

SISTEMA DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DA DISTRIBUIÇÃO

SUBSISTEMA NORMAS E ESTUDOS DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO

CÓDIGO	TÍTULO	FOLHA
E-313.0066	POSTES POLIMÉRICOS DE POLIÉSTER REFORÇADO COM FIBRA DE VIDRO	1/30

1. FINALIDADE

Fixar as exigências mínimas relativas à fabricação, ao recebimento e à padronização de postes poliméricos de poliéster reforçado com fibra de vidro – PRFV para as 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

ABNT NBR 16989 – Postes de poliéster reforçado com fibra de vidro (PRFV) para redes de distribuição elétricas de até 36,2kV – Especificação, métodos de ensaio, padronização e critérios de aceitação.

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

4. CONCEITOS BÁSICOS

Os termos técnicos utilizados nesta Especificação estão de acordo com as normas de terminologia da ABNT, complementados pelos termos a seguir:

PADRONIZAÇÃO

APRE

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 159/2022 - 14/10/2022

ELABORAÇÃO

DVEN

VISTO

DPEP

Engº André Leonardo König
Gerente do DPEP



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

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

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

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

4.3. Comprimento Nominal (L)

Distância entre o topo e a base.

4.4. Comprimento de Engastamento ($e = 0,1L + 0,6\text{m}$)

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

4.5. Flecha

Medida do deslocamento de um ponto situado no plano de aplicação dos carregamentos, provocado pela ação dos mesmos.

4.6. Flecha Residual

Flecha que permanece após a remoção dos carregamentos, medida de acordo com as condições especificadas no subitem 4.5.

4.7. Limite de Carregamento Excepcional ($1,4 C_n$)

Corresponde a uma sobrecarga de 40% sobre a carga nominal.

4.8. Lote

Conjunto de postes de mesmo tipo, apresentado de uma só vez para o seu recebimento.



4.9. Plano de Aplicação dos Carregamentos Reais

Plano transversal onde se aplicam os carregamentos definidos nesta Especificação, situado a 100 mm do topo.

4.10. Postes de Mesmo Tipo

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

4.11. Poste Assimétrico

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

4.12. Poste Simétrico

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

4.13. Poste Retilíneo

Poste que apresenta, em qualquer trecho, um desvio de eixo inferior a 0,3% do comprimento nominal. Esse desvio corresponde à distância máxima medida entre a face externa do poste e um cordão estendido da base ao topo, na face considerada.

4.14. Carga Nominal (Cn)

Valor do carregamento 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, fissuras e nem flecha superior à especificada.

4.15. Carga à Ruptura (C_{rp})

Carregamento que provoca o rompimento ou a fluência do poste em uma seção transversal. A ruptura é definida pela carga máxima indicada no aparelho de medida dos carregamentos, carregando-se o poste de modo contínuo e crescente. Para um poste constituído de material polimérico, pode ser caracterizado também como o ponto onde o material não suporta mais o carregamento aplicado, sem romper em função de propriedades plásticas e elásticas do material.

PADRONIZAÇÃO

APRE

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 159/2022 - 14/10/2022

ELABORAÇÃO

DVEN

Eng^o Guilherme M. T. Kobayashi
Gerente da DVEN

VISTO

DPEP

Eng^o André Leonardo König
Gerente do DPEP



4.16. Fissura

Abertura na superfície do poste.

4.17. Defeito Tolerável

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

4.18. Defeito Grave

Reduz substancialmente a utilidade e vida do poste.

4.19. Defeito Crítico

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

Notas:

1. Poste bom: poste isento de qualquer defeito.
2. Poste defeituoso crítico: poste que contém um ou mais defeitos críticos, podendo conter defeitos toleráveis e graves.
3. Poste defeituoso grave: poste que contém um ou mais defeitos graves, podendo conter defeitos toleráveis, mas não críticos.
4. Poste defeituoso tolerável: poste que contém um ou mais defeitos toleráveis, não contendo defeitos graves nem críticos.

4.20. Gel Coat

O *gel coat* é produzido a base resinas de poliéster com aditivos de proteção a radiação ultravioleta e pigmentação na cor da resina da cruzeta. A principal finalidade desse produto é a criação de uma barreira físico-química e acabamento em peças de fibra de vidro.



4.21. Enrolamento Filamentar

Este processo utiliza uma máquina de enrolamento filamentar que envolve, no mandril, as fibras impregnadas com resinas termofixas, na quantidade e orientação necessárias para construir a estrutura reforçada necessária. O enrolamento filamentar produz itens ocios.

5. DISPOSIÇÕES GERAIS

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

5.1. Generalidades

O poste de distribuição deve ser fabricado através do processo de enrolamento filamentar.

Os postes podem ser divididos em até três partes, sendo que a quantidade deve estar discriminada no pedido de compra. Quando não discriminada, considerar-se-á que o poste é composto por uma única peça.

As medidas apresentadas nesta Especificação referem-se ao poste montado.

Para o poste construído em partes, os ensaios deverão ser realizados com o poste montado.

A resina polimérica empregada na fabricação dos postes deve, obrigatoriamente, possuir aditivos para a proteção contra radiação ultravioleta.

Após a última camada de fibra, é obrigatório o revestimento final envolvendo toda a superfície externa do poste, com tecido de poliéster (véu) com gramatura mínima de 30 gramas por metro quadrado.

Os postes devem ser fornecidos com cobertura de *gel coat* para proteção da resina contra intempéries, principalmente proteção contra radiação ultravioleta, na cor cinza. Cores diferentes da cobertura deverão ser especificadas no pedido de compra. Esta não deve soltar com o tempo, em caso de desprendimento, será considerado falha e o poste deverá ser substituído a qualquer tempo.

O *gel coat* deve ser a base de resina poliéster isoftálica (ou NPG), com pigmentos para coloração e aditivos para resistir aos intemperes e outros agentes degradantes. Não podem ser utilizados produtos a base de água, resinas de poliéster ortofitálicas, misturas ou outras resinas.

PADRONIZAÇÃO

APRE

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 159/2022 - 14/10/2022

ELABORAÇÃO

DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi
Gerente da DVEN

VISTO

DPEP

Engº André Leonardo König
Gerente do DPEP



Os postes devem obrigatoriamente ser construídos com o topo quadrado e base circular conforme a Figura 3 do Anexo 7.1.

5.2. Certificação Técnica dos Postes Poliméricos

Os produtos abrangidos por esta Especificação, a serem instalados nas redes de distribuição e padrões de entrada de consumidores dentro da área de concessão da Celesc D, devem passar pelo processo de certificação técnica, conforme procedimento estabelecido na Especificação Técnica E-313.0045, para a obtenção do Certificado de Homologação de Produto – CHP.

As licitações para aquisição desse material poderão ser restritas aos produtos pré-qualificados, conforme definido em edital. Para obras particulares com previsão de transferência de ativos para Celesc D e para obras tipo *turn-key*, somente serão aceitos produtos homologados.

A certificação técnica não garante a qualidade do processo de fabricação, devido a fatores inerentes a este e que só podem ser analisados nos ensaios de recebimento do material. Portanto, esse certificado não exime, sob hipótese alguma, a realização dos ensaios de recebimento e inspeção por parte da Celesc D. A repetição de ensaios de tipo para verificação dos padrões de qualidade poderá ser solicitada a qualquer tempo, sempre que a Celesc D julgar necessária.

5.3. Elementos Característicos

Um poste é definido pelos seguintes elementos:

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

5.4. Identificação

Os postes devem ser identificados de forma legível e indelével, em placa metálica de aço inoxidável. As gravações da placa em *silkscreen* ou outra técnica devem utilizar tintas resistentes a intempéries e radiação ultravioleta (UV), de tal forma que garanta a sua leitura e a sua vida útil, com as seguintes informações:

- a) nome ou marca do fabricante;

PADRONIZAÇÃO

APRE

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 159/2022 - 14/10/2022

ELABORAÇÃO

DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi
Gerente da DVEN

VISTO

DPEP

Engº André Leonardo König
Gerente do DPEP



- b) data da fabricação: dia, mês e ano;
- c) comprimento nominal em metros;
- d) massa aproximada do poste (se em partes, considerar o poste montado);
- e) carga nominal em decaNewtons (daN);
- f) número de série de fabricação;
- g) número do Pedido de Compra (em compras realizadas pela Celesc Distribuição S.A.);
- h) Celesc D.

O poste deve apresentar um traço de referência indelével paralelo à base e localizado a uma distância de 3 metros desta. Esse traço permite verificar, após assentamento, a profundidade do engastamento do poste.

As marcações no poste devem ser indeléveis, podendo ser em alto ou baixo relevo ou pinturas de mesma resina da cobertura, na cor preta.

A placa de identificação deve ser incorporada ao corpo do poste a 4 m da base e os elementos de fixação da placa ao poste devem ser de aço inoxidável.

O poste deve conter um sinal demarcatório no centro de gravidade (CG), para facilitar o seu içamento. Este deve ser caracterizado por um “X” circunscrito por um círculo, quando for construído por partes, e o sinal para o centro de gravidade deve ser referente ao poste montado.

Para o poste em partes, as partes que não contiverem a placa de identificação completa deverão ser identificadas com uma placa com as informações contidas nas alíneas a, f e h, adicionando a sequência de montagem e identificação do alinhamento das partes.

5.5. Acabamento

Os postes devem apresentar superfícies externas suficientemente lisas, sem fendas ou fraturas e planas na seção quadrada.

O topo e a base devem ser fechados, porém, o fechamento da base deve ser de fácil retirada,

PADRONIZAÇÃO

APRE

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 159/2022 - 14/10/2022

ELABORAÇÃO

DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi
Gerente da DVEN

VISTO

DPEP

Engº André Leonardo König
Gerente do DPEP



para o poste construído em partes, duas ou mais, não é necessário o fechamento da base.

Os furos de passagem dos parafusos devem ser perpendiculares ao eixo do poste.

Como proteção, os furos do poste devem ser tamponados com uma fina camada de resina ou outro meio que possa ser retirado com o parafuso.

Todos os furos devem ser cilíndricos ou ligeiramente tronco-cônicos, permitindo-se o arremate na saída dos furos para garantir uma superfície tal que não dificulte a colocação de equipamentos ou cabo de aterramento.

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

O poste deve conter furação adequada para passagem do condutor de aterramento de até 70 mm² de seção, bem como um sistema que facilite a colocação do condutor de aterramento, as dimensões devem ser realizadas de acordo com o especificado no desenho da Figura 3 do Anexo 7.1.

Os postes construídos em uma só parte devem flutuar quando imersos em meio aquático.

Os conjuntos de montagem dos postes em partes devem possuir um manual ilustrado explicando a sequência de montagem e desmontagem.

5.6. Tolerâncias

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

- a) ± 50 mm para o comprimento nominal;
- b) ± 10 mm para o traço de referência e para o sinal demarcatório;
- c) ± 1 mm para o diâmetro dos furos, quando não indicado no padrão;
- d) ± 15 mm para as dimensões transversais;
- e) ± 5 mm para as condições de retitude entre o eixo central da face e o centro dos furos de uma mesma face.



As demais tolerâncias são indicadas no padrão.

As tolerâncias não são acumulativas.

5.7. Vida Média

Os postes fabricados de acordo com esta Especificação devem ter vida útil média não inferior a 40 anos a partir da data de fabricação, sendo que estarão sob os efeitos de intempéries tais como sol, chuva, maresia, ventos, poluição ambiental, gradientes de temperatura etc., admitindo-se um percentual de falhas, a saber:

- a) 0% nos primeiros 5 anos;
- b) 1% a cada 5 anos subsequentes.

Notas:

1. Entende-se como falha em um poste polimérico, a deterioração de sua constituição ou o colapso do mesmo durante a sua utilização normal.
2. Valores especificados nas alíneas a e b, referentes a um lote entregue em um pedido de compra.
3. Qualquer peça que falhar nos primeiros 5 anos deve ser substituída sem ônus para a Celesc Distribuição S.A.
4. Se a falha de peças suplantar ao estipulado no subitem 5.7., alínea b, estas devem ser substituídas, conforme a nota anterior.

5.8. Condições Específicas

5.8.1. Fabricação

Na fabricação dos postes todos os componentes devem obedecer aos critérios mínimos descritos nesta Especificação, e atender os seguintes passos de fabricação:

- a) utilizar o processo de enrolamento filamentar;

PADRONIZAÇÃO

APRE

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 159/2022 - 14/10/2022

ELABORAÇÃO

DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi
Gerente da DVEN

VISTO

DPEP

Engº André Leonardo König
Gerente do DPEP



- b) aplicação de véu de poliéster de acabamento sobre a estrutura formada de fibra e resina enrolada no mandril;
- c) aplicação de uma camada de *gel coat* externa sobre o véu.

5.8.2. Elasticidade

5.8.2.1. Flechas

Os postes submetidos a uma tração igual à carga nominal não devem apresentar flechas, no plano de aplicação dos carregamentos reais, maiores que 5% do comprimento nominal.

5.8.2.2. Flecha Residual

A flecha residual, medida depois que se anula a aplicação de um carregamento correspondente a 140% da carga nominal no plano de aplicação dos carregamentos reais, não deve ser maior que 0,5% do comprimento nominal.

5.8.2.3. Fissuras

Todos os postes submetidos a uma tração igual à carga nominal ou 140% da carga nominal não devem apresentar fissuras.

5.8.3. Carga à Ruptura

A carga à ruptura mínima deve ser maior do que duas vezes a carga nominal (200% de Cn).

5.8.4. Resistência a Ultravioleta (UV)

Ensaio de envelhecimento realizado conforme a norma ASTM G-155, método A, com 2000 horas. A resistência mecânica a flexão, quando ensaiado conforme ASTM D 790, não deve sofrer uma variação antes e após o envelhecimento de $\pm 25\%$. Esse envelhecimento deve ser realizado em, no mínimo, 10 (dez) amostras, sendo 5 (cinco) amostras sem a cobertura de proteção da resina e 5 (cinco) contendo a proteção. O laboratório que realiza o envelhecimento e os ensaios mecânicos de flexão deve, obrigatoriamente, ser o mesmo. As amostras envelhecidas devem ser preservadas para avaliação da superfície que ficou exposta à radiação. O relatório deve, obrigatoriamente, conter o resultado individual de todas as amostras.



5.8.5. Flamabilidade

Deve atender aos valores especificados para a categoria V1 para ensaio realizado conforme a UL94.

5.8.6. Carregamento Vertical

Deve atender as cargas solicitadas conforme a Tabela 1 do inciso 5.9.4, alínea d, sem apresentar fissuras.

5.8.7. Absorção de Água

Ensaio realizado conforme a norma ASTM D 570. Deve ser menor do que 1%.

5.8.8. Momento Fletor (Ma)

Deve atender as cargas solicitadas conforme a Tabela 5 do Anexo 7.2., sem apresentar fissuras.

5.8.9. Propagação de Chama

No poste, após a retirada da fonte de calor, a chama não deve se propagar pela amostra, extinguindo-se em até 30 segundos.

5.9. Inspeção

5.9.1. 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.



5.9.1.1. 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 e verificando acabamento, dimensão, identificação, furação e torque de 9,6 daN.m aplicados nos furos sem sofrer deformação. Aplicar o torque com parafuso e porca M16 e arruelas quadradas de 38x38mm.

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

A amostragem para a inspeção geral de ser realizada conforme Tabela 2 do subitem 5.12. Para a aplicação do torque nos furos, selecionar 01 (um) furo de cada face para cada poste selecionado.

5.9.1.2. Verificação do Controle de Qualidade

Devem ser apresentados ao inspetor os relatórios de controle de qualidade dos materiais, indicando os parâmetros de referência e as medições realizadas durante os ensaios para o controle da qualidade.

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

5.9.1.3. Ensaio

Os ensaios são destinados à verificação de:

- a) ensaio visual e dimensional (tipo e recebimento);
- b) momento fletor no plano de aplicação dos carregamentos reais (MA) (tipo e recebimento somente para postes fornecidos em partes);
- c) elasticidade e carga de ruptura (tipo e recebimento);
- d) ensaio de resistência a ultravioleta (UV) conforme estabelecido no inciso 5.7.4. (tipo);
- e) ensaio de flamabilidade, conforme estabelecido no inciso 5.8.5. (tipo);

- f) ensaio de carregamento vertical (tipo e recebimento);
- g) ensaio de absorção de água, conforme estabelecido no inciso 5.8.7. (tipo);
- h) ensaio de propagação de chama, conforme estabelecido no inciso 5.8.9 (tipo e recebimento).

Notas:

1. Os ensaios especificados nas alíneas b e c para ensaios de tipo devem ser realizados para os diferentes tipos de comprimentos e cargas nominais.
2. O ensaio especificado na alínea f para ensaio de tipo deve ser realizado para postes com diferentes cargas nominais.
3. Quando o poste for assimétrico, ele deve ser ensaiado mecanicamente apenas na direção e sentido de maior resistência.

5.9.2. Momento Fletor

O poste deve satisfazer as exigências de momento fletor no plano de aplicação dos carregamentos previstos na tabela 5 do Anexo 7.2., sem apresentar fissuras ou rompimento quando ensaiado conforme segue:

- a) engastar o poste a uma distância definida pela fórmula $e = 0,1 \times L + 0,6$ m, sendo L o comprimento nominal do poste em metros;
- b) a aplicação e retirada dos carregamentos deve ser lenta e gradativa, devendo ser evitadas variações bruscas do carregamento durante os ensaios. A distância do plano de aplicação dos carregamentos ao topo do poste deve ser $d = 100$ mm;
- c) tracionar de modo contínuo e crescente até atingir o valor F, adotando para o comprimento do braço $B' = 1$ m:

$$F = 0,9 \cdot \frac{WA \cdot ME}{WB}$$

Onde:

PADRONIZAÇÃO

APRE

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 159/2022 - 14/10/2022

ELABORAÇÃO

DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi
Gerente da DVEN

VISTO

DPEP

Engº André Leonardo König
Gerente do DPEP



$$ME = Cn \cdot h$$

F = tração máxima aplicada em daN

Cn = carga nominal em daN

h = altura útil do poste

WA = módulo resistente do poste no plano de aplicação dos carregamentos reais

WB = módulo resistente do poste na seção superior do engastamento

- d) decorridos 5 minutos ou mais, desde a aplicação do carregamento F, o poste não deve apresentar fissuras. A verificação das fissuras deve ser feita com F aplicada.

No ensaio adotar $|F'| = |MA|$ para $B' = 1$ m, conforme Figura 2 do Anexo 7.1.

Para postes previstos no padrão, os MA nominais já calculados podem ser obtidos diretamente na tabela 5 do Anexo 7.2.

Para execução correta do ensaio, deve ser utilizado no topo do poste, um dispositivo igual a 1 metro equivalente ao sugerido na figura 2 do Anexo 7.1.

A amostragem para o ensaio deve ser um poste para um lote de 100 peças.

5.9.3. Ensaio de Elasticidade e Carga de Ruptura

A amostragem para o ensaio de elasticidade deve ser realizada conforme a Tabela 3 do subitem 5.11.

Para os ensaios de elasticidade e carga real de ruptura, no caso de uma peça da amostragem não atender as condições definidas, o ensaio deverá ser repetido numa amostragem em dobro do previsto inicialmente. Caso ocorra nova falha em qualquer estágio do ensaio na segunda amostragem, o lote será recusado.

5.9.3.1. Ensaio para Verificação da Elasticidade do Poste com Carga Nominal

Com o poste engastado, aplicar a distância “d” de 100mm do topo (plano de aplicação dos carregamentos reais), o carregamento Cn correspondente a sua carga nominal, durante 1 minuto no mínimo, para permitir a acomodação do engastamento. Retirar a carga aplicada e verificar a acomodação do engastamento.

Com o engastamento já acomodado, aplicar novamente a carga nominal durante 5 minutos no mínimo, nesta condição:

PADRONIZAÇÃO

APRE

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 159/2022 - 14/10/2022

ELABORAÇÃO

DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi
Gerente da DVEN

VISTO

DPEP

Engº André Leonardo König
Gerente do DPEP

- a) o poste não pode apresentar fissuras;
- b) a flecha lida no plano de aplicação dos carregamentos reais com a carga nominal aplicada não deve ser superior ao estabelecido no subinciso 5.7.2.1.

O carregamento C_n deve ser aplicado através de parafuso de aço M16 com arruela quadrada de 38x38mm e olhal para parafuso ou parafuso olhal, preso no poste à distância do topo de 100 mm.

Terminado o ensaio, manter o poste engastado e o parafuso de aço preso, para permitir a execução dos ensaios seguintes.

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

Mantendo a condição anterior de engastamento, aplicar uma carga igual a $1,4C_n$, correspondente ao carregamento máximo excepcional.

Manter a carga excepcional aplicada durante um período de 5 a 10 minutos. Nessa condição e desde o início da aplicação de $1,4 C_n$, o poste não pode apresentar fissuras.

Retirar a carga excepcional aplicada e após o período de 5 a 10 minutos no máximo, o poste:

- a) não deve apresentar fissuras;
- b) a flecha residual máxima no plano de aplicação do carregamento não deve ser superior ao estabelecido no subinciso 5.7.2.2.

5.9.3.3. Ensaio para Verificação da Carga Real de Ruptura do Poste

Manter a condição anterior de engastamento. Assim, o poste deve, obrigatoriamente, ter sofrido o ensaio de elasticidade. Aplicar cargas cada vez maiores até atingir a carga igual a 200% da carga nominal. Deve-se manter esse carregamento por um período mínimo de 5 minutos e, nessa condição, o poste não deve apresentar nenhuma fissura.

Após o tempo estabelecido acima, continuar elevando novamente a carga até a ruptura do poste, sendo que:

- a) o valor máximo lido no dinamômetro corresponde à carga real de ruptura do poste;

PADRONIZAÇÃO

APRE

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 159/2022 - 14/10/2022

ELABORAÇÃO

DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi
Gerente da DVEN**VISTO**

DPEP

Engº André Leonardo König
Gerente do DPEP

- b) para valores maiores que 240% da carga nominal, a critério do inspetor, o ensaio pode ser finalizado.

A amostragem deve ser de uma peça a cada agrupamento de 100 peças, independente do tipo de poste.

5.9.4. Ensaio para Verificação do Carregamento do Topo do Poste, Ensaio de Carregamento Vertical

Os postes devem satisfazer os requisitos de carregamento vertical descritos neste ensaio conforme segue:

- a) o poste deve ser engastado a uma distância conforme definido pela fórmula $e = (0,1xL) + (0,60m)$; onde L é o comprimento nominal do poste em metros;
- b) a montagem do dispositivo de ensaio deve obedecer rigorosamente às condições da prática, inclusive nas distâncias do ponto de aplicação da carga ao centro geométrico do poste, bem como a instalação a partir do primeiro furo a partir do topo do poste. O Anexo 7.1, Figura 4, ilustra a forma de montagem para o ensaio de carregamento vertical;
- c) a aplicação dos carregamentos deve ser lenta e gradativa, devendo ser evitadas variações bruscas do carregamento durante o ensaio;
- d) durante a aplicação do carregamento, serão analisados o comportamento do poste na aplicação da carga nominal, da carga excepcional e da carga mínima de ruptura especificada na Tabela 1;
- e) na aplicação da carga nominal de carregamento vertical e na carga excepcional, deverá ser aguardado o tempo de 5 minutos em cada carga para a continuidade dos ensaios;
- f) a amostra será considerada reprovada no ensaio, se apresentar um dos seguintes defeitos:
- ao ser submetida ao “carregamento nominal especificado”, for observada a presença de fissuras na região do poste solicitada pelo ensaio;
 - não atingir a carga mínima de ruptura especificada na Tabela 1.
- g) a amostragem para ensaio de carregamento vertical nos ensaios de recebimento será de pelo menos uma peça a cada lote de até 50 unidades do mesmo tipo de poste (carga e

PADRONIZAÇÃO

APRE

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 159/2022 - 14/10/2022

ELABORAÇÃO

DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi
Gerente da DVEN**VISTO**

DPEP

Engº André Leonardo König
Gerente do DPEP

tamanho) sob inspeção;

- h) no caso de uma peça da amostragem não atender as condições definidas na alínea g, o ensaio deverá ser repetido numa amostragem em dobro do previsto inicialmente. Caso ocorra nova falha em qualquer estágio do ensaio na segunda amostragem, o lote será recusado.

Tabela 1 – Valores de carregamento vertical, independente do comprimento do poste a ser ensaiado

Item	Tipo de poste	Carregamentos Mínimos Especificados (daN)		
	(daN)	Nominal	Excepcional	Ruptura
01	150	625	875	1250
02	300	875	1225	1750
03	600	1375	1925	2750
04	800	1500	2100	3000
05	1000	1625	2275	3250
06	1500	1750	2450	3500
07	2000	1750	2450	3500

5.9.5. Ensaio de Propagação de Chama no Poste

O dispositivo a ser utilizado deve ser do tipo lança chama longo (queimador) para botijão P13 com diâmetro (\emptyset) do bico de saída da chama de 50 mm deve possuir regulador de pressão próprio na saída do botijão ajustado para a pressão de saída de 1 bar (14,5Psi).

A chama deve ser do tipo oxidante (cor azul) e ter comprimento mínimo de 320 milímetros.

Ao poste na posição vertical deve ser aplicada uma chama por um período entre 3 e 3,5 minutos de forma contínua. O queimador do dispositivo deve estar paralelo ao poste, distante deste no máximo cinco (cinco) milímetros.

Realizar o ensaio em 3 (três) pontos distintos do poste.

Para o ensaio de recebimento, se deve utilizar o mesmo poste com o qual foi realizado o ensaio de carga de ruptura. Portanto, esse ensaio sempre será realizado somente quando se realizar o ensaio de carga de ruptura.

O poste será considerado satisfatório se a chama estiver extinta após a retirada da fonte de

PADRONIZAÇÃO

APRE

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 159/2022 - 14/10/2022

ELABORAÇÃO

DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi
Gerente da DVEN**VISTO**

DPEP

Engº André Leonardo König
Gerente do DPEP



calor, conforme 5.7.9.

5.10. Generalidades

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

Fica assegurado ao inspetor da Celesc Distribuição S.A. 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 Distribuição S.A., 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 deve-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 Distribuição S.A., e no caso de qualquer outra falha ocorrer, todo o lote sob inspeção deve ser rejeitado.

5.11. Inspeção por Atributo

Em caso de qualquer consideração adicional para determinação dos planos de amostragem, devem ser consultadas a NBR 5426 e NBR 5427.

5.12. 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 Distribuição S.A.

PADRONIZAÇÃO

APRE

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 159/2022 - 14/10/2022

ELABORAÇÃO

DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi
Gerente da DVEN

VISTO

DPEP

Engº André Leonardo König
Gerente do DPEP



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

Tabela 2 – Grau de defeitos para inspeção geral

	Crítico	Grave	Tolerável
Acabamento	Presença de: - falha na aplicação do <i>gel coat</i> - fratura	Presença de: Falhas na aplicação do véu	Presença de: Reparos
Dimensões	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 retilidade $\leq 0,25\%$.
Furação	- diâmetro dos furos - falta de furos - alinhamento dos furos em relação a geometria da peça.	- Obstrução de furos.	
Identificação	Falta das informações mínimas indicadas em Erro! Fonte de referência não encontrada. e falta do anel metálico para identificação do poste liberado		- características gerais das informações mínimas fora do estabelecido no Anexo 7.5.
Aterramento	- Falta dos furos para passagem do cabo	- Obstrução dos furos para passagem do cabo de aterramento.	
Torque aplicado nos furos	- Não atendimento as condições de torque		

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

Tabela 3 – Planos de amostragem para a inspeção geral

Tamanho do lote	INSPEÇÃO GERAL (Amostragem normal e simples)								
	Nível de Inspeção I								
	NQA 1,52% Crítico			NQA 4,0% Grave			NQA 10% Tolerável		
	Tamanho da amostra	Ac	Re	Tamanho da amostra	Ac	Re	Tamanho da amostra	Ac	Re
Até 90	8	0	1	3	0	1	5	1	2
91 a 150	8	0	1	13	1	2	8	2	3
151 a 280	8	0	1	13	1	2	13	3	4
281 a 500	32	1	2	20	2	3	20	5	6
501 a 1200	32	1	2	32	3	4	32	7	8
1201 a 3200	50	2	3	50	5	6	50	10	11
3201 a 10000	80	3	4	80	7	8	80	14	15

Notas:

1. Ac – número de peças defeituosas que ainda permite aceitar o lote.
2. Re – número de peças defeituosas que implica a rejeição do lote.

Tabela 4 – Plano de amostragem para os ensaios

Tamanho do lote	ENSAIOS (Amostragem normal e simples)					
	Nível de Inspeção S3					
	NQA 1,5% Crítico			NQA 4,0% Grave		
	Tamanho da amostra	Ac	Re	Tamanho da amostra	Ac	Re
Até 150	8	0	1	3	0	1
151 a 280	8	0	1	13	1	2
281 a 500	8	0	1	13	1	2
501 a 1200	8	0	1	13	1	2

PADRONIZAÇÃO

APRE

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 159/2022 - 14/10/2022

ELABORAÇÃO

DVEN

 Engº Guilherme M. T. Kobayashi
 Gerente da DVEN

VISTO

DPEP

 Engº André Leonardo König
 Gerente do DPEP

1201 a 3200	8	0	1	13	1	2
3201 a 10000	32	1	2	20	2	3

Notas:

Ac – número de peças defeituosas que ainda permite aceitar o lote.

Re – número de peças defeituosas que implica a rejeição do lote.

Para tamanhos de lotes até 150 unidades, podem ser estabelecidos, em comum acordo entre comprador e fornecedor, valores do tamanho da amostra de AC e Re.

6. DISPOSIÇÕES FINAIS

Na aplicação desta Especificação, pode ser necessário consultar:

E-313.0045 – Certificação de Homologação de Produto

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

ABNT NBR 5456 – Eletricidade geral – Terminologia

ABNT NBR 16989 – Postes de poliéster reforçado com fibra de vidro (PRFV) para redes de distribuição elétricas de até 36,2kV - Especificação, métodos de ensaio, padronização e critérios de aceitação.

ASTM D 570 – Standard Test Method for Water Absorption of Plastics

ASTM D-790 – Standard test method for flexural properties of unreinforced and reinforced plastics and electrical insulating materials;

ASTM G 155 – Standard practice for operating xenon arc light apparatus for exposure of non-metallic materials

UL 94 - Test for flammability of Plastics Materials for Parts in Devices and Appliances.

PADRONIZAÇÃO

APRE

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 159/2022 - 14/10/2022

ELABORAÇÃO

DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi
Gerente da DVEN

VISTO

DPEP

Engº André Leonardo König
Gerente do DPEP



7. ANEXOS

7.1. Figuras

7.2. Padronização: P04 – Postes Poliméricos

7.3. Controle de Revisões e Alterações

7.4. Histórico da Revisões

PADRONIZAÇÃO

APRE

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 159/2022 - 14/10/2022

ELABORAÇÃO

DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi
Gerente da DVEN

VISTO

DPEP

Engº André Leonardo König
Gerente do DPEP

7.1. Figuras

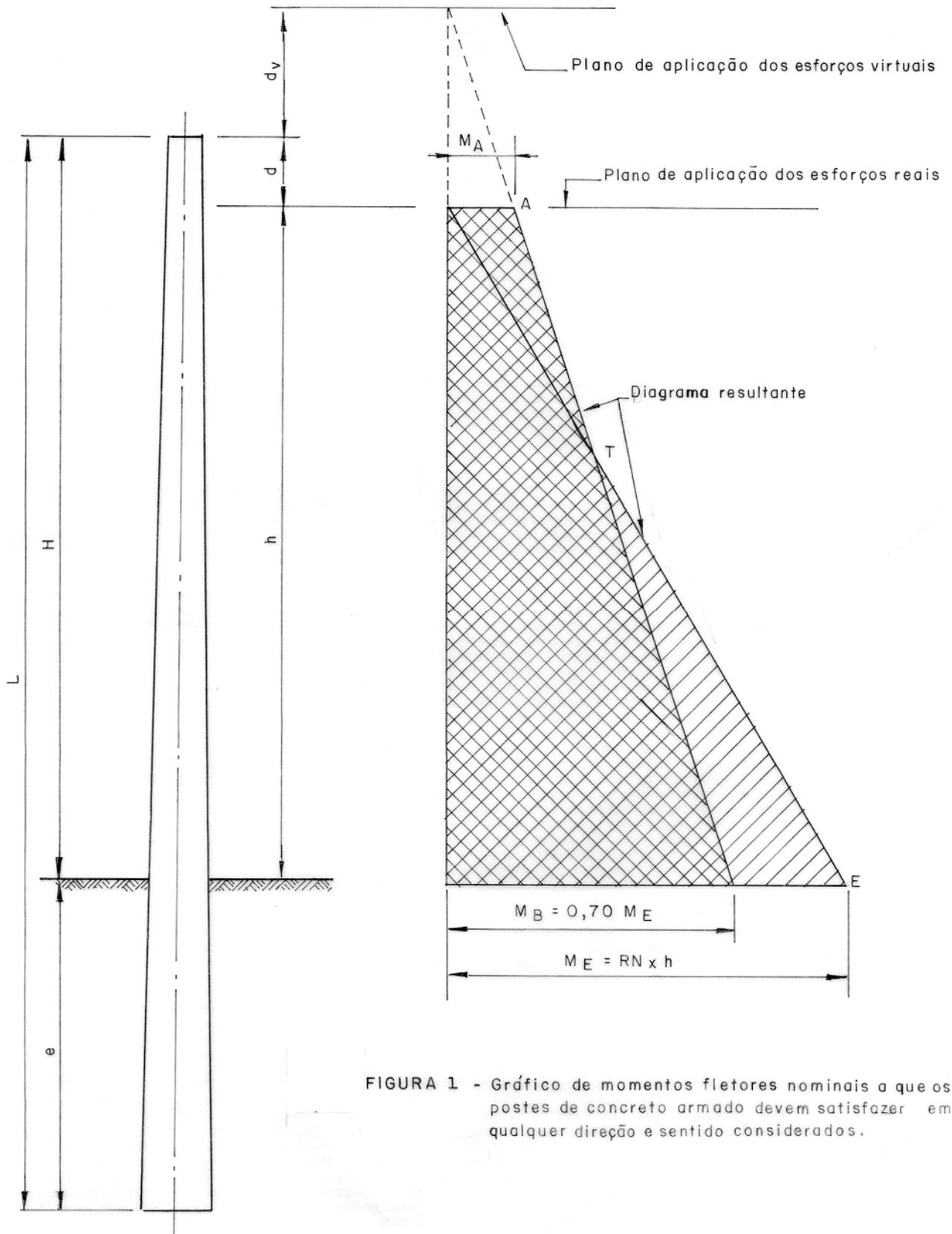


FIGURA 1 - Gráfico de momentos fletores nominais a que os postes de concreto armado devem satisfazer em qualquer direção e sentido considerados.

PADRONIZAÇÃO

APRE

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 159/2022 - 14/10/2022

ELABORAÇÃO

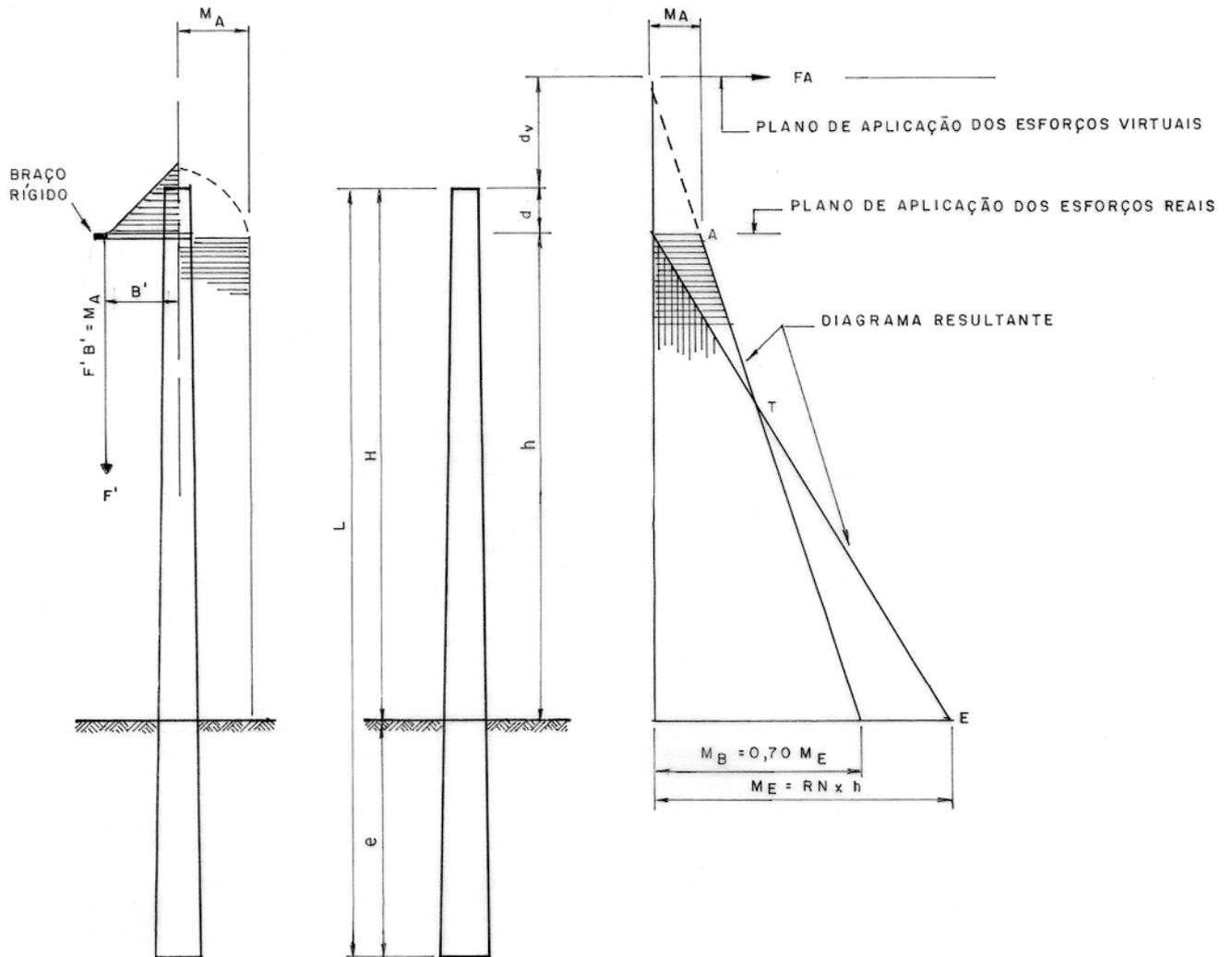
DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi
Gerente da DVEN

VISTO

DPEP

Engº André Leonardo König
Gerente do DPEP



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 2 – Desenho ilustrativo para o ensaio do momento fletor.

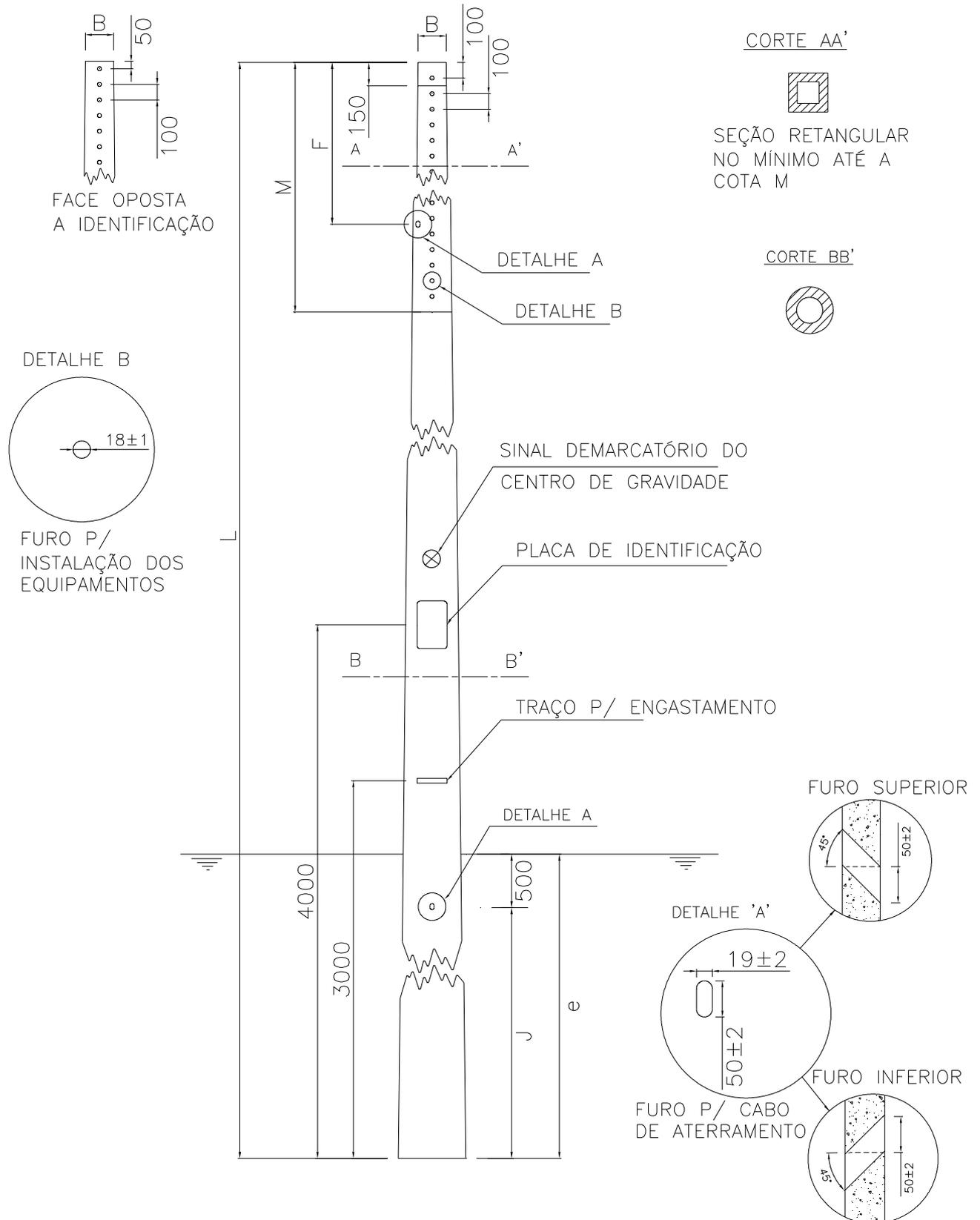


Figura 3 – Desenho esquemático do poste polimérico de PRFV

PADRONIZAÇÃO

APRE

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 159/2022 - 14/10/2022

ELABORAÇÃO

DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi
Gerente da DVEN

VISTO

DPEP

Engº André Leonardo König
Gerente do DPEP

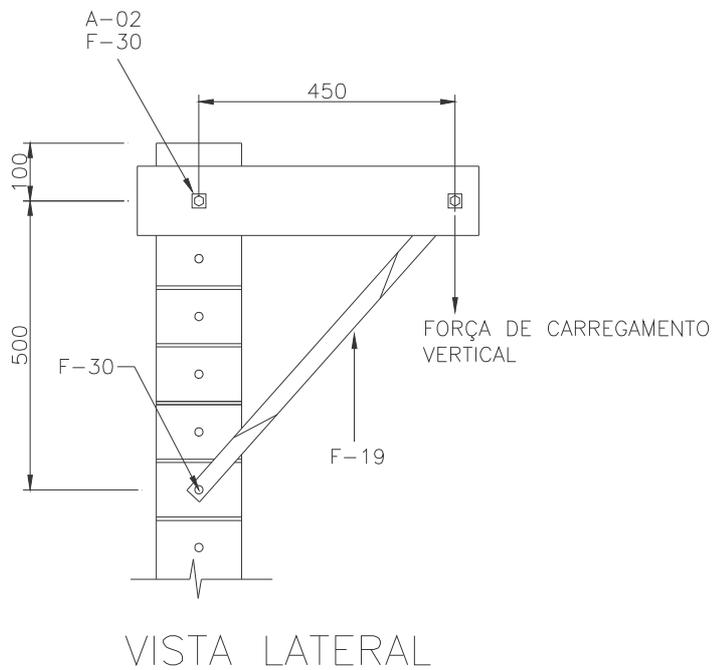
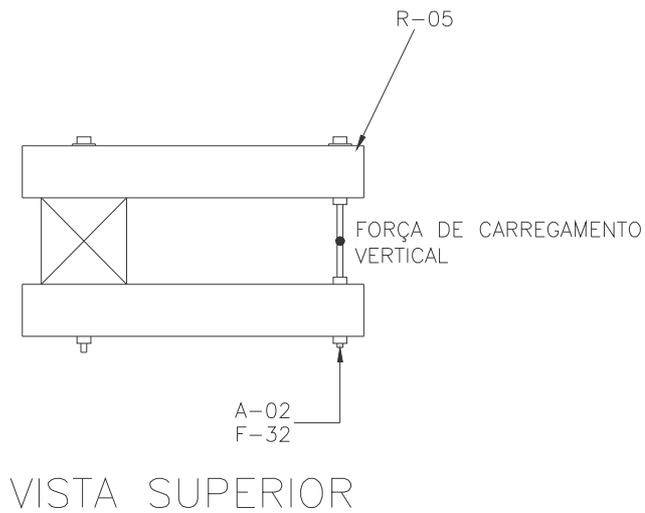


Figura 4 – Ensaio de carregamento vertical do poste.

Tabela 5 – Lista de materiais do ensaio de carregamento vertical da figura 4.

Item	Quant.	Descrição
A-02	08	Arruela quadrada
F-19	02	Mão francesa perfilada
F-30	02	Parafuso de cabeça quadrada
F-32	01	Parafuso de rosca dupla
P-04	02	Poste Polimérico
R-05	02	Seção de cruzeta de madeira

PADRONIZAÇÃO

APRE

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 159/2022 - 14/10/2022

ELABORAÇÃO

DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi
Gerente da DVEN

VISTO

DPEP

Engº André Leonardo König
Gerente do DPEP



7.2. Padronização P04 – Poste Poliméricos

Tabela 6 – Dimensões dos postes

Item	L	Nº de Partes	Resistência Nominal	Momento Fletor	Topo Quadrado	Base Circular	J	F	e	M	Código CELESC Suprimento
	[m]		[pç]	Rn [daN]	Ma [daN.m]	B [mm]					
1	10	2	150	225	160	360	1100	975	1600	3000	25769
2			300	450	165	365					25768
3			600	900	170	370					25767
4	10	1	150	225	160	360	1100	975	1600	3000	27126
5			300	450	165	365					27125
6			600	900	170	370					27124
7			1000	900	175	375					30453
8			1500	900	180	380					30454
9	11	2	300	450	170	375	1200	1875	1700	4000	27123
10			600	900	175	380					27122
11			1000	900	185	390					27121
12	11	1	300	450	170	375	1200	1875	1700	4000	27123
13			600	900	175	380					27122
14			1000	900	185	390					27121
15			1500	900	195	400					30455
16			2000	900	205	410					30456
17	12	2	300	450	170	375	1300	2775	1800	4500	40338
18			600	900	180	385					36787
19			1000	900	190	400					27144
20	12	1	300	450	170	375	1300	2775	1800	4500	27120
21			600	900	180	385					27119
22			1000	900	190	400					27118
23			1500	900	200	410					30457
24			2000	900	210	420					30458
25			2500	900	220	430					30459
26	13	2	600	450	185	395	1400	3675	1900	4500	36788
27	13	1	600	450	185	395	1400	3675	1900	4500	30460

PADRONIZAÇÃO

APRE

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 159/2022 - 14/10/2022

ELABORAÇÃO

DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi
Gerente da DVEN

VISTO

DPEP

Engº André Leonardo König
Gerente do DPEP



Item	L	Nº de Partes	Resistência Nominal	Momento Fletor	Topo Quadrado	Base Circular	J	F	e	M	Código CELESC Suprimento
	[m]	[pç]	Rn [daN]	Ma [daN.m]	B [mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	Mínima [mm]	
28			1000	900	195	405					30461
29			1500	900	205	415					30462
30			2000	900	215	425					30463
31			2500	900	225	435					30464
32			3500	900	235	445					30465
33	14	2	600	900	190	405	1500	4575	2000	4500	30466
34			1000	900	200	415					30467
35			1500	900	210	425					30468
36			2000	900	220	435					30469
37			2500	900	230	445					30470
38	15	2	1500	900	220	435	1600	2775	2100	4500	30471
39			2000	900	230	445					30472
40			2500	900	240	455					30473

Notas:

- 1) As dimensões dos postes até a altura de 12 metros e cargas de topo até 1000 daN seguem a norma NBR 16989.
- 2) Os postes com alturas e carregamento de topo maiores podem seguir as dimensões da Tabela 6. Diferenças podem ser aceitas a critério da Celesc D.

PADRONIZAÇÃO

APRE

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 159/2022 - 14/10/2022

ELABORAÇÃO

DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi
Gerente da DVEN

VISTO

DPEP

Engº André Leonardo König
Gerente do DPEP



7.3. Controle de Revisões e Alterações

REVISÃO	RESOLUÇÃO - DATA	ELABORAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO
Emissão	Res. DTE nº 195/2011 - 22.07.2011	APD	GMTK	PNA
1ª	Res DDI nº 031/2013 – 01.04.2013	APD	GMTK	PNA
2ª	Res. DDI nº 245/2020 – 29.12.2020	RO /APD	GMTK	ALK
3ª	Res. DDI nº 159/2022 – 14/10/2022	APD	GMTK	ALK

PADRONIZAÇÃO

APRE

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 159/2022 - 14/10/2022

ELABORAÇÃO

DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi
Gerente da DVEN

VISTO

DPEP

Engº André Leonardo König
Gerente do DPEP



7.4 Histórico da Revisões

REVISÃO	DATA	HISTÓRICO DAS ALTERAÇÕES	RESPONSÁVEL
3 ^a	Setembro/2022	Revisão geral com a introdução da norma ABNT NBR 16989 para postes poliméricos. Alterações: - Itens: 3 – aspectos legais; 5 – disposições gerais e 6 – disposições finais - Sub itens 5.4. – identificação, 5.12. – aceitação e rejeição, 7.1. – figura 3 e 7.2. - Padronização. - Inciso: 5.8.1. - fabricação - Subinciso 5.9.1.3. – ensaio de momento fletor.	APD / GMTK / ALK

PADRONIZAÇÃO

APRE

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 159/2022 - 14/10/2022

ELABORAÇÃO

DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi
Gerente da DVEN

VISTO

DPEP

Engº André Leonardo König
Gerente do DPEP