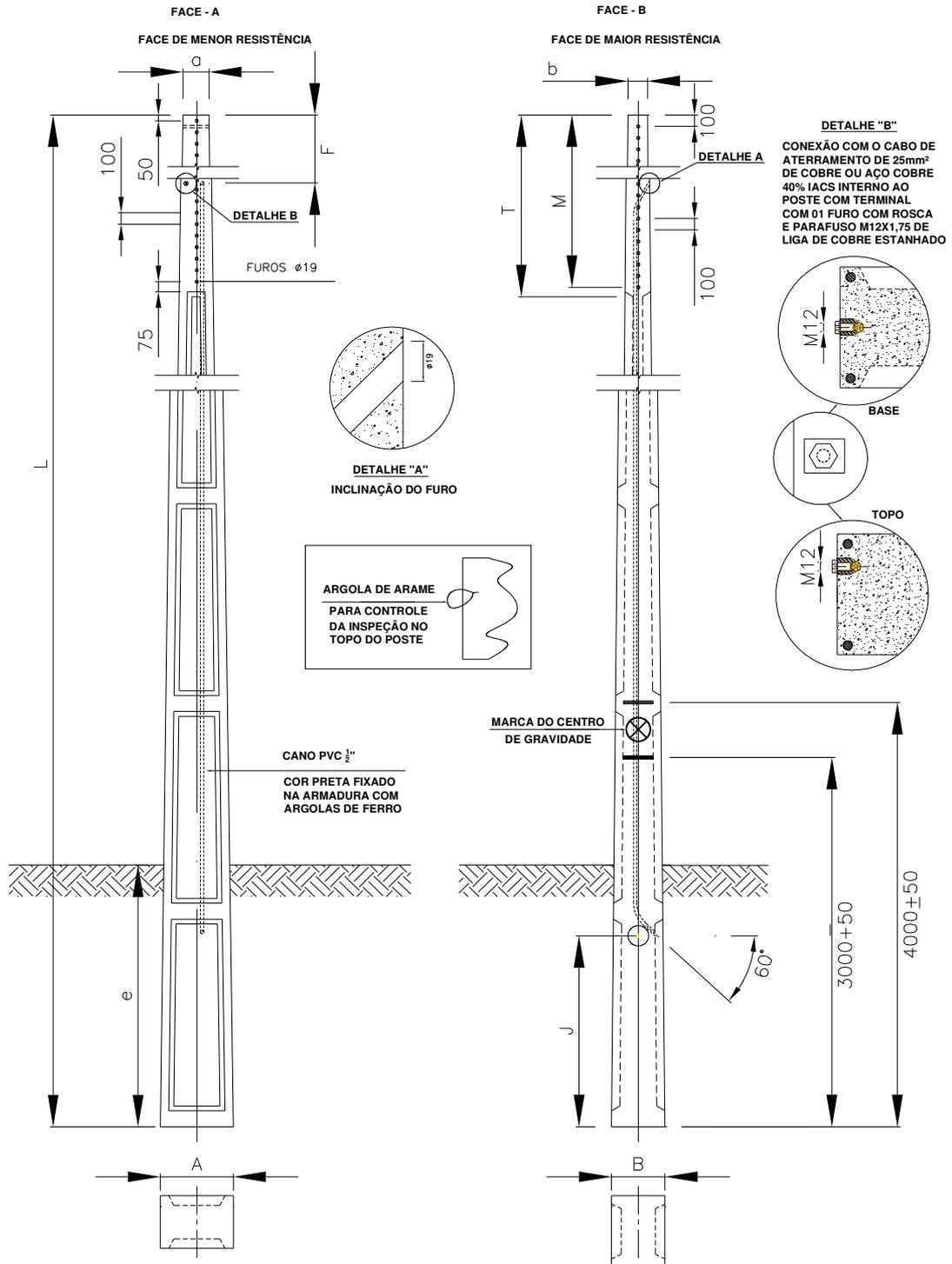


Figura A2 – Poste duplo T de concreto – P02

Notas:

- Dimensões em milímetros
- É desejável que os postes duplo T sejam construídos com a base cheia
- O aterramento incorporado somente deve ser instalado quando indicado no pedido de compras ou na descrição do item na lista de compras.



**Tabela A.2 - Características padronizadas dos postes de concreto de seção Duplo T**

Comprimento nominal		Carga nominal	Momento fletor nominal no plano de aplicação C <sub>n</sub>		Força adicional no plano de aplicação C <sub>n</sub>		Dimensões									Massa aproximada <sup>a</sup>	Código CELESC			
Item	L±0,05		Tipo	C <sub>n</sub>		MA <sup>b,c</sup>		FA <sup>d</sup>		Face A		Face B		F±20 <sup>e</sup>	J±20 <sup>e</sup>			e±15	T±20	M±15
	m			daN	daN x m	daN	daN	Topo	Base	Topo	Base									
		Face A	Face B	Face A	Face B	Face A	Face B	a±5	A±5	b±5	B±5						kg			
1	10	B	150	300	300	400	69	162	140	420	110	310	975	1 100	1 600	3 025	3 000	900	4800	
2			225	450	350	500	110	251										900	4802	
3			300	600	400	600	162	348										900	4804	
4		B-1,5	500	1 000	600	900	278	592	182	462	140	340						1 150	4801	
5	11	B	150	300	300	400	72	167	140	448	110	330	1 875	1 200	1 700	4 525	4 500	1 050	4807	
6			225	450	350	500	115	258										1 050	4832	
7			300	600	400	600	167	355										1 050	4815	
8		B-1,5	500	1 000	600	900	285	602	182	490	140	360						1 330	4818	
9	12	B	150	300	300	400	75	170	140	476	110	350	2 775	1 300	1 800	4 525	4 500	1 210	4820	
10			225	450	350	500	118	262										1 210	4858	
11			300	600	400	600	170	361										1 210	4851	
12		B-1,5	500	1 000	600	900	291	611	182	518	140	380						1 520	4823	
13	13	B	300	600	400	600	175	369	140	504	110	370	2 775	1 600	2 100	4 525	4 500	1 400	4819	
14		B-1,5	500	1 000	600	900	299	620	182	546	140	400						1 750	4824	
15	15	B	300	600	400	600	179	375	140	560	110	410	2 775	1 600	2 100	4 525	4 500	1 800	4839	
16		B-1,5	500	1 000	600	900	306	628	182	602	140	440						2 240	4879	

NOTAS:

- As massas são aproximadas e não possuem sentido normativo, não devendo ser exigida a sua observância, inclusive na inspeção.
- Valores para distância do plano de aplicação de MA ao topo do poste:
  - Face A – menor inércia (cavada) – 150 mm
  - Face B – maior inércia (lisa) – 100 mm.
- Os valores da coluna MA foram obtidos experimentalmente.
- Os valores da coluna FA foram calculados através da expressão  $FA=(0,7 \times ME - MA)/h$
- As cotas F e J referem-se aos furos para entrada e saída do cabo de aterramento, devendo ser utilizado sistema de duto embutido e aterramento integrado através de terminal e parafuso de liga de cobre estanhada M12 x 1,75 mm, crimpados e interligados por um cabo de 25mm<sup>2</sup> de cobre ou aço cobre com condutividade mínima de 40 % IACS .

### 7.3. Ensaio de Carregamento Vertical

Dimensões em milímetros.

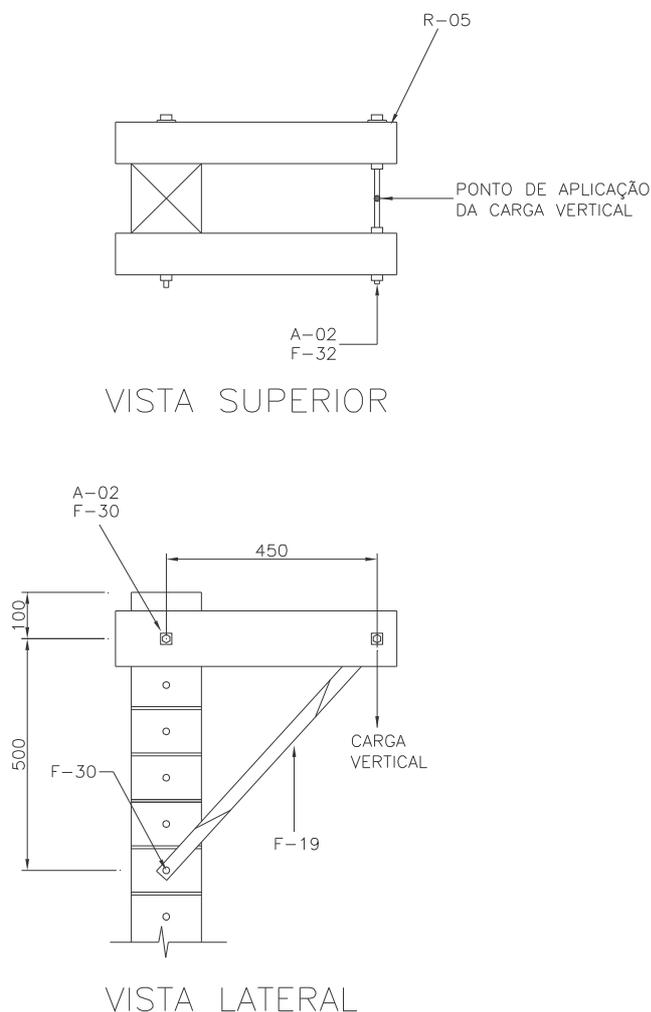


Figura A.3 – Montagem do ensaio de carga vertical

Tabela A.3 – Lista de Materiais para Montagem do Ensaio

LISTA DE MATERIAL					
Item	Quant	Descrição	Item	Quant	Descrição
A-02	08	Arruelas Quadradas	R-05	02	Seção de cruzeta de madeira (90 x 110) mm
F-19	02	Mão francesa perfilada	P-02	01	Poste de concreto “duplo T”
F-30	02	Parafuso de cabeça quadrada	F-32	01	Parafuso de rosca dupla

Nota: ferragens conforme a E-313.0007.

## 7.4. Identificação

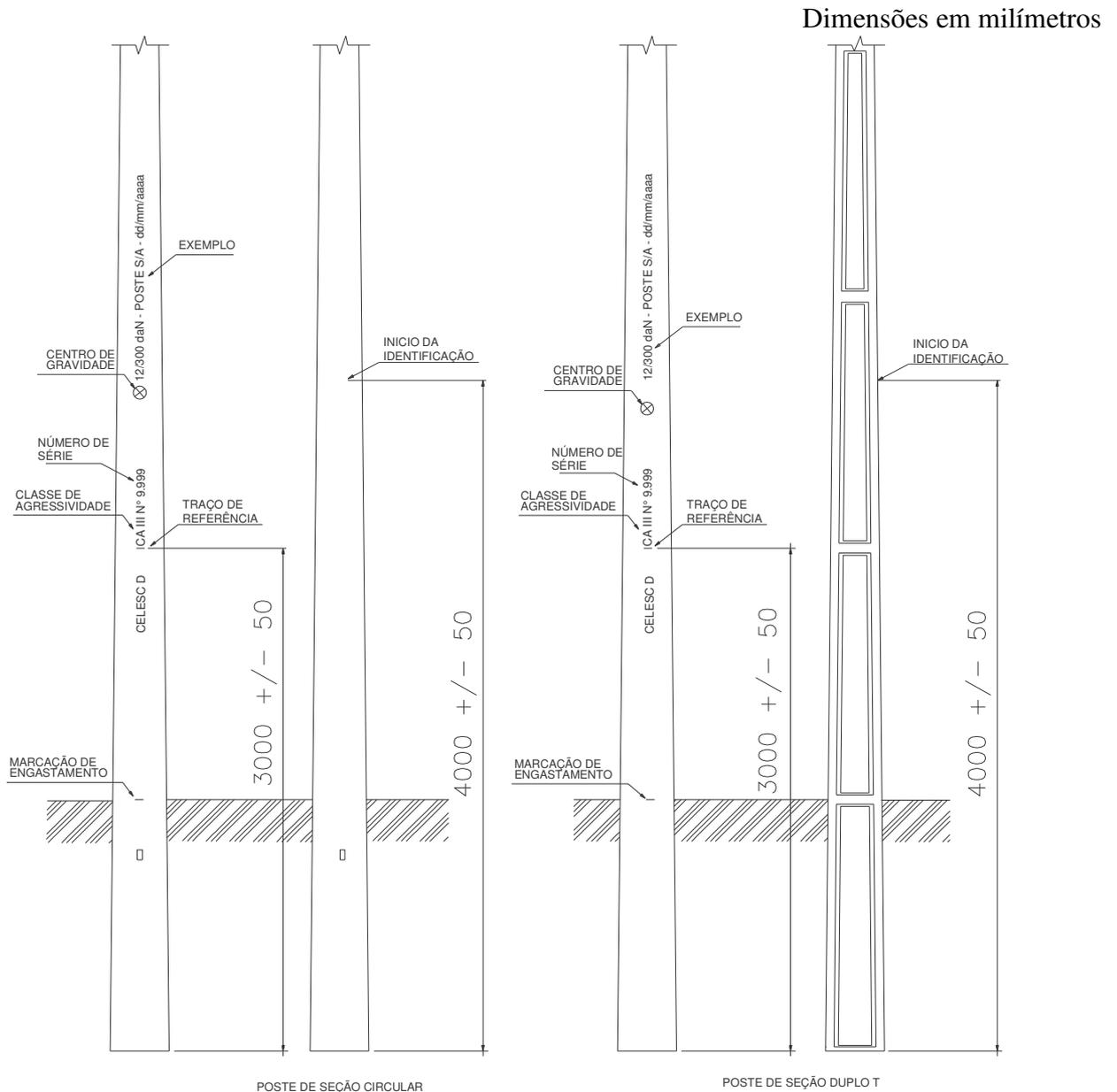


Figura A.4 Organização da identificação dos postes

### Notas:

- A palavra Celesc Distribuição S.A. deverá ser inscrita antes do traço de referência do engastamento;
- Aplicar o anel de arame no topo do para identificar o poste inspecionado de acordo com 5.9.4;
- Manter o traço horizontal entre os dados exemplo: CA III – N° 9.999;
- Manter a sequência de dados do desenho da Figura A.4.

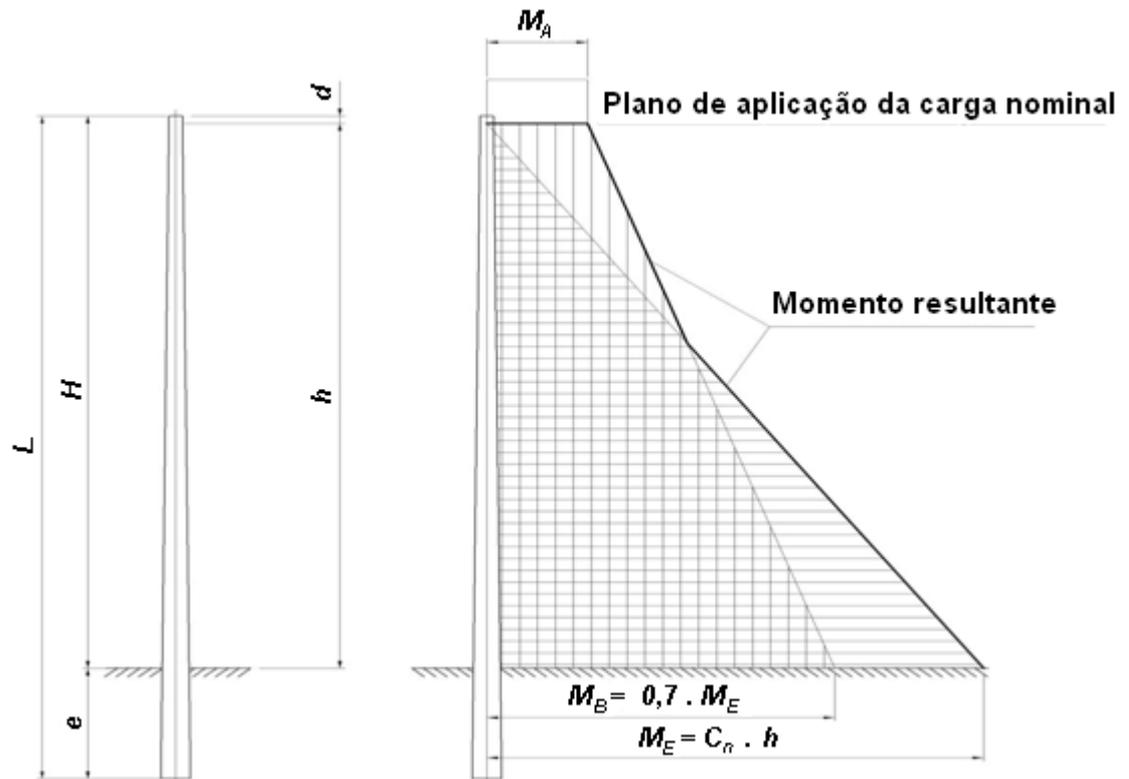
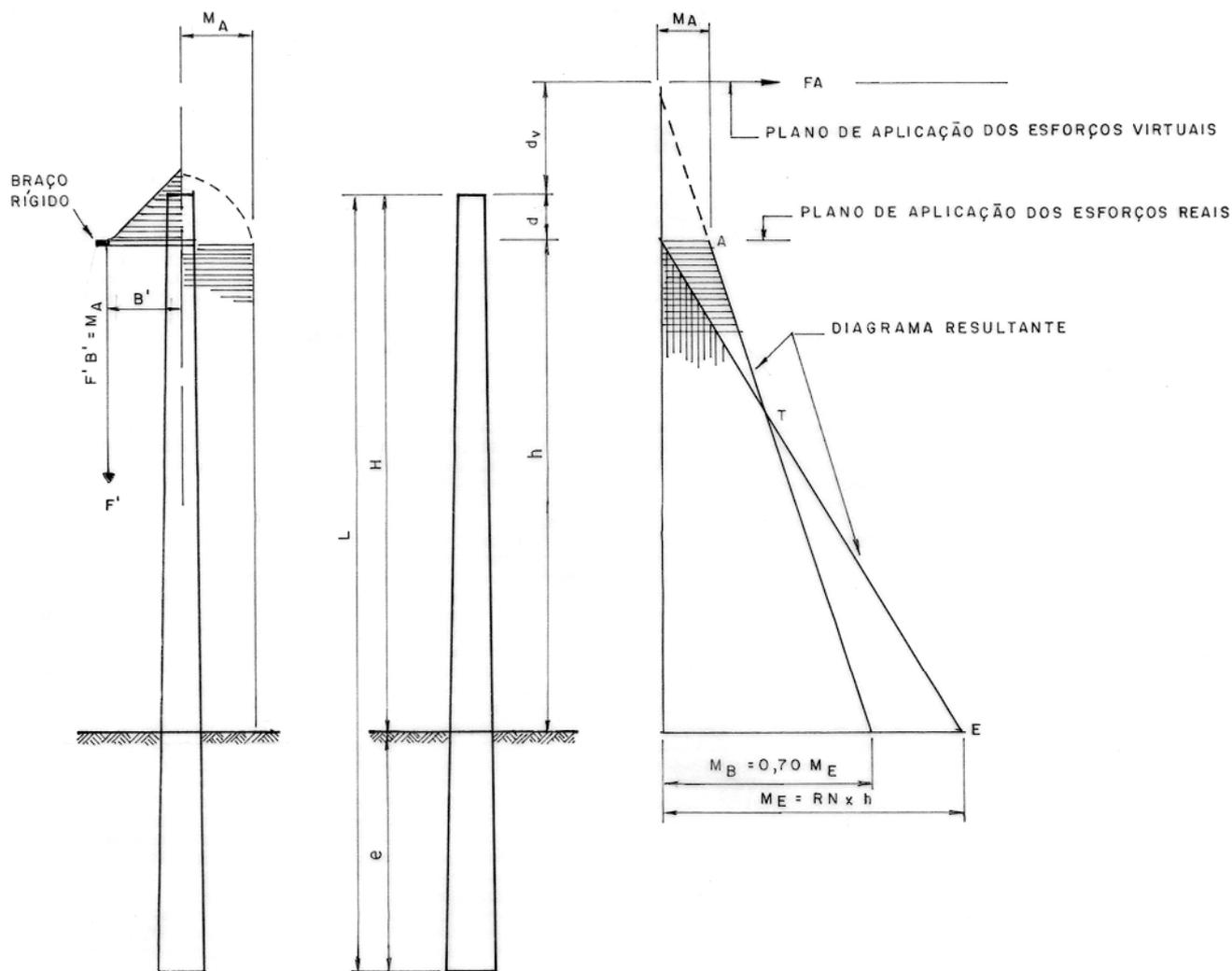
7.5. Gráfico de Momentos Fletores Nominais

Figura A.5 — Gráfico de momento fletor resultante nominal que os postes de concreto devem satisfazer em qualquer direção e sentido considerados

7.6. Ensaio para Verificação do Superdimensionamento das Seções Próximas ao Topo do Poste



Notas: a)  $F' = \frac{F_A (d + d_v)}{B'}$  e  $M_A = F' \cdot B' = F_A (d + d_v)$ ,

b) Para  $B' = 1$  m adotar  $|F'| = |M_A|$

$M_A$  Tabelas — Padronização

c) Braço rígido com  $B' = 1$  m.

Figura A.6 – Diagrama do ensaio para verificação do superdimensionamento das seções próximas ao topo do poste.

### 7.7. Espaçadores Poliméricos

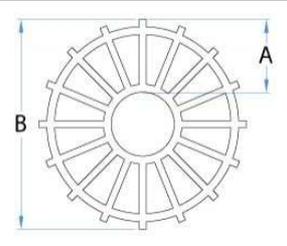
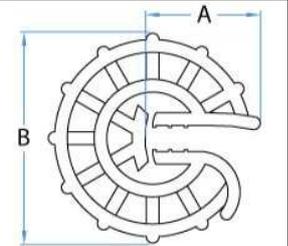
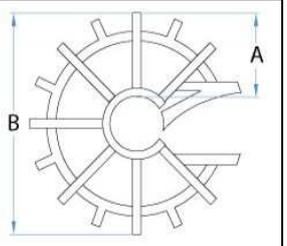
Os espaçadores poliméricos devem ser de polietileno de alta densidade – PEAD virgem, com aditivação para resistência a radiação ultravioleta, antiácido e antioxidante.

O desenho do espaçador deve ser do tipo radial com saliências externas de forma a reduzir o contato com a forma e assim reduzir a possibilidade de exposição do espaçador ao ambiente e permitir a passagem do concreto entre o mesmo aumentando a aderência, conforme desenhos orientativos da Tabela A.3.

O espaçador deve ser dimensionado para suportar a massa da armadura na seção em que for aplicado e atender as distâncias de cobrimento “A” conforme 5.9.4.

A Tabela A.3 abaixo mostra os modelos a serem utilizados, bem como os requisitos mecânicos e a faixa de aplicação.

Tabela A.3 – Espaçadores Poliméricos Típicos

Desenho orientativo			
Orientação de uso	Sem abertura reforçado	Com abertura reforçado	Com abertura leve
Resistência a compressão mínima (sem deformação) (daN)	40,0	40,0	20,0
Faixa de aplicação (diâmetro das barras de aço da armadura) (mm)	Até 16,0	4,2 a 16,0	4,2 a 8,0

O Espaçador e a matéria-prima que o compõe devem atender as seguintes características físicas:

#### 7.7.1. Resistência Mecânica a Compressão

O ensaio deve ser realizado no espaçador, em uma máquina universal e determinado o valor de resistência a compressão (daN) sem deformação para o espaçador.



No relatório de ensaio deve ser apresentado o gráfico de força por deformação. Serão considerados aprovados os espaçadores que atenderem o valor mínimo indicado na Tabela A.3.

#### 7.7.2. Densidade

O ensaio deve ser realizado conforme a ABNT NBR 14684, devendo o corpo de prova, a ser ensaiado, abranger todas as partes do espaçador.

A densidade do composto do espaçador deve ser igual ou maior a  $0,930 \text{ g/cm}^3$ , à temperatura de  $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ .

#### 7.7.3. Determinação do Tempo de Indução Oxidativa

O tempo de indução oxidativa (OIT), que expressa a estabilidade térmica do espaçador, conforme NBR 14692, deve ser igual ou maior que 20,0 minutos, quando ensaiado a  $200^\circ\text{C}$ . Este ensaio deve ser realizado para cada tipo de composto de PEAD utilizado na fabricação do espaçador.

A amostragem deve ser realizada nos espaçadores prontos, sendo que antes de realizar a retirada da amostra necessária para o ensaio, deve ser realizada uma mistura com amostras retiradas de vários espaçadores.

#### 7.7.4. Índice de Fluidez

O índice de fluidez medido no composto retirado dos espaçadores deve apresentar um desvio máximo de  $\pm 15\%$ , quando comparado com o índice de fluidez medido no lote do composto utilizado na fabricação do espaçador.

O ensaio deve ser realizado conforme a ABNT NBR 9023, ISO 1133 ou ASTM D-1238.

#### 7.7.5. Ensaio Mecânicos do Composto – Antes e Após Envelhecimento em Câmara de UV

Devem ser confeccionados 10 corpos de prova, preparados de acordo com as respectivas normas de ensaio, a partir do material retirado de espaçadores prontos, e separados em dois grupos com 5 unidades cada, para execução dos ensaios, antes e após envelhecimento em câmara de intemperismo artificial, durante 2000 horas, de acordo com um dos seguintes critérios:

- a) quando for utilizada lâmpada xenônio, ensaiar conforme ASTM-G-155;



- b) quando for utilizada lâmpada fluorescente, ensaiar conforme NBR 9512, com ciclos de 8h de exposição à radiação UV-B a 60 0C e 4h de exposição à condensação de água a 50 0C.

Todos os corpos de prova devem atender aos valores da Tabela A.4.

Os valores mínimo e máximo obtidos após o envelhecimento não devem variar mais do que  $\pm 25\%$  em relação aos respectivos valores mínimo e máximo obtidos dos corpos de prova ensaiados sem envelhecimento.

Tabela A.4 – Valores para os Ensaio Mecânicos sem Envelhecimento

Descrição do Ensaio	Valor	Unidade	Método de Ensaio
Ensaio de tração sem envelhecimento:			
- resistência a tração, mínima;	21,5	Mpa	NBR 6241
- alongamento à ruptura, mínimo:	300	%	ASTM D 638 M
- velocidade de separação das garras	50	mm/min	

#### 7.7.6. Ensaio de Recebimento e de Tipo para os Espaçadores

A Tabela A.5 indica os ensaios de tipo e os ensaios de recebimento para os espaçadores realizados pelo fabricante do espaçador.

Os ensaios de recebimento devem ser realizados para cada lote a ser fornecido para o fabricante de postes.

Tabela A.5 – Indicação dos Ensaio de tipo e Recebimento

Desenho orientativo	Tipo	Recebimento
Resistencia a compressão mínima do espaçador	X	X
Densidade	X	X
OIT	X	X
Fluidez	X	X
Envelhecimento em UV	X	-



#### 7.8. Orientações para Destinação Final Adequada da Sucata de Postes de Concreto

Os postes salvados (retirados) da rede que estiverem avariados estando impróprios para uso, devem ser sucateados e destinados à reciclagem.

A reciclagem dos postes deve ser realizada em usinas especializadas na reciclagem de entulhos de construção civil, que será responsável pela destinação adequada dos resíduos gerados.

Estas usinas devem possuir as licenças ambientais de operação e destinação dos resíduos exigidos pelos órgãos ambientais competentes.

7.9. Controle de Revisões e Alterações

Tabela A.6 – Histórico das Revisões

REVISÃO	RESOLUÇÃO – DATA	ELABORAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO
0	22.2.1984	-	-	-
1 <sup>a</sup>	RES DD 021/1984 – 6.4.1984	-	-	-
2 <sup>a</sup>	RES DD 311/1995 – 13.2.1995	-	-	-
3 <sup>a</sup>	RES DDI 038/2013 – 15.4.2013	APD	GMTK	SLR
4 <sup>a</sup>	RES DDI 015/2014 – 31.1.2014	APD	GMTK	SLR
5 <sup>a</sup>	RES DDI 088/2014 – 4.8.2014	APD	GMTK	SLR
6 <sup>a</sup>	RES DDI 038/2021 – 15.02.2021	APD	GMTK	ALK
7 <sup>a</sup>	RES DDI 124/2021 – 27.09.2021	APD	GMTK	ALK



7.10. Histórico da Revisões

REVISÃO	DATA	HISTÓRICO DAS ALTERAÇÕES	RESPONSÁVEL
7 <sup>a</sup>	Setembro de 2021	Introdução do item 4.23 Atualização dos itens 5.1, 5.9.6, 5.10.3 e 7.1 Adição do duto de aterramento para poste circular	APD / GMTK / ALK