

1 OBJETIVO

1.1 Esta especificação fixa os critérios e as exigências técnicas mínimas relativas à aprovação de modelo, fabricação e recebimento de Padrões de Entrada Pré-Fabricados (PPF) de aço, concreto e poliéster reforçado com fibra de vidro (PRFV), para fornecimento de energia elétrica em baixa tensão (127/220 V e 120/240 V), até 25 kVA de demanda.

1.2 Os Padrões de Entrada Pré-Fabricados devem ser previamente homologados para a aplicação na área de concessão da Cemig.

1.3 Esta Especificação se aplica aos Padrões Pré-Fabricados indicados na Tabela 1.

2 NORMAS A CONSULTAR

Na aplicação desta Especificação, caso necessário, podem ser consultadas as seguintes normas e documentos, considerando a versão mais recente:

- a) 02.111 - PE/EA-6 - Especificação Técnica de Caixas Metálicas para Medição, Proteção e Derivação
- b) 02.111 - PA/EA-21 Requisitos técnicos para homologação e pré-homologação de padrões pré-fabricados em aço e concreto.
- c) ET 02.118-CEMIG-0378 - Postes e Contrapostes de Concreto Armado e Protendido
- d) 02.118-CEMIG-0026 - Poste de Concreto Duplo T
- e) 02.111-DT/ED-0460 - Poste de Concreto Retangular
- f) ND-5.1 - Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária - Rede de Distribuição Aérea – Edificações Individuais
- g) ND-5.2 - Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária - Rede de Distribuição Aérea - Edificações Coletivas
- h) Manual do Consumidor nº 11 (Materiais e Equipamentos Aprovados para Padrões de Entrada)
- i) 02.118-CEMIG-26 - Desenho padrão Poste de concreto armado e protendido de seção Duplo T.
- j) 02.118-CEMIG-378 - Especificação técnica Postes e contrapostes de concreto armado e protendido.
- k) 02.118-CEMIG-777 - Especificação técnica Cruzetas Compostas Poliméricas para Redes de Distribuição
- l) 02.111-AD/ES-2002 - Metodologia básica para verificar a procedência de condutores de baixa tensão utilizados em padrões de entrada
- m) ABNT NBR NM 247 - Cabos isolados com policloreto de vinila (PVC) para tensões nominais até 450/750 V, inclusive
- n) ABNT NBR NM 280 - Condutores de cabos isolados
- o) ABNT NBR 5426 - Guia de Inspeção por Amostragem no Controle e Certificação de Qualidade - Procedimento
- p) ABNT NBR 6323 - Revestimento de Zinco por Imersão a Quente em Produtos de Aço ou Ferro Fundido - Especificação
- q) ABNT NBR 7397 (MB-25/1) - Verificação do Revestimento de Zinco - Determinação da Massa por Unidade de Área - Método de Ensaio

- r) ABNT NBR 7398 - Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Verificação da aderência do revestimento - Método de ensaio
- s) ABNT NBR 7399 - Verificação do Revestimento de Zinco - Verificação da Espessura do Revestimento por Processo não Destrutivo - Método de Ensaio
- t) ABNT NBR 7400 - Verificação do Revestimento de Zinco - Verificação da Uniformidade do Revestimento - Método de Ensaio
- u) ABNT NBR 8451 - Poste de Concreto Armado para Redes de Distribuição de Energia Elétrica – Especificação
- v) ABNT NBR 11003 - Tintas — Determinação da aderência
- w) ABNT NBR 10443 - Tintas e vernizes – Determinação da espessura da película seca sobre superfícies rugosas – Método de ensaio
- x) ABNT NBR 15465 - Sistemas de eletrodutos plásticos para instalações elétricas de baixa tensão – Requisitos de desempenho
- y) ABNT NBR IEC 60529 - Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos (código IP)
- z) TD/AT-24 - Especificação Técnica POSTE DE PRFV (Poliéster Reforçado Com Fibra De Vidro)

3 MEIO AMBIENTE

3.1 O fornecedor deve atender as exigências do procedimento 02.118-CEMIG-760. (Procedimento – Requisitos para Cumprimento da Legislação Ambiental e de Segurança de Pessoal).

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Generalidades

4.1.1 Nos fornecimentos de PPF não é permitida nenhuma divergência entre os produtos ofertados e os modelos aprovados, e os PPF devem ser comercializados completamente montados (ou seja, com caixa de medição, disjuntor, condutores e os demais acessórios instalados), sob responsabilidade do fabricante.

4.1.2 Para o processo de compra direta da Cemig (processo licitatório), o PPF deverá ser fornecido conforme edital.

4.1.2.1 A prescrição de quaisquer características particulares, exigências adicionais ou dispensa de atendimento às exigências que constam nesta especificação, caso necessárias, devem ser mencionadas no processo licitatório.

4.1.3 Quando não citada a versão de algum documento técnico, considera-se a versão mais atual.

4.2 Codificação

4.2.1 Os padrões são denominados de PPF-N^o de acordo com a codificação para uso discriminada na Tabela 1.

4.2.2 Caso o padrão apresente saída subterrânea, a codificação será acrescida da letra “S” ao final.

4.3 Garantia

4.3.1 O fabricante deve dar garantia mínima de 10 anos a partir da data de entrada em operação do PPF, nas condições de aplicação das normas CEMIG, contra qualquer defeito de projeto, material ou fabricação de todos os itens do PPF (poste, condutores e acessórios) que venha a ocorrer no período. Se necessário, deve ser substituído o PPF ou apenas as partes com defeitos, sem ônus para o consumidor ou comprador.

4.3.2 Excepcionalmente, no caso de defeitos nos componentes aprovados (caixa de medição/proteção e disjuntor) a garantia será acionada junto ao fabricante do componente, conforme o termo de compromisso assinado por este fabricante e conforme as especificações técnicas (ET) correspondentes.

5 REQUISITOS ESPECÍFICOS

5.1 Gerais para todos os tipos de PPF

5.1.1 Identificação

5.1.1.1 Os padrões de entrada pré-fabricados deverão receber uma marcação legível e indelével nos postes, em baixo relevo ou em placa de identificação (de no mínimo 40 x 40 mm) a 200 mm da parte superior da caixa de medição, com as seguintes informações:

- a) código Cemig do PPF;
- b) comprimento nominal do poste (m);
- c) resistência nominal (daN);
- d) nome do fabricante;
- e) código PPF do fabricante;
- f) mês e ano de fabricação.

5.1.2 Acessórios

5.1.2.1 Condutores

5.1.2.1.1 Os condutores deverão ser certificados pelo INMETRO.

5.1.2.1.2 Os condutores instalados no PPF devem possibilitar que a concessionária conecte o ramal de ligação ao ramal de entrada e instale o medidor de energia elétrica, sem a necessidade de nenhum segmento adicional de condutor ou preparação de condutores (cortar, decapar, etc.). Também, devem possibilitar ao cliente a correta conexão aos condutores internos à instalação.

5.1.2.1.2.1 Para tal, deve ser previsto: ramal de entrada (segmento entre a entrada aérea e o medidor); segmento entre o medidor e o disjuntor; ramal de saída (segmento entre o medidor/disjuntor a ser disponibilizado ao cliente) e condutor de proteção (segmento entre o ponto de aterramento e a saída). A Figura 18 mostra como devem ser feitas as conexões dentro da caixa de medição e proteção.

5.1.2.1.2.2 Os comprimentos das sobras dos condutores que devem ser previstas do ramal de entrada, do segmento entre medidor e disjuntor, do ramal de saída, e do condutor de proteção estão especificados na Tabela 4. A Figura 18 exemplifica as sobras internas à caixa de medição e proteção.

5.1.2.1.3 As características dos condutores devem estar de acordo com a Tabela 1 e com os requisitos constantes na ND5.1.

5.1.2.1.4 Quando forem utilizados condutores “flexíveis” classe 4, 5 ou 6 (ABNT NBR NM 280), estes devem apresentar terminal tubular em todas as extremidades que serão conectadas a algum equipamento (medidor e disjuntor).

5.1.2.1.5 Os condutores fase utilizados no ramal de entrada deverão ter cor diferente dos condutores fase utilizados no ramal de saída. Os condutores neutro e proteção devem ser identificados em qualquer segmento através da cor azul e verde (respectivamente) de sua isolação, conforme segue:

Fase (s): Ramal de entrada: Preto / Ramal de saída: vermelho ou branco (para condutores de seção acima de 16 mm², pode-se utilizar fita isolante nas cores indicadas para diferenciar o ramal de entrada do ramal de saída)

Segmento medidor/disjuntor: Preto

Neutro: Ramal de entrada e saída: Azul

Proteção: Verde

Nota: Quando se tratar de condutores de mesma cor, a tonalidade deve ser exatamente a mesma.

5.1.2.2 Disjuntor

5.1.2.2.1 O disjuntor deve se enquadrar nas especificações da Tabela 1, ser termomagnético, de atuação não ajustável pelo cliente e homologado (publicado na versão mais atualizada do Manual do Consumidor nº 11 – PEC 11).

5.1.2.3 Ferragens para ancoragem do ramal de ligação (olhal) e do ramal interno (armação secundária de 2, 3 ou 4 estribos).

5.1.2.3.1 O parafuso olhal deve ser de aço carbono, zincado por imersão a quente e com diâmetro mínimo de 9 mm.

5.1.2.3.2 A armação secundária deverá ser de aço carbono com espessura mínima de 2,00 mm, zincada por imersão a quente.

5.1.2.3.3 Os isoladores da armação secundária para os PPF de disjuntor(es) monopolares de até 63A (para 1 ou 2 consumidores) poderão ser de porcelana, PVC rígido ou polipropileno, sendo esses dois últimos obrigatoriamente na cor preta e feitos de material resistente à raios ultravioleta e antichamas. Para os demais PPF, os isoladores deverão ser de porcelana.

5.1.2.3.3.1 A distância mínima, entre eixos, entre dois isoladores é 200 mm, conforme desenhos apresentados nas Figura 1 a Figura 6.

5.1.2.3.3.2 O parafuso olhal e as armações secundárias deverão suportar os esforços permanentes a que os PPF devem também suportar.

5.1.2.4 Eletrodutos para passagem dos condutores

5.1.2.4.1 O eletroduto para o ramal de entrada e o eletroduto para o ramal de saída, destinados a proteger os condutores entre o orifício na parte superior do poste e a caixa de medição, devem ser

dimensionados conforme o especificado na Tabela 1, ser de PVC rígido, antichamas e atender as demais especificações da ABNT NBR 15465.

5.1.2.4.2 Os padrões com duas caixas de medição devem utilizar eletrodutos distintos para os ramais de saída.

5.1.3 Parafusos, porcas e arruelas deverão ser em aço carbono galvanizado ou bicromatizado.

5.1.4 Saída Subterrânea

É admitida que a saída dos condutores de energia já medida, a serem disponibilizados ao cliente, seja efetuada na parte inferior do poste, desde que seguidos os requisitos abaixo:

5.1.4.1 Os modelos de PPF com saída subterrânea são modelos diferentes dos PPF com saída aérea, e serão homologados individualmente. Ou seja, o fato de um fabricante ter um PPF com saída aérea aprovado, por exemplo um PPF 1 aprovado, não significa que o fabricante pode fornecer este PPF 1 com saída subterrânea. Neste caso, o fabricante deve apresentar para homologação tanto o PPF1, quanto o PPF 1 S.

5.1.4.2 Na placa de identificação do PPF, e onde mais for necessário identificá-lo, deve ser adicionada a letra "S", para explicitar a diferença de modelo. Por exemplo, PPF 1 S, PPF 2 S, etc.

5.1.4.3 As sobras dos condutores medidas a partir do furo de saída subterrânea devem ser conforme Tabela 4.

5.1.4.4 É dispensada a presença da armação secundária.

5.2 Padrões pré-fabricados em poste de aço

Os padrões pré-fabricados em poste de aço devem ser produzidos de acordo com os desenhos técnicos apresentados nas Figura 1 a Figura 6, anexadas no final do documento, e os requisitos que seguem.

5.2.1 Identificação

5.2.1.1 O poste deverá apresentar identificação legível e indelével do nome do fabricante ao longo da sua extensão, do lado de fixação da caixa de medição, conforme indicado nos desenhos apresentados na Figura 1 a Figura 6.

5.2.2 Material do poste

O poste deverá ser em chapa de aço carbono com espessura mínima de 2,00 mm.

5.2.3 Proteção contra corrosão

Para proteger contra corrosão o poste e demais ferragens do PPF (exceto com relação a caixa metálica, que deve atender a ET PE/EA-6) devem ser previstos os seguintes tratamentos.

5.2.3.1 Postes e demais ferragens fabricados em aço carbono

- a) preparação: desengraxamento e decapagem química

- b) acabamento: zincagem por imersão a quente (conforme ABNT NBR 6323) que resulte em revestimento de acordo com a tabela a seguir:

Espessura mínima do revestimento (μm)	
INDIVIDUAL	MÉDIA
50	57

5.2.4 Dimensões

As dimensões de cada padrão são apresentadas nas Figura 1 – Figura 6, anexadas no final do documento, e na Tabela 2.

5.2.5 Orifício no poste para passagem dos condutores

5.2.5.1 Esse orifício, com diâmetro de 30 mm para poste para fornecimento monofásico e 40 mm para poste para fornecimento polifásico, deve ser coincidente com o furo da caixa de medição.

5.2.5.2 O orifício deve ser protegido por anel de borracha, que deve ser fixado ao poste de modo que não seja removido acidentalmente, principalmente devido à movimentação dos condutores.

5.2.6 Trações e flechas residuais

Na Tabela 2 são mostradas as trações mínimas e as flechas requeridas para os postes.

5.2.7 Engastamento

5.2.7.1 Os postes de 5 e 7 m deverão ser engastados no solo em 1000 mm.

5.2.7.2 Os postes deverão possuir marcação do ponto de engastamento, de forma visível e indelével, através de cordão de solda ou rebite (de diâmetro mínimo 6,2 mm), na mesma face da caixa de medição.

5.2.8 Acessórios

5.2.8.1 Condutores

Neutro

5.2.8.1.1 O condutor neutro do ramal de entrada deve ser aterrado. Para tal, o mesmo deve ser conectado ao parafuso olhal e ao parafuso de aterramento da caixa de medição.

5.2.8.1.1.1 Para conectar o condutor neutro ao parafuso olhal, deve-se decapar o condutor e abri-lo ao meio, permitindo que o parafuso passe por esta abertura.

5.2.8.1.1.1.1 Alternativamente, quando forem utilizados condutores “rígidos” classe 1 e 2, pode-se decapar o condutor e dar uma volta completa em torno do parafuso.

5.2.8.1.1.2 A sequência de instalação dos condutores no parafuso olhal é a seguinte: poste - arruela lisa - condutor neutro - arruela lisa - condutor de proteção - arruela lisa - arruela de pressão - porca.

5.2.8.1.1.3 Para conectar o condutor neutro ao parafuso de aterramento da caixa de medição, deve-se decapar o condutor e abri-lo ao meio, permitindo que o parafuso passe por esta abertura. Deve-se utilizar arruelas lisas na parte superior e inferior, arruela de pressão e porca.

5.2.8.1.1.3.1 Alternativamente, quando forem utilizados condutores “rígidos” classe 1 e 2, pode-se decapar o condutor e dar uma volta completa em torno do parafuso. Deve-se utilizar arruelas lisas na parte superior e inferior, arruela de pressão e porca.

Condutor de proteção

5.2.8.1.2 Deve-se disponibilizar condutor de proteção na saída para o cliente. Este condutor deve se iniciar no parafuso olhal.

5.2.8.1.2.1 A conexão do condutor de proteção verde no parafuso olhal do poste deve ser através de terminal olhal de compressão para cabo 16 mm² com furo de 10 mm de diâmetro, conforme ND 5.1. Alternativamente, pode-se utilizar terminal para cabo de 25, 35 ou 50 mm² com furo de 10 mm de diâmetro. Nesse caso, a ponta do condutor precisa ser dobrada antes de entrar no terminal. Após a compressão, deve-se constatar que o condutor ficou firmemente preso ao terminal.

5.2.8.1.2.1.1 Alternativamente, quando forem utilizados condutores “rígidos” classe 1 e 2 (ABNT NBR NM 280), pode-se decapar o condutor, dar uma volta completa em torno do parafuso e deixar uma sobra de 5 cm de condutor isolado (pontas metálicas do condutor não podem estar expostas).

5.2.8.1.2.2 Para os PPF de disjuntor(es) monopolares de 63 A (para 1 ou 2 consumidores), medição monofásica, o condutor de proteção deve percorrer o interior do poste (fora de eletroduto) e sair pelo cabeçote de saída.

5.2.8.1.2.3 Para os PPF de disjuntor(es) multipolares, medição polifásica, o condutor é disponibilizado diretamente na armação secundária, através de um jumper, com comprimento conforme Tabela 4.

5.2.8.1.3 A sequência de instalação dos condutores no parafuso olhal é a seguinte: poste - arruela lisa - condutor neutro - arruela lisa - condutor de proteção - arruela lisa - arruela de pressão - porca.

5.2.8.2 Caixa de medição e proteção

5.2.8.2.1 A caixa de medição e proteção deverá ser de modelo CM1 PPF ou CM2 PPF, conforme a ET PE/EA-6, e homologada (publicada na versão mais atualizada do Manual do Consumidor nº 11).

5.2.8.2.2 Caixas para medição CM1 PPF deverão ser fixadas ao poste através de, no mínimo, 3 (três) parafusos autoatarrachante 4,8 x 19 mm.

5.2.8.2.3 Caixas para medição CM2 PPF deverão ser fixadas através de, no mínimo, 4 (quatro) parafusos autoatarrachante 4,8 x 19 mm.

5.2.8.3 Diversos

5.2.8.3.1 O tampão a ser utilizado na extremidade superior do poste deve ser de PVC ou de outro material resistente à raios ultravioletas e antichamas. A espessura mínima deverá ser 1,4 mm para PPF monofásico e 2 mm para PPF polifásicos. O tampão deve assegurar a não penetração de água

no interior do poste e deve ser fixado ao poste através de dois rebites ou dois parafusos sem ponta, simetricamente dispostos.

5.2.8.3.1.1 Sugere-se que no processo produtivo os furos para os rebites ou parafusos de fixação do tampão sejam feitos antes da passagem dos condutores, para evitar que os mesmos sejam danificados.

5.2.8.3.2 Nos PPF para fornecimento monofásico, o cabeçote para o ramal de saída deve ser de PVC ou de outro material resistente à raios ultravioleta e antichamas. A espessura mínima deverá ser 1,4 mm. O cabeçote deve ser fixado ao poste de modo que não seja removido acidentalmente, principalmente devido à movimentação dos condutores, e deve assegurar a não penetração de água no interior do poste.

5.2.9 Saída Subterrânea

5.2.9.1 Deve-se efetuar apenas um furo (mesmo nos PPF com mais de uma caixa de medição), com centro a 100 mm abaixo da marca de engastamento, na face do poste aposta a face em que a caixa de medição é fixada.

5.2.9.2 O furo deve apresentar o mesmo diâmetro que o orifício da caixa de medição para passagem dos condutores (30 mm para caixas de medição monofásica e 40 mm para caixas de medição polifásica) e ser protegido por cabeçote de borracha ou eletroduto flexível.

5.2.9.3 Não é admitida a utilização de nenhum tipo de caixa de passagem fixada ao poste ou eletroduto exposto (aparente).

5.2.9.4 O condutor neutro deve ter a mesma seção do condutor de fase.

5.2.9.5 O(s) condutor(es) de proteção deve(m) iniciar no parafuso olhal, com terminal olhal, da mesma forma que é feito nos PPF com saída aérea, passar pelo interior do poste (fora de eletroduto) e ser(em) disponibilizado(s) no furo da saída subterrânea, com a sobra indicada na Tabela 4.

5.2.9.5.1 Alternativamente, o(s) condutor(es) de proteção pode(m) iniciar em parafuso fixado em face oposta a face do furo da saída subterrânea, de maneira concêntrica, conforme Figura 9.

5.2.9.6 As sobras dos condutores medidas a partir do furo de saída subterrânea devem ser conforme Tabela 4.

5.2.9.7 Deve-se considerar os detalhes apresentados nas Figura 7 e 8.

Todos os outros demais detalhes apresentados nas Figura 1 – Figura 6 devem ser atendidos.

5.3 Padrões pré-fabricados em poste de concreto

5.3.1 Os padrões pré-fabricados em poste de concreto deverão ser produzidos de acordo com os desenhos técnicos apresentados na Figura 10 a Figura 17 e com os requisitos que seguem.

5.3.2 Identificação

5.3.2.1 O poste deve ter marca indelével (traço) e a indicação “CG” na posição do centro de gravidade.

5.3.2.2 A caixa de medição deve ser identificada conforme a ET PE/EA-6 ou a ET PE/EA-24.

5.3.3 Material do poste

5.3.3.1 O poste deverá ser de concreto armado de acordo com a ET 02.118-CEMIG-0378 e, dependendo de seu tipo, deverá atender a ET 02.118-CEMIG-0026 ou 02.111-DT/ED-0460.

5.3.3.2 O acabamento do PPF de concreto deve ser isento de falhas no concreto que comprometam a sua estabilidade ou que resultem em quinas vivas.

5.3.3.3 O transporte e o armazenamento devem ser adequados de forma que não afetem/comprometam o acabamento do PPF.

5.3.4 Dimensões

As dimensões de cada padrão são apresentadas na Figura 10 a Figura 17, anexadas no final do documento.

5.3.5 Entrada e saída aérea dos condutores no poste

5.3.5.1 A entrada e saída aérea dos condutores deve ser provida de curva de 45° em PVC rígido, antichamas e atender as demais especificações da ABNT NBR 15465, e devem ser posicionadas conforme desenhos apresentados na Figura 10 a Figura 17.

5.3.5.2 Não deverá haver penetração de água no interior dos eletrodutos.

5.3.6 Flechas

Na ET 02.118-CEMIG-0378 são mostradas as flechas máximas admitidas para os postes.

5.3.7 Trações

Na Tabela 3 são mostradas as trações mínimas requeridas para os postes.

5.3.8 Engastamento

5.3.8.1 Os postes de 7 m e 5 m deverão ser engastados no solo em 1000 mm.

5.3.8.2 Os postes deverão possuir marcação do ponto de engastamento, de forma indelével (em baixo ou alto relevo), em pelo menos uma das faces.

5.3.9 Acessórios

5.3.9.1.1 O condutor neutro do ramal de entrada deve ser aterrado no parafuso de aterramento da caixa de medição.

5.3.9.1.2 Deve-se disponibilizar condutor de proteção na saída para o cliente. Este condutor deve iniciar no parafuso de aterramento da caixa de medição, a qual deve estar conectada à haste de aterramento.

5.3.9.1.2.1 Para conectar o condutor neutro e o condutor de proteção ao parafuso de aterramento da caixa de medição, deve-se decapar o condutor e abri-lo ao meio, permitindo que o parafuso passe por esta abertura. Deve-se utilizar arruelas lisas na parte superior e inferior, arruela de pressão e porca.

5.3.9.1.2.1.1 Alternativamente, quando forem utilizados condutores “rígidos” classe 1 e 2, pode-se decapar o condutor e dar uma volta completa em torno do parafuso. Deve-se utilizar arruelas lisas na parte superior e inferior, arruela de pressão e porca.

5.3.9.2 Caixa de medição e proteção

A caixa de medição e proteção, a ser embutida na cavidade do próprio poste, deverá ser de modelo homologado (publicado na versão mais atualizada do Manual do Consumidor nº 11).

5.3.9.3 Aterramento

5.3.9.3.1 A haste de aterramento deve atender aos requisitos da ND-5.1 e ser homologada (publicada na versão mais atualizada do Manual do Consumidor nº 11).

5.3.9.4 Deve-se prever uma caixa de no mínimo 150 x 150 mm, a 100 mm abaixo da marca de engastamento, na mesma face do poste em que a caixa de medição, para se introduzir o condutor de aterramento.

5.3.9.4.1 O condutor de aterramento, que conecta a haste de aterramento ao parafuso de aterramento da caixa de medição, deve atender aos requisitos da ND-5.1 ou ND-5.2, ser de cobre 10 mm² ou 16 mm², conforme o PPF, e apresentar sobra conforme Tabela 4.

5.3.10 Saída Subterrânea

É admitida que a saída dos condutores de energia já medida, a serem disponibilizados ao cliente, seja efetuada na parte inferior do poste desde que seguidos os requisitos abaixo:

5.3.10.1 Deve-se prever uma caixa de no mínimo 150 x 150 mm, a 100 mm abaixo da marca de engastamento, na mesma face do poste em que a caixa de medição.

5.3.10.2 O condutor neutro deve ter a mesma seção do condutor de fase.

5.3.10.3 O(s) condutor(es) de proteção deve(m) ser(em) disponibilizado(s) na caixa da saída subterrânea, com a sobra indicada na Tabela 4.

5.3.10.4 As sobras dos condutores medidas a partir do furo de saída subterrânea devem ser as mesmas que as aplicadas à saída aérea, conforme Tabela 4.

5.3.10.5 Todos os outros demais detalhes apresentados nas Figura 10 a Figura 17 devem ser atendidos.

5.4 Padrões pré-fabricados em PRFV

5.4.1 Os padrões pré-fabricados em poliéster reforçado com fibra de vidro (PRFV) devem ser produzidos de acordo com os desenhos técnicos apresentados nas Figura 1 a Figura 6 e os requisitos que seguem.

5.4.2 O poste de PRFV deverá ter seção quadrada, conforme Figura 1 a Figura 6.

5.4.3 As superfícies externas do poste deverão ser completamente lisas e uniformes, não devendo conter rebarbas, fibras soltas, partes pontiagudas ou cortantes e arestas vivas nos furos.

5.4.4 Material do poste

O poste deve ser composto por resinas poliéster (poliméricas) e fibra de vidro, resistentes aos raios ultravioletas e retardante de chamas, na cor cinza claro (referência RAL 7038 - <http://www.ralcolours.com>).

5.4.4.1 O material deverá apresentar classificação mínima V-1, segundo a UL 94.

5.4.4.2 Os postes devem ser fabricados com uma camada externa protetiva de gel coat e acabamento com véu de poliéster, aplicados uniformemente sobre toda a superfície externa dos postes.

5.4.4.3 Não poderá haver reforço metálico ao longo do poste.

5.4.5 Dimensões

As dimensões de cada padrão são apresentadas nas Figura 1 a Figura 6, anexadas no final do documento, e na Tabela 2.

5.4.6 Orifício no poste para passagem dos condutores

5.4.6.1 Esse orifício, com diâmetro de 30 mm para poste para fornecimento monofásico e 40 mm para poste para fornecimento polifásico, deve ser coincidente com o furo da caixa de medição.

5.4.6.2 O orifício deve ser protegido por anel de borracha, que deve ser fixado ao poste de modo que não seja removido acidentalmente, principalmente devido à movimentação dos condutores.

5.4.7 Trações e flechas residuais

Na Tabela 2 são mostradas as trações mínimas e as flechas requeridas para os postes.

5.4.8 Engastamento

5.4.8.1 Os postes de 5 e 7 m deverão ser engastados no solo em 1000 mm.

5.4.8.2 Os postes deverão possuir marcação do ponto de engastamento, de forma visível e indelével, através de rebite (de diâmetro mínimo 6,2 mm), na mesma face da caixa de medição.

5.4.9 Acessórios

Neutro

5.4.9.1.1 O condutor neutro do ramal de entrada deve ser aterrado. Para tal, o mesmo deve ser conectado ao parafuso de aterramento da caixa de medição.

5.4.9.1.1.1 Para conectar o condutor neutro ao parafuso de aterramento da caixa de medição, deve-se decapar o condutor e abri-lo ao meio, permitindo que o parafuso passe por esta abertura. Deve-se utilizar arruelas lisas na parte superior e inferior, arruela de pressão e porca.

5.4.9.1.1.1.1 Alternativamente, quando forem utilizados condutores “rígidos” classe 1 e 2, pode-se decapar o condutor e dar uma volta completa em torno do parafuso. Deve-se utilizar arruelas lisas na parte superior e inferior, arruela de pressão e porca.

Condutor de proteção

5.4.9.1.2 Deve-se disponibilizar condutor de proteção na saída para o cliente. Este condutor deve se iniciar no parafuso de aterramento da caixa de medição.

5.4.9.1.2.1 Para conectar o condutor de proteção ao parafuso de aterramento da caixa de medição, deve-se decapar o condutor e abri-lo ao meio, permitindo que o parafuso passe por esta abertura. Deve-se utilizar arruelas lisas na parte superior e inferior, arruela de pressão e porca.

5.4.9.1.2.1.1 Alternativamente, quando forem utilizados condutores “rígidos” classe 1 e 2, pode-se decapar o condutor e dar uma volta completa em torno do parafuso. Deve-se utilizar arruelas lisas na parte superior e inferior, arruela de pressão e porca.

5.4.9.2 Caixa de medição e proteção

5.4.9.2.1 A caixa de medição e proteção deverá ser de modelo CM1 PPF ou CM2 PPF, conforme a ET PE/EA-6, e aprovada (publicada na versão mais atualizada do Manual do Consumidor nº 11, PEC-11).

5.4.9.2.2 Caixas para medição CM1 PPF deverão ser fixadas ao poste através de, no mínimo, 3 (três) parafusos autoatarrachante 4,8 x 19 mm.

5.4.9.2.3 Caixas para medição CM2 PPF deverão ser fixadas através de, no mínimo, 4 (quatro) parafusos autoatarrachante 4,8 x 19 mm.

5.4.9.3 Haste de Aterramento

5.4.9.3.1 Deve existir haste de aterramento, conectada ao parafuso de aterramento da caixa de medição através de condutor de cobre nu, rígido, de 10 mm².

5.4.9.4 O tampão a ser utilizado na extremidade superior do poste deve ser de PVC ou de outro material resistente à raios ultravioleta e antichamas. A espessura mínima deverá ser 1,4 mm para PPF monofásico e 2 mm para PPF polifásicos. O tampão deve assegurar a não penetração de água no

interior do poste e deve ser fixado ao poste através de dois rebites ou dois parafusos sem ponta, simetricamente dispostos.

5.4.9.4.1 Sugere-se que no processo produtivo os furos para os rebites ou parafusos de fixação do tampão sejam feitos antes da passagem dos condutores, para evitar que os mesmos sejam danificados.

5.4.9.4.2 Nos PPF para fornecimento monofásico, o cabeçote para o ramal de saída deve ser de PVC ou de outro material resistente à raios ultravioleta e antichamas. A espessura mínima deverá ser 1,4 mm. O cabeçote deve ser fixado ao poste de modo que não seja removido acidentalmente, principalmente devido à movimentação dos condutores, e deve assegurar a não penetração de água no interior do poste.

5.4.10 Saída Subterrânea

5.4.10.1 Deve-se efetuar apenas um furo (mesmo nos PPF com mais de uma caixa de medição), com centro a 100 mm abaixo da marca de engastamento, na face do poste aposta a face em que a caixa de medição é fixada.

5.4.10.2 O furo deve apresentar o mesmo diâmetro que o orifício da caixa de medição para passagem dos condutores (30 mm para caixas de medição monofásica e 40 mm para caixas de medição polifásica) e ser protegido por cabeçote de borracha ou eletroduto flexível.

5.4.10.3 É dispensada a presença da armação secundária.

5.4.10.4 Não é admitida a utilização de nenhum tipo de caixa de passagem fixada ao poste ou eletroduto exposto (aparente).

5.4.10.5 O condutor neutro deve ter a mesma seção do condutor de fase.

5.4.10.6 O(s) condutor(es) de proteção deve(m) iniciar no parafuso de aterramento da caixa de medição.

5.4.10.7 As sobras dos condutores medidas a partir do furo de saída subterrânea devem ser conforme Tabela 4.

5.4.10.8 Deve-se considerar os detalhes apresentados nas Figura 7 e 8.

5.4.10.9 Todos os outros demais detalhes apresentados nas Figura 1 a Figura 6 devem ser atendidos.

6 APROVAÇÃO DE PROTÓTIPO

6.1 Os Padrões de Entrada Pré-Fabricados devem ser previamente aprovados para a aplicação na área de concessão da Cemig.

6.2 Para a aprovação de novo modelo de padrão ou adequação de modelo existente, é necessário seguir os requisitos do documento 02.111 PE/EA-21 – Requisitos técnicos para homologação e pré-homologação de padrões pré-fabricados em aço e concreto.

7 INSPEÇÃO

7.1 A inspeção compreende a verificação, por parte da Cemig, do atendimento dos requisitos da especificação técnica, a execução dos ensaios de rotina e, quando exigidos pela Cemig, de ensaios de tipo.

7.2 Realiza-se a inspeção quando ocorre recebimento de materiais comprados, processo de aprovação ou quando exigido pela Cemig para acompanhamento da qualidade do fornecimento ao mercado.

7.3 O fabricante deve dispor de pessoal e equipamentos necessários à execução dos ensaios aplicáveis.

7.4 O fabricante deve apresentar, ao inspetor da Cemig, certificados de calibração dos instrumentos a serem utilizados na inspeção, emitidos por órgão homologado pelo INMETRO, ou por organização oficial similar em outros países. A periodicidade máxima dessa calibração deve ser de um ano.

7.5 O local para realização dos ensaios:

- a) deve ser coberto, limpo e fora da área de produção;
- b) deve possuir mesa, cadeira e prancheta para anotações;
- c) devem ser disponibilizados EPI de acordo com o estabelecido nos Mapas de Riscos.

7.6 O material a ser inspecionado deverá estar em local definido, delimitado e identificado.

7.7 A Cemig se reserva o direito de enviar inspetor devidamente credenciado com o objetivo de acompanhar qualquer etapa de fabricação e, em especial, presenciar os ensaios.

7.8 O fabricante deve possibilitar ao inspetor da Cemig livre acesso a laboratórios, a locais de fabricação e de acondicionamento.

7.9 O fabricante deve assegurar ao inspetor da Cemig o direito de familiarizar-se, em detalhe, com as instalações e os equipamentos a serem utilizados, estudar as instruções e desenhos, verificar calibrações, presenciar os ensaios, conferir resultados e, em caso de dúvida, efetuar nova inspeção e exigir a repetição de qualquer ensaio.

8 RECEBIMENTO

8.1 O recebimento compreende a execução de inspeção, conforme capítulo 7, para o aceite de determinado lote de materiais adquiridos pela Cemig.

8.2 Os ensaios de recebimento compreendem os ensaios de rotina e, quando exigido pela Cemig, ensaios de tipo.

8.3 O recebimento, quando não citado em contrário no processo licitatório, será realizado nas instalações do fabricante, na presença do inspetor credenciado pela Cemig.

8.4 Para os ensaios listados e seus correspondentes níveis de inspeção e de qualidade aceitável, conforme Tabela 5 e Tabela 6, deve-se considerar o número de amostras da Tabela 7 e Tabela 8.

8.5 Quando exigido ensaio cujo Nível de Inspeção e Nível de Qualidade Aceitável não estão definidos na Tabela 5 e na Tabela 6, fica a critério da Cemig a definição do número de amostras.

8.6 A aceitação do lote e/ou a dispensa de execução de qualquer ensaio:

- a) não eximem o fornecedor da responsabilidade de fornecer o material de acordo com os requisitos desta Especificação;
- b) não invalidam qualquer reclamação posterior da Cemig a respeito da qualidade do material e/ou da fabricação.

8.6.1 Em tais casos, mesmo após haver saído da fábrica, o lote pode ser inspecionado e submetido a ensaios, com prévia notificação ao fornecedor e, se necessário, em sua presença. Em caso de qualquer discrepância em relação às exigências desta Especificação, o lote pode ser rejeitado e sua reposição será por conta do fornecedor.

8.6.2 A rejeição do lote em virtude de falhas constatadas nos ensaios não dispensa o fornecedor de cumprir as datas de entrega prometidas. Se, na opinião da Cemig, a rejeição tornar impraticável a entrega do material nas datas previstas, ou se tornar evidente que o fornecedor não será capaz de satisfazer as exigências estabelecidas nesta Especificação, a Cemig se reserva o direito de rescindir todas as suas obrigações e de obter o material de outro fornecedor. Em tais casos, o fornecedor será considerado infrator do contrato e estará sujeito às penalidades aplicáveis.

8.6.3 Todas as unidades de produto rejeitadas, pertencentes a um lote aceito, devem ser substituídas por unidades novas e perfeitas, por conta do fornecedor, sem ônus para a Cemig.

8.6.4 O custo dos ensaios deve ser por conta do fornecedor.

8.6.5 A Cemig se reserva o direito de exigir a repetição de ensaios em lotes já aprovados. Nesse caso, as despesas serão de responsabilidade:

- a) da Cemig, se as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção;
- b) do fornecedor, em caso contrário.

9 ENSAIOS DE ROTINA

9.1 Gerais para todos os tipos de PPF

9.1.1 Verificação dos condutores – Poste e Caixa

9.1.1.1 O fabricante deve apresentar documento oficial que comprove a homologação dos condutores utilizados no INMETRO, conforme item **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

9.1.1.1.1 Deve-se verificar se as marcações ao longo do condutor condizem com o modelo homologado e se há a identificação do INMETRO.

9.1.1.2 Verificar a seção do condutor e a espessura do isolamento dos condutores, utilizando a metodologia apresentada no documento 02.111-AD/ES-2002.

9.1.1.3 Verificar as cores dos condutores, conforme item 5.2.8.1.

9.1.1.4 Verificar a conexão dos condutores, conforme item 5.2.8.1.

9.1.1.5 Verificar sobras, conforme Tabela 4.

9.1.2 Dimensional

O padrão deve ser analisado conforme os desenhos técnicos apresentados na Figura 1 a Figura 8, anexadas no final do documento, e na Tabela 2.

9.1.3 Tensão aplicada (2 kV) – Poste e Caixa

9.1.3.1 Utilizar fonte de tensão variável senoidal, com frequência de 60 Hz, com capacidade de suprir no mínimo uma corrente de curto de 5 mA.

9.1.3.2 Conectar os condutores de entrada e saída dentro da caixa de medição (fase A da entrada com fase A da saída, neutro com neutro, etc.) e, em momentos distintos, aplicar a tensão nas seguintes combinações: entre fases distintas, entre cada fase e massa, entre cada fase e neutro e entre cada fase e proteção.

9.1.3.3 Elevar a tensão progressivamente a uma taxa média entre 50 V/s e 150 V/s até 2 kV. Manter este valor por 60 s e então reduzir gradativamente a tensão a zero.

9.1.3.4 Durante o ensaio não poderá ocorrer ruptura do isolamento ou descargas disruptivas. Após a execução do ensaio, realizar inspeção visual nos condutores.

9.2 Padrões pré-fabricados em poste de aço

9.2.1 Inspeção geral

9.2.1.1 Verificar se os padrões possuem todos os componentes e acessórios requeridos para aceitação e a qualidade do acabamento, conforme a seguir:

- a) armação secundária completa com isoladores e fixada ao poste;
- b) placa de identificação bem fixada e com dizeres legíveis e indelével;
- c) marca de engastamento indelével e legível no lado do poste que fixa a caixa de medição;
- d) identificação do fabricante diretamente no poste;
- e) acoplamento no poste do tampão em PVC, anel de proteção, e cabeçote de borracha (quando aplicável).

9.2.1.2 Verificação do revestimento de zinco quanto a não existência de excessos cortantes, superfícies pontiagudas e partes não revestidas.

9.2.1.2.1 O revestimento de zinco no poste deve ser uniforme, sendo que pequenos excessos na parte do engastamento serão aceitos desde que não possuam partes cortantes ou pontiagudas.

9.2.1.3 Verificar se a caixa de medição e proteção e o disjuntor são de modelos homologados.

9.2.2 Espessura da camada de zinco

9.2.2.1 A espessura da camada de zinco deve ser determinada conforme item 5 da ABNT NBR 7399, devendo estar de acordo com o especificado no item 5.2.3.

9.2.2.2 Poste: mínimo 50 μm e média aritmética em 10 pontos aleatórios (incluindo a armação secundária) de no mínimo 57 μm (zinco – processo por imersão a quente).

9.2.2.3 Procedimento

9.2.2.3.1 Utilizar equipamento para medir a espessura do revestimento por processo não destrutivo, de um dos princípios de funcionamento: resistência de fluxo magnético ou atração magnética entre ímã permanente e metal-base. O equipamento deve possuir certificado de calibração.

9.2.2.3.2 Verificar se a espessura do metal-base é superior à espessura crítica do equipamento utilizado. Ou seja, verificar se o equipamento é capaz de medir o revestimento sem ser influenciado pela espessura do metal-base.

9.2.2.3.3 O local da medida deve estar limpo.

9.2.2.3.4 Deve-se evitar medidas próximas de cantos, onde o revestimento tem mudança abrupta de contorno. Este efeito pode estender-se até cerca de 20 mm de um canto.

9.2.2.3.5 Caso sejam necessários mais detalhes para a execução deste ensaio, a norma ABNT NBR 7399 deve ser consultada.

9.2.3 Aderência do revestimento de zinco do poste

9.2.3.1 Os padrões zincados devem ser submetidos ao ensaio de aderência, conforme item 5 da ABNT NBR 7398.

9.2.3.2 Poste: Utilizar método de corte em grade ou incisão (em X), conforme valor da espessura (ABNT NBR 7398).

9.2.3.3 Deve ser escolhida uma área aleatória no corpo da amostra para que se aplique o método conveniente.

9.2.3.4 Ensaio de incisão

9.2.3.4.1 Aplicar a lâmina de aço afiada sobre a superfície revestida, em ângulo perpendicular a esta e com pressão suficiente para fazer incisão na camada de zinco, até atingir o metal-base. Repetir esta incisão, formando um “X”, de ângulo de aproximadamente 30°.

9.2.3.4.2 Após estas incisões, colocar a ponta da lâmina na intersecção das incisões e procurar remover o zinco pelo processo de pressão suficiente, inclinando a lâmina na direção da superfície.

9.2.3.5 Ensaio de corte em grade ou anel

9.2.3.5.1 Aplicar lâmina de aço afiada sobre a superfície revestida em ângulo perpendicular a esta e com pressão suficiente para fazer uma incisão na camada de zinco, até atingir o metal-base. Deve-se executar incisões até formar uma grade de 6 incisões na vertical e 6 incisões na horizontal, distanciadas de 3 mm.

9.2.3.6 Não pode haver deslocamento do zinco. A aderência é considerada deficiente se a camada esfoliar à frente da lâmina. O desprendimento de pó de zinco sob o fio da lâmina de ensaio não é considerado defeito.

9.2.3.7 Caso sejam necessários mais detalhes para a execução deste ensaio, a norma ABNT NBR 7398 deve ser consultada.

9.2.4 Arrancamento vertical da caixa de medição e proteção

9.2.4.1 Com o padrão instalado em posição de uso deve-se depositar, suavemente, um peso de 100kg na parte superior da caixa de medição e proteção por um período de 30 minutos.

9.2.4.2 A caixa de medição e proteção não pode se desprender do poste. Também, não deve ser constatado destacamento ou afrouxamento de qualquer um de seus parafusos de fixação.

9.2.5 Arrancamento horizontal da caixa de medição e proteção

9.2.5.1 Com o padrão instalado no mesmo dispositivo dos ensaios de elasticidade, aplicar força de 50daN, perpendicularmente ao poste, diretamente na caixa de medição e proteção, através de fitas que a enlacem e a puxem no sentido de arrancá-la do poste.

9.2.5.2 A força deve ser aplicada durante 30 segundos.

9.2.5.3 A caixa de medição e proteção não pode se desprender do poste. Também, não deve ser constatado destacamento ou afrouxamento de qualquer um de seus parafusos de fixação.

9.2.6 Estanqueidade

9.2.6.1 Com o PPF completo (caixa de medição e proteção, tampão superior, condutores, eletroduto, etc.), montado em condições de uso, utilizar o bico de aspersão para aspergir água em direção à caixa de medição e proteção, ao tampão superior e, quando existente, ao cabeçote para saída de condutores, conforme Grau de Proteção - IP X3 da ABNT NBR IEC 60529.

9.2.6.2 O bico de aspersão deve ser posicionado conforme a ABNT NBR IEC 60529 considerando que a amostra sob ensaio é a caixa de medição e proteção, o tampão superior e, quando existente, o cabeçote.

9.2.6.3 Alternativamente, pode-se utilizar o arco oscilatório para realizar o ensaio. Neste caso, o PPF completo (caixa de medição e proteção, tampão superior, condutores, eletroduto, cabeçote, etc.) deve ser montado em poste de comprimento menor, que possibilite a instalação verticalmente dentro do arco oscilatório.

9.2.6.4 Não pode haver acúmulo de água nas partes externas da caixa de medição.

9.2.6.5 Não pode haver acúmulo de água no interior da caixa de medição.

9.2.7 Elasticidade

9.2.7.1 O ensaio será executado com base nos ensaios de elasticidade da ABNT NBR 8451-3 e conforme procedimento abaixo, aplicando-se ao padrão trações conforme a Tabela 2.

9.2.7.2 O dinamômetro utilizado deve permitir a medida das forças com erro de medição inferior a 5% para toda a escala calibrada. O fabricante deve apresentar documentação que comprove tal característica.

9.2.7.3 Procedimento

9.2.7.3.1 Fixar o poste até a marca de engastamento.

9.2.7.3.2 Para acomodar o engastamento, aplicar a força de tração nominal de 30 daN, conforme Tabela 2, de forma crescente e sem variações bruscas, no parafuso olhal (perpendicular), durante 1 min. Após a retirada da carga, realizar, se necessário, reaperto das conexões do poste à bancada de ensaio.

9.2.7.3.3 Marcar posição zero: posição do parafuso olhal quando não há carga aplicada ao poste (utilizar uma baliza).

9.2.7.3.4 Aplicar força, de forma crescente e sem variações bruscas, no parafuso olhal (perpendicular), até se atingir o valor de tração nominal de 30 daN, conforme Tabela 2, e manter esta força durante 3 min. Após este tempo, medir a flecha máxima (distância entre a posição do parafuso olhal e a posição zero), que deve estar dentro do limite estabelecido na Tabela 2.

9.2.7.3.5 Logo em seguida, ampliar a força aplicada até o limite elástico, de 1,4*carga nominal (42 daN), e manter esta carga durante 3 min.

9.2.7.3.6 Após a retirada da carga de forma contínua e sem variações bruscas, aguardar 3 min. Após este tempo, deve-se verificar se a flecha residual (distância entre a posição do parafuso olhal e a posição zero) está dentro dos limites da Tabela 2. Também, deve-se constatar que não ocorreu deslocamento da parte engastada, deformação em qualquer ponto do poste e no parafuso olhal, fissuras ao longo do poste, quebra de componentes e desprendimento de camada de galvanização. Caso contrário, o PPF é reprovado.

9.2.7.3.7 Aplicar força, de forma crescente e sem variações bruscas, no parafuso olhal (perpendicular), até se atingir o valor de tração de não ruptura de 80 daN, conforme Tabela 2, e manter esta força durante 3 min.

9.2.7.3.8 Após a retirada da carga de forma contínua e sem variações bruscas, deve-se constatar que não houve ruptura (quebra, fissura profunda, etc.) ou deformação permanente de nenhum elemento do poste (poste em si, parafuso olhal, etc.). Caso contrário, o PPF é reprovado.

9.3 Padrões pré-fabricados em poste de concreto

9.3.1 Inspeção geral

Antes de serem efetuados os demais ensaios, o inspetor fará uma inspeção geral comprovando se os padrões contêm todos os componentes e acessórios requeridos e verificará, conforme requisitos do item 'Inspeção Geral' da ABNT NBR 8451-3:

- a) Acabamento;
- b) Dimensões (Figura 10 a Figura 167, do anexo), furações e traços de referência;
- c) Retilidade;
- d) Desobstrução do furo de aterramento;
- e) Identificação.

9.3.2 Elasticidade

9.3.2.1 O ensaio será executado aplicando-se ao padrão forças indicadas como “Resistência Nominal”, da Tabela 3.

9.3.2.2 Os critérios para aprovação estão no item “Elasticidade” da ET 02.118-CEMIG-0378, tanto para a condição de carga nominal quanto para de limite elástico.

9.3.2.3 O ensaio deve ser realizado conforme ABNT NBR 8451-3.

9.3.2.4 As forças deverão ser aplicadas a 10 cm do topo em qualquer direção a ser indicada pelo inspetor.

9.3.2.5 Todos os postes submetidos ao ensaio não devem apresentar trincas, exceto às capilares.

9.3.3 Resistência à ruptura

9.3.3.1 O poste deve satisfazer as exigências de resistência previstas no item “Carga de ruptura” da ET 02.118-CEMIG-0378, com base nos valores de “Resistência Nominal”, da Tabela 3.

9.3.3.2 O ensaio deve ser realizado conforme a ABNT NBR 8451-3.

9.3.4 Cobrimento e afastamento da armadura

9.3.4.1 O poste deve satisfazer as exigências de cobrimento e afastamento da armadura previstas no item “Armadura” da ET 02.118-CEMIG-0378.

9.3.4.2 O ensaio deve ser realizado conforme item ‘Verificação do cobrimento’ da ABNT NBR 8451-3.

9.3.5 Estanqueidade

9.3.5.1 Com o PPF completo, montado em condições de uso, utilizar o bico de aspersão para aspergir água em direção à caixa de medição e proteção e aos cabeçotes para entrada e saída de condutores, conforme Grau de Proteção - IP X3 da ABNT NBR IEC 60529.

9.3.5.2 O bico de aspersão deve ser posicionado conforme a ABNT NBR IEC 60529 considerando que a amostra sob ensaio é a caixa de medição e proteção e os cabeçotes.

9.3.5.3 Não pode haver acúmulo de água nas partes externas da caixa de medição.

9.3.5.4 Não pode haver acúmulo de água no interior da caixa de medição e proteção e do poste.

9.4 Padrões pré-fabricados em PRFV

9.4.1 Inspeção geral

9.4.1.1 Verificar se os padrões possuem todos os componentes e acessórios requeridos para aceitação e a qualidade do acabamento, conforme a seguir:

- a) armação secundária completa com isoladores e fixada ao poste;
- b) placa de identificação bem fixada e com dizeres legíveis e indelével;
- c) marca de engastamento indelével e legível no lado do poste que fixa a caixa de medição;
- d) identificação do fabricante diretamente no poste;
- e) acoplamento no poste do tampão em PVC, anel de proteção, e cabeçote de borracha (quando aplicável).

9.4.1.2 Verificação do revestimento quanto a não existência de excessos cortantes, superfícies pontiagudas e partes não revestidas.

9.4.1.3 Verificar se a caixa de medição e proteção e o disjuntor são de modelos aprovados.

9.4.2 Arrancamento vertical da caixa de medição e proteção

Conforme item 9.2.4.

9.4.3 Arrancamento horizontal da caixa de medição e proteção

Conforme item 9.2.5.

9.4.4 Estanqueidade

Conforme item 9.2.6.

9.4.5 Ensaio de torque

9.4.5.1 Deve-se instalar no poste o parafuso olhal de 9 mm com um torque de 3,6 daN.m. Informações adicionais que se fizerem necessárias consultar a ABNT NBR 16989 e TD/AT-24.

9.4.5.2 Após a retirada do parafuso, o poste não deverá apresentar trincas, deformação permanente ou ruptura.

9.4.6 Resistência à propagação da chama

9.4.6.1 Procedimento

O ensaio deverá ser realizado conforme a ABNT NBR 16989 e TD/AT-24. O ponto de aplicação da chama não deverá ocorrer diretamente nos furos.

9.4.6.2 Critério de aprovação

Após a retirada da fonte de calor, a chama não poderá se propagar pela amostra, extinguindo-se em até 30 s.

9.4.7 Dureza barcol

9.4.7.1 Procedimento

O durômetro deve ser posicionado em cinco pontos diversos ao longo do poste. Informações adicionais que se fizerem necessárias consultar a ABNT NBR 16989 e TD/AT-24.

9.4.7.2 Critério de aprovação

Todos os pontos de medição devem apresentar valores maiores ou iguais a 30 barcol.

9.4.8 Verificação se o poste é retilíneo

9.4.8.1 Procedimento

Realizar a inspeção de retilineidade esticando a linha de náilon em toda a extensão do poste em ensaio, no sentido base/topo, e medindo, com auxílio de uma trena métrica com resolução de 1,0 mm, em cinco pontos, o desvio correspondente à distância máxima entre a face externa do poste e a linha estendida, na face considerada (item 4.1 alínea c da NBR:8451 – 3 de 2011).

9.4.8.2 Critério de aprovação

O poste deve ser considerado aprovado se o desvio do eixo for inferior a 0,3% do comprimento nominal.

9.4.9 Resistência à torção

9.4.9.1 Procedimento

Com o poste engastado deverá ser instalado no poste, a 100 mm do topo, um dispositivo braço construído com material metálico, resistente às cargas solicitadas em ensaio, com comprimento de 1 m (medindo do eixo do poste ao ponto de aplicação da carga). Em seguida deve ser aplicada a força de torção (momento de torção), que é igual a carga nominal. Informações adicionais que se fizerem necessárias consultar a ABNT NBR 16989 e TD/AT-24.

9.4.9.2 Critério de aprovação

O poste deve ser considerado aprovado se não apresentar deformação permanente, fissuras, rachaduras, bolhas no caso de poste seccionável a ruptura ou deslocamento do elemento de junção.

9.4.10 Elasticidade

Conforme item 9.2.7.

10 ENSAIOS DE TIPO

10.1 Os ensaios de tipo devem atender aos seguintes requisitos:

10.1.1 Serem realizados em laboratório independente e certificado.

10.1.2 Serem aplicados em amostras equivalentes ao modelo que está sob análise.

10.1.3 Podem ser validados por certificados e relatório de ensaios emitidos por órgão competente, conforme avaliação da Cemig.

10.2 Padrões pré-fabricados em poste de aço

10.2.1 Características do aço

10.2.1.1 O fabricante deve apresentar um relatório metalográfico com as características do aço usado na fabricação do poste do PPF.

10.2.1.2 O relatório pode ser emitido pelo do fabricante da chapa de aço (usada como matéria-prima para a confecção do poste do PPF) ou por laboratório de instituição oficial.

10.3 Padrões pré-fabricados em poste de concreto

10.3.1 Compatibilidade do cimento com os agregados

10.3.1.1 O ensaio deve ser realizado conforme a ET 02.118-CEMIG-0378.

10.3.2 Absorção de água

10.3.2.1 O poste deve satisfazer as exigências de absorção de água previstas na ET 02.118-CEMIG-0378, para a classe de agressividade ambiental II.

10.3.2.2 O ensaio deve ser realizado conforme ABNT NBR 8451-4.

10.4 Padrões pré-fabricados PRFV

10.4.1 Resistência a UV conforme a Norma ASTM G-155 método A com 2000 horas.

10.4.1.1 Preparação dos corpos de prova: Devem ser preparados dez corpos-de-prova.

10.4.1.2 Procedimento de ensaio

10.4.1.2.1 Os dez corpos-de-prova devem ser divididos em dois grupos, cada um contendo cinco amostras, para a verificação de suas características mecânicas antes e após o envelhecimento na câmara de intemperismo artificial.

10.4.1.2.2 Um dos grupos de cinco corpos-de-prova deve ser submetido aos ensaios de resistência à tração. Os valores individuais de resistência de cinco amostras não envelhecidas devem ser registradas.

10.4.1.2.3 Os ensaios de tração devem ser realizados considerando a ABNT NBR NM IEC 60811-1-1.

10.4.1.2.4 O outro grupo de cinco amostras deve ser submetido ao ensaio de envelhecimento conforme ASTM G155, ciclo 1, 2.000 horas.

10.4.1.3 Critério de aprovação

10.4.1.3.1 O material deve ser considerado aprovado no ensaio se os valores mínimo e máximo de resistência obtidos após o envelhecimento não variarem em mais do que 25% em relação aos respectivos valores mínimo e máximo obtidos com os corpos-de-prova ensaiados sem envelhecimento.

10.4.2 Flamabilidade

10.4.2.1 Deve atender aos valores especificados para classificação V-1 da UL 94.

10.4.2.2 As amostras a serem ensaiadas devem ser retiradas de diferentes partes do poste, de forma a verificar a homogeneidade do produto.

10.4.3 Absorção de água

10.4.3.1 Realizar amostragem e procedimento de ensaio conforme ABNT NBR 5310, usando método gravimétrico. O teor de absorção de água do composto polimérico não deve exceder a 3%.

10.4.4 Rigidez dielétrica

10.4.4.1 De acordo com a ABNT NBR 5405, sendo que a média dos valores obtidos por dez corpos de prova deve ficar no mínimo em 20kV/mm com desvio padrão de no máximo 3kV/mm.

11 ANEXOS

Tabela 1
Definições gerais

Fornecimento Nº Consumidores/ Tipo	Ramal de Entrada		Elet rod uto (m m)	Condutor de proteção (mm)	Disjuntor Quant/ (A)/ Nº pólos	Material (A)ço ou (C)oncreto	Código do PPF Saída aérea	
	Nº de Fases/ Nº de Fios	Condutor cobre PVC-70°C Fase(Neut ro) (mm²)					mesmo lado da rede	lado contrá- rio da rede
1/A1 ou 1/G1	1/2	16 (16)	20	16	1/63/1	A ou C	PPF 1	PPF 2
2/A1 ou 2/G1	2/3	16 (16)	25	16	2/63/1	A ou C	PPF 3	PPF 4
1/B1 ou 1/H1	2/3	16 (16)	32	16	1/63/2	A ou C	PPF 5	PPF 6
2/B1 ou ou 2/H1	2/3	16 (16)	32	16	2/63/2	C	PPF 7	PPF 8
1/C1	3/4	16 (16)	32	16	1/63/3	A ou C	PPF 9	PPF 10
1/H2	2/3	35 (35)	40	16	1/100/2	A ou C	PPF 11	PPF 12

Notas:

1 - Para os PPF de aço com saída subterrânea, deve-se adicionar uma letra "S" ao final do código. Por exemplo, PPF 1 S, PPF 2 S, etc.

2 - Os disjuntores devem apresentar curva de atuação conforme a aplicação, de acordo com os critérios da ND 5.1.

3 - Para os PPF para o fornecimento Tipo D ou E, podem, também, ser aplicáveis disjuntores IEC ou NEMA com fixação em trilho DIN 35 mm, em suas respectivas correntes nominais, de acordo com os critérios da ND 5.1.

Tabela 2Resistência mecânica
(PPF de aço e PRFV)

Código do padrão	Tração nominal aplicada a 10 cm do topo do poste (daN)	Tração de não ruptura aplicada a 10 cm do topo do poste (daN)	Flecha máxima (cm) Quando aplicada tração nominal	Flecha residual (cm) Após limite elástico	Seção mínima do poste – C x C (mm x mm)	Espessura da chapa do poste (mm)	Altura do poste - L (m)
PPF 1	30	80	18	1,8	55 x 55	2	5
PPF 2			25	2,5	70 x 70		7,0
PPF 3			18	1,8	55 x 55		5
PPF 4			25	2,5	70 x 70		7,0
PPF 5			18	1,8	55 x 55		5
PPF 6			25	2,5	70 x 70		7,0
PPF 7			18	1,8	55 x 55		5
PPF 8			25	2,5	70 x 70		7,0
PPF 9			18	1,8	55 x 55		5
PPF 10			25	2,5	80 x 80		7,0
PPF 11			18	1,8	55 x 55		5
PPF 12			25	2,5	70 x 70		7,0

Tabela 3Resistência mecânica
(PPF de concreto)

Item	L (mm)	Resistência nominal Rn - daN		E (mm)	Topo	C (mm)	D (mm)
		Face A	Face B		Face A/B		
1	5000	50	100	1000	140	500	2900
2	7000			1000	100	675	2900
Tolerância	± 50	-	-	± 20	-	± 5	± 30

Tabela 4

Sobras de condutor

Tipo Consumidor	Trecho							
	Ramal de entrada			Segmento Medidor/ Disjuntor	Ramal de saída			
	Parte superior (pingadouro)	Interior da caixa de medição		Interior da caixa de medição	Interior da caixa de medição		Parte superior (pingadouro)	Saída subterrânea
	Fase(s) e neutro	Fase(s)	Neutro	Fase(s)	Fase(s)	Neutro	Fase(s), neutro e proteção	Fase(s), neutro e proteção
A	500	300	600	500	300	300	500	500
B								
C		500	700	700	400	300	800	
D e E								

NOTAS:

- 1 - As medidas são em milímetro.
- 2 - As sobras indicadas são por condutor e por consumidor.
- 3 - A sobra do condutor neutro do ramal de entrada na parte superior do PPF (pingadouro) é medida a partir do ponto de aterramento deste condutor no parafuso olhal.

Tabela 5

Nível de Inspeção e Nível de Qualidade Aceitável – PPF de aço

Ensaio	Nível de inspeção	NQA (%)
Inspeção geral	II	2,5
Dimensional	I	4
Espessura da camada de zinco	S4	2,5
Aderência do revestimento de zinco - Poste	S4	2,5
Arrancamento Vertical	S3	6,5
Arrancamento Horizontal	S3	6,5
Estanqueidade	S3	6,5
Tensão aplicada	S4	2,5
Verificação dos condutores	I	4
Elasticidade	S4	2,5

Tabela 6

Nível de Inspeção e Nível de Qualidade Aceitável – PPF de concreto

Ensaio	Nível de inspeção	NQA (%)
Inspeção geral	II	2,5
Verificação dos condutores	I	4
Elasticidade	S4	2,5
Resistência à ruptura	S4	2,5
Cobrimento e afastamento da armadura	S3	6,5
Estanqueidade	S3	6,5
Tensão aplicada	S4	2,5

Tabela 7

Nível de Inspeção e Nível de Qualidade Aceitável – PPF de PRFV

Ensaio	Nível de inspeção	NQA (%)
Inspeção geral	II	2,5
Dimensional	I	4
Arrancamento Vertical	S3	6,5
Arrancamento Horizontal	S3	6,5
Estanqueidade	S3	6,5
Tensão aplicada	S4	2,5
Verificação dos condutores	I	4
Ensaio de torque	I	4
Resistência à propagação da chama	S3	6,5
Elasticidade	S4	2,5

Tabela 7

Planos de amostragem na inspeção
por atributo do padrão pré-fabricado

Tamanho do lote	- Nível II - NQA 10%				- Nível I - NQA 4%				- Nível S4 - NQA 2,5%			
	Seq	Tam Amost	Ac	Re	Seq	Tam Amost	Ac	Re	Seq	Tam Amost	Ac	Re
Até 25	1ª 2ª	3 3	0 1	2 2	-	3	0	1	-	5	0	1
26 a 50	1ª 2ª	5 5	0 3	3 4								
51 a 90	1ª 2ª	8 8	1 4	4 5								
91 a 150	1ª 2ª	13 13	2 6	5 7	1ª	8	0	2	-	5	0	1
151 a 280	1ª 2ª	20 20	3 8	7 9	2ª	6	1	2				
281 a 500	1ª 2ª	32 32	5 12	9 13	1ª 2ª	13 13	0 3	3 4				
501 a 1200	1ª 2ª	50 50	7 18	11 19	1ª 2ª	20 20	1 4	4 5	1ª	13	0	2
1201 a 3200	1ª 2ª	80 80	11 26	16 27	1ª 2ª	32 32	2 6	5 7	2ª	13	1	2
					1ª	20	1	4	1ª	20	0	3
					2ª	20	4	5	2ª	20	3	4

Tabela 8 - Planos de amostragem na inspeção
por atributo do padrão pré-fabricado

PLANOS DE AMOSTRAGEM TAMANHO DO LOTE	NÍVEL II, NQA 2,5%				NÍVEL S3, NQA 6,5%			
	AMOSTRA		Ac	Re	AMOSTRA		Ac	Re
	SEQ.	QUANT.			SEQ.	QUANT.		
ATÉ 50	-	5	0	1	-	2	0	1
51 A 150	1	13	0	2	1	5	0	2
	2	13	1	2				
151 A 280	1	20	0	3	2	5	1	2
	2	20	3	4				
281 A 500	1	32	1	4	1	8	0	3
	2	32	4	5				
501 A 1200	1	50	2	5	2	8	3	4
	2	50	6	7				
1201 A 3200	1	80	3	8				
	2	80	8	9				

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

Re - número de peças defeituosas que implica na rejeição do lote.

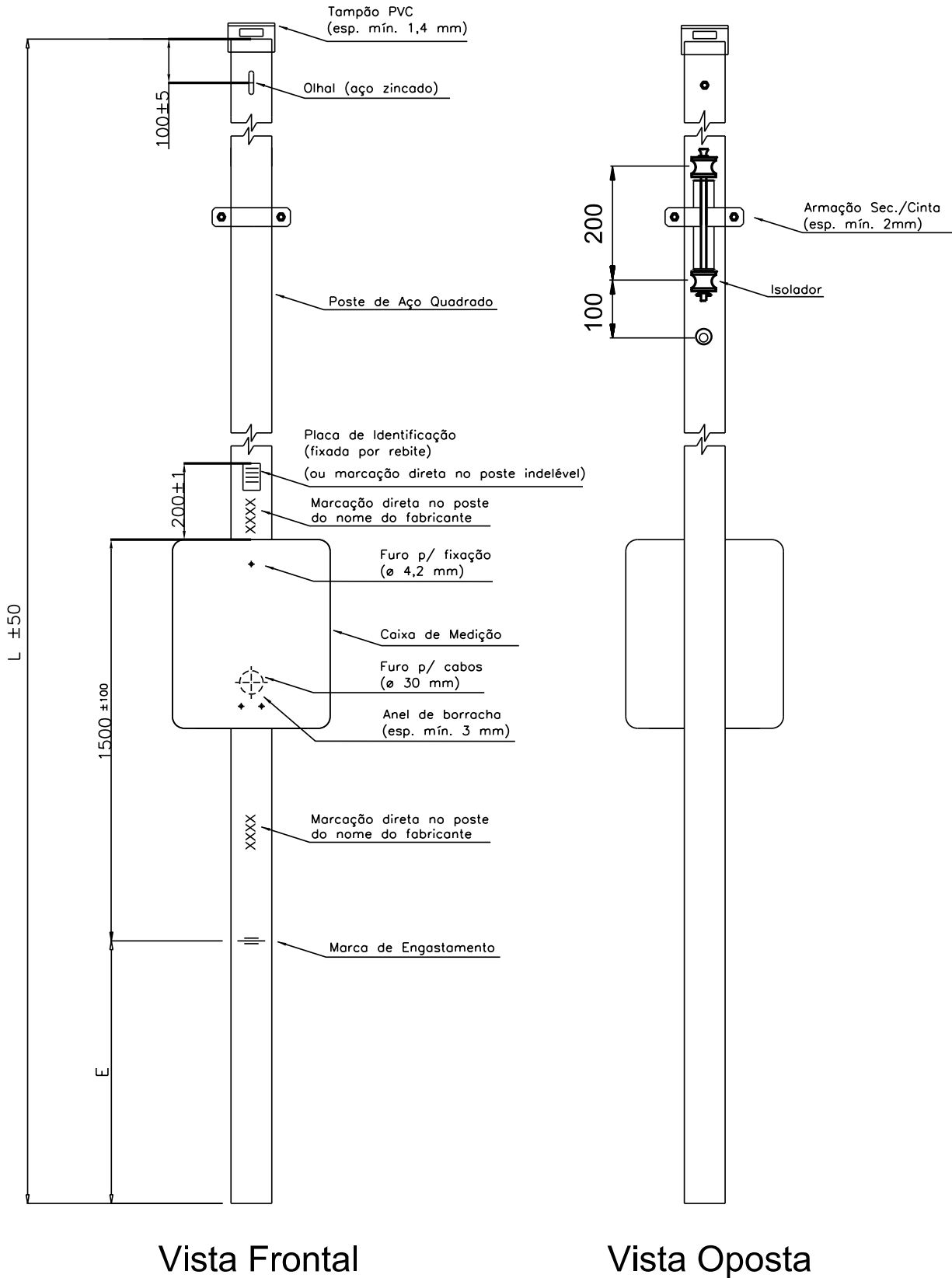
NOTAS:

1 - Referência ABNT NBR-5426.

2 - Plano de Amostragem Dupla Normal.

3 - As peças defeituosas deverão ser substituídas sem ônus para a CEMIG, mesmo que o lote seja aceito.

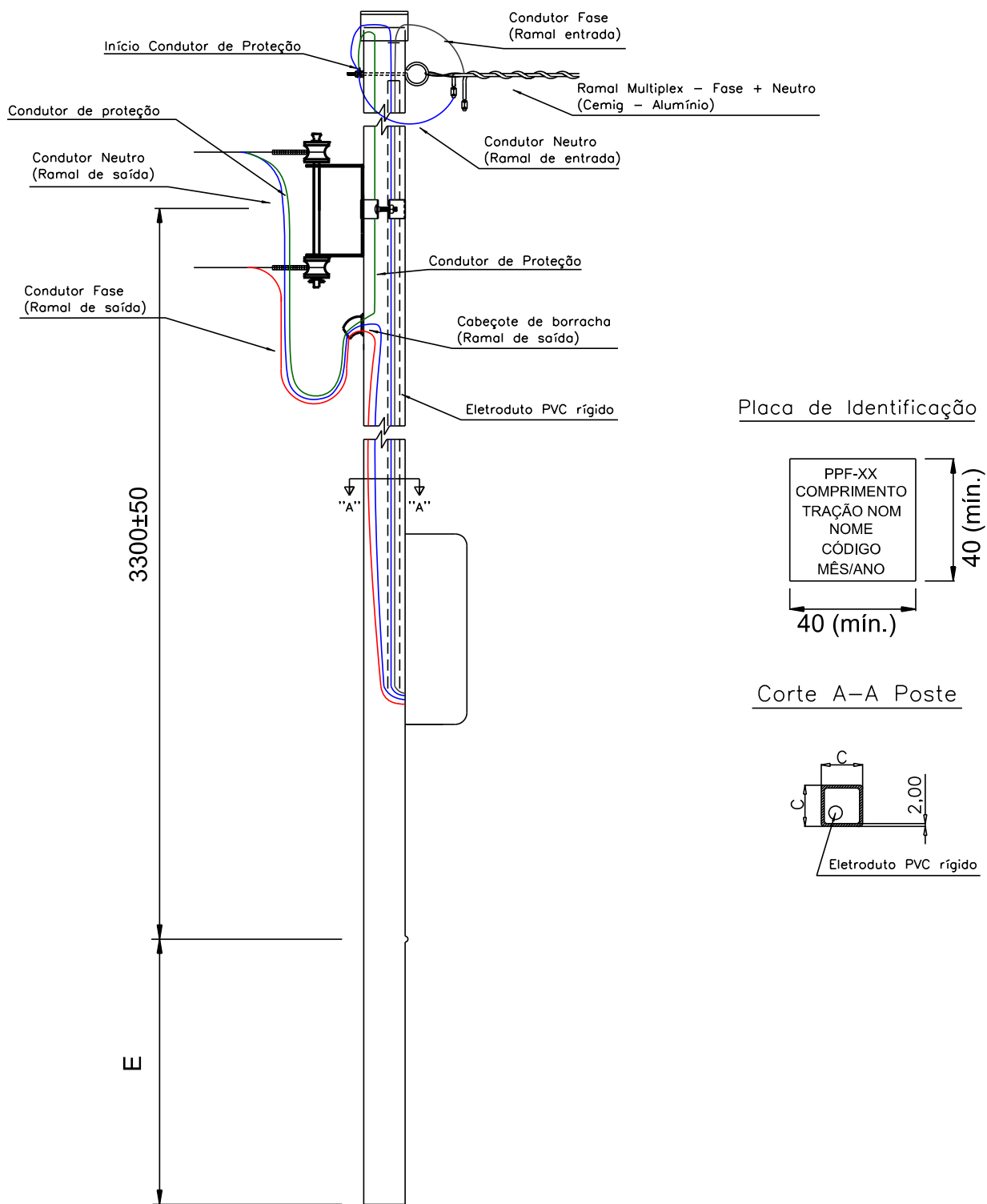
Figura 1 – Padrão Pré-Fabricado em aço ou PRFV para 1 consumidor monofásico



Notas:

1 – Cotas em mm.

Figura 2 – Padrão Pré-Fabricado em aço ou PRFV para 1 consumidor monofásico



Vista Lateral

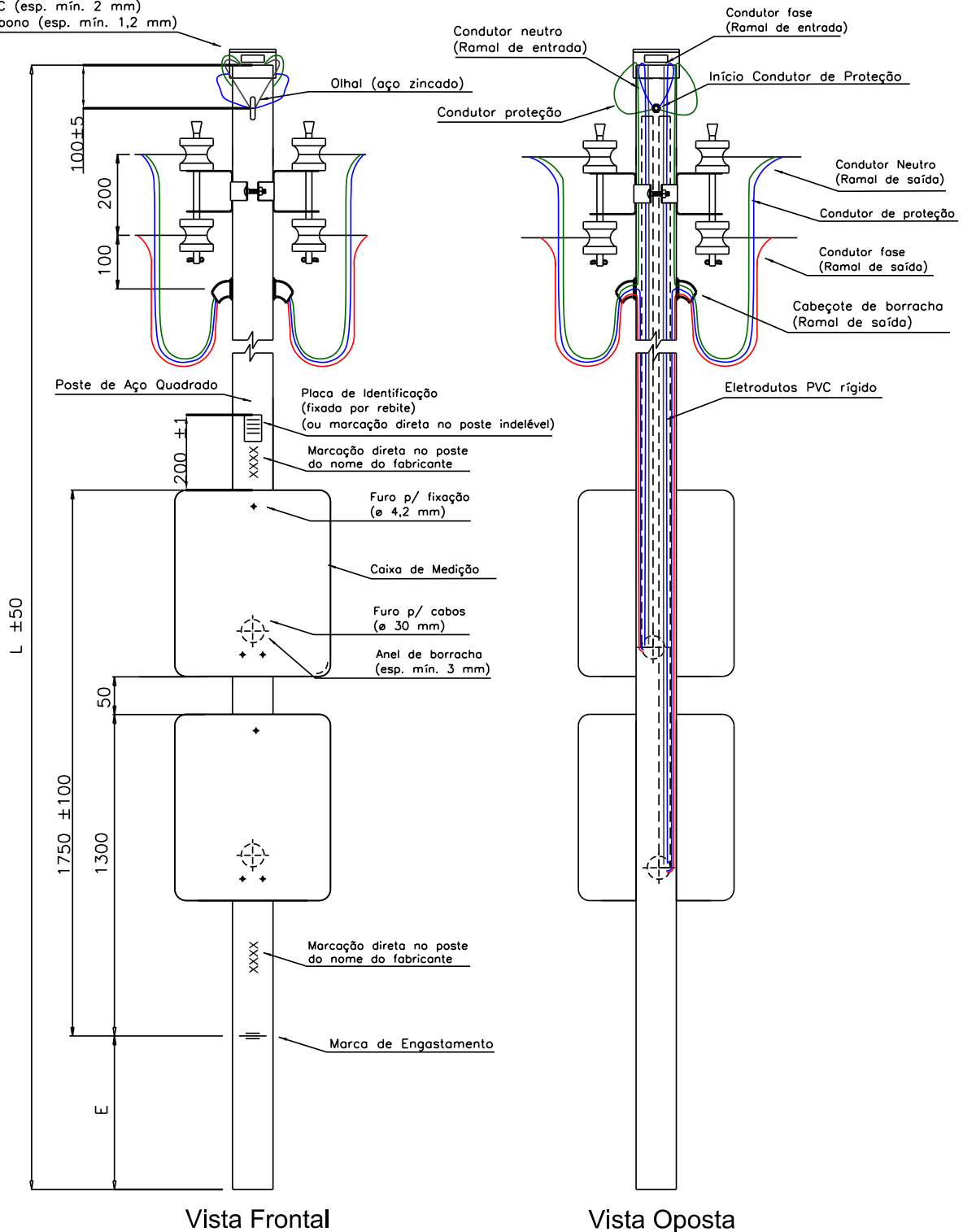
Notas:

1 - Cotas em mm.

2 - Para os PPF em PRFV, o condutor de proteção se inicia no parafuso de aterramento da caixa de medição e o condutor neutro é aterrado apenas neste mesmo parafuso. Também, deve-se utilizar haste de aterramento.

Figura 3 - Padrão Pré-Fabricado em aço ou PRFV para 2 consumidores monofásicos

Tampão PVC (esp. mín. 2 mm)
ou aço carbono (esp. mín. 1,2 mm)

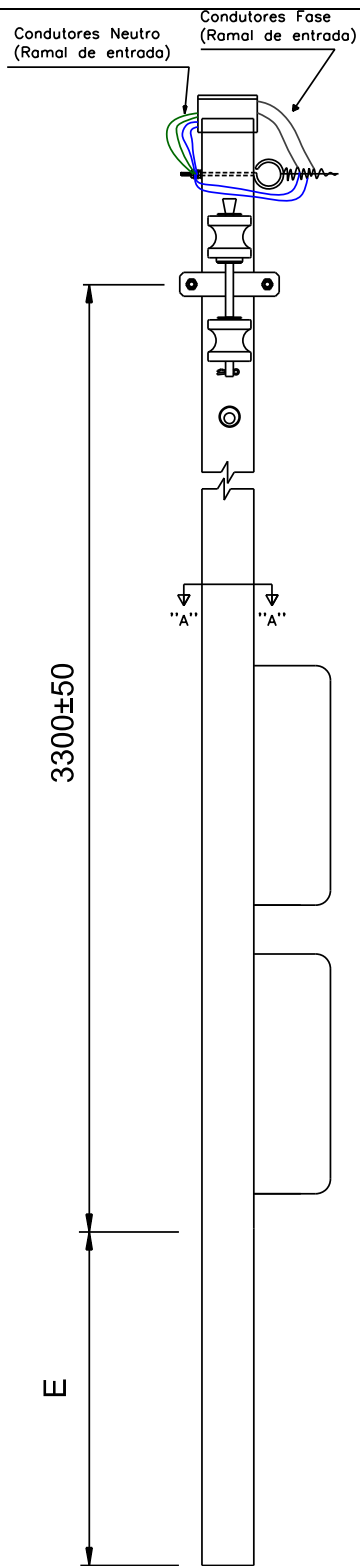


Notas:

1 - Cotas em mm.

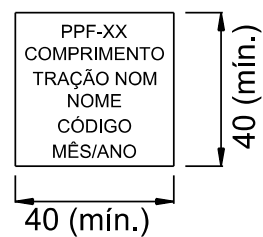
2 - Para os PPF em PRFV, o condutor de proteção se inicia no parafuso de aterramento da caixa de medição e o condutor neutro é aterrado apenas neste mesmo parafuso. Também, deve-se utilizar haste de aterramento.

Figura 4 - Padrão Pré-Fabricado em aço ou PRFV para 2 consumidores monofásicos

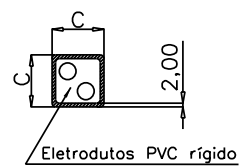


Vista Lateral

Placa de Identificação



Corte A-A Poste

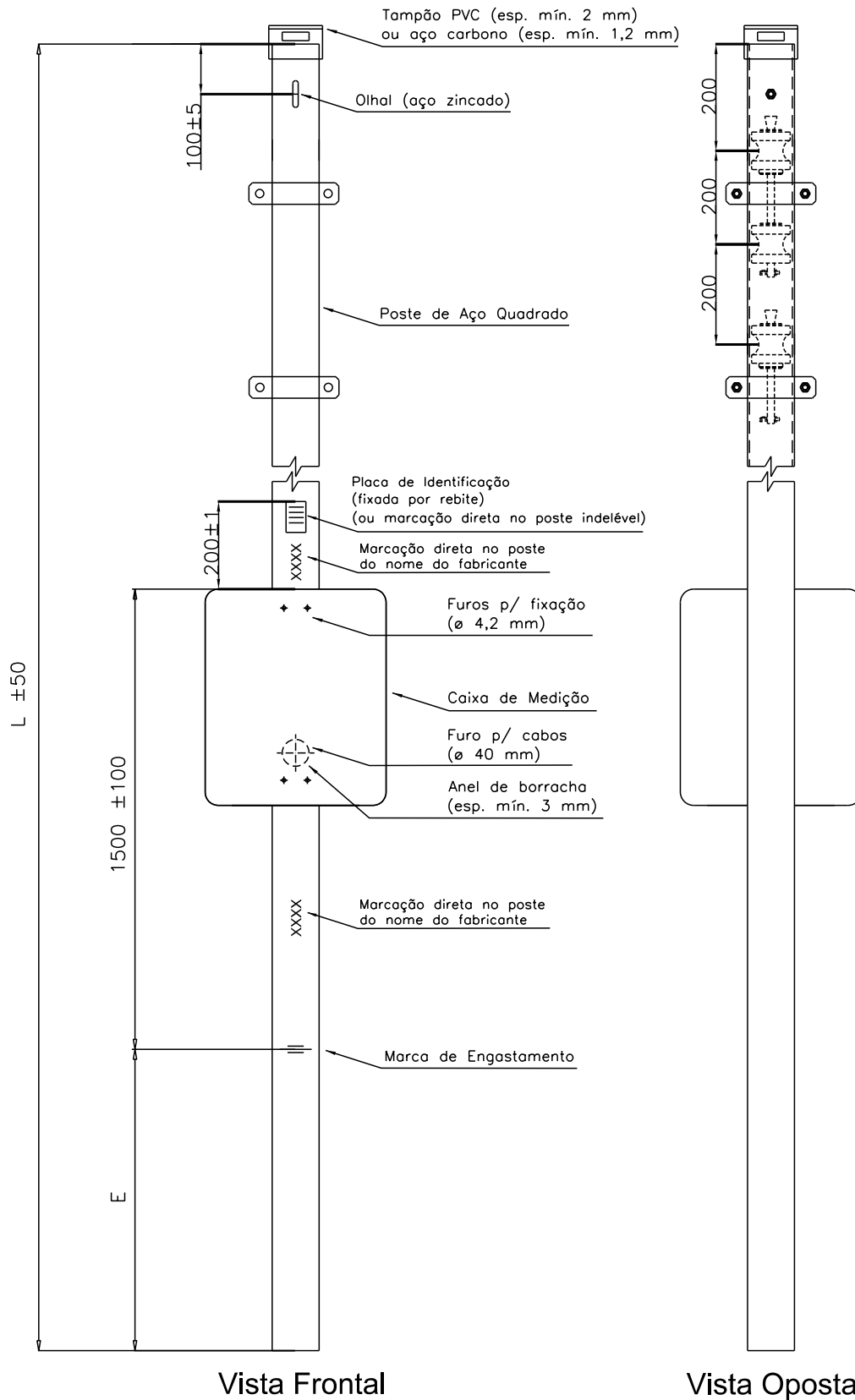


Notas:

1 - Cotas em mm.

2 - Para os PPF em PRFV, o condutor de proteção se inicia no parafuso de aterramento da caixa de medição e o condutor neutro é aterrado apenas neste mesmo parafuso. Também, deve-se utilizar haste de aterramento.

Figura 5 - Padrão Pré-Fabricado em aço ou PRFV para 1 consumidor polifásico

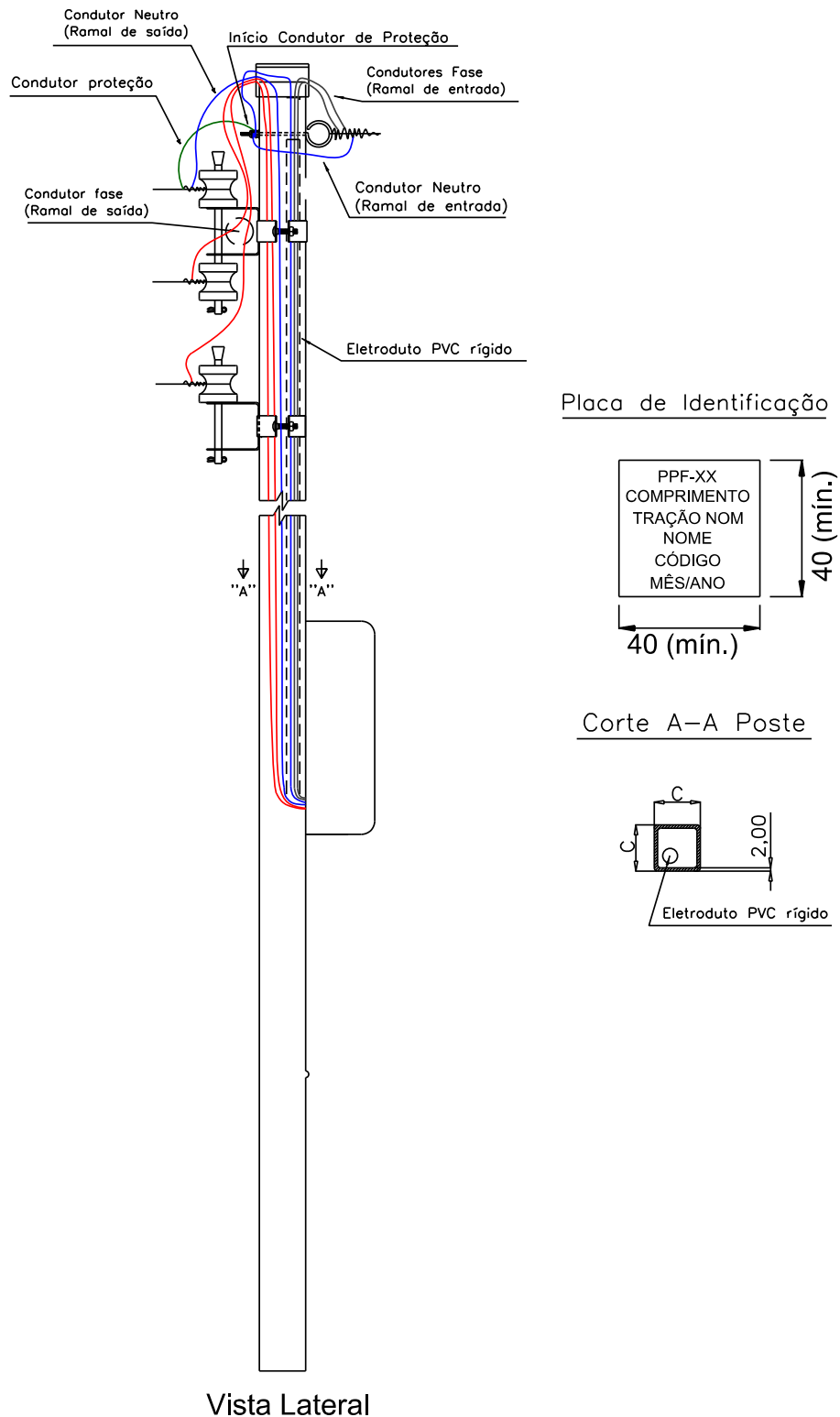


Notas:

1 – Cotas em mm.

2 – Para o PPF trifásico deve-se considerar uma armação secundária com quatro isoladores.

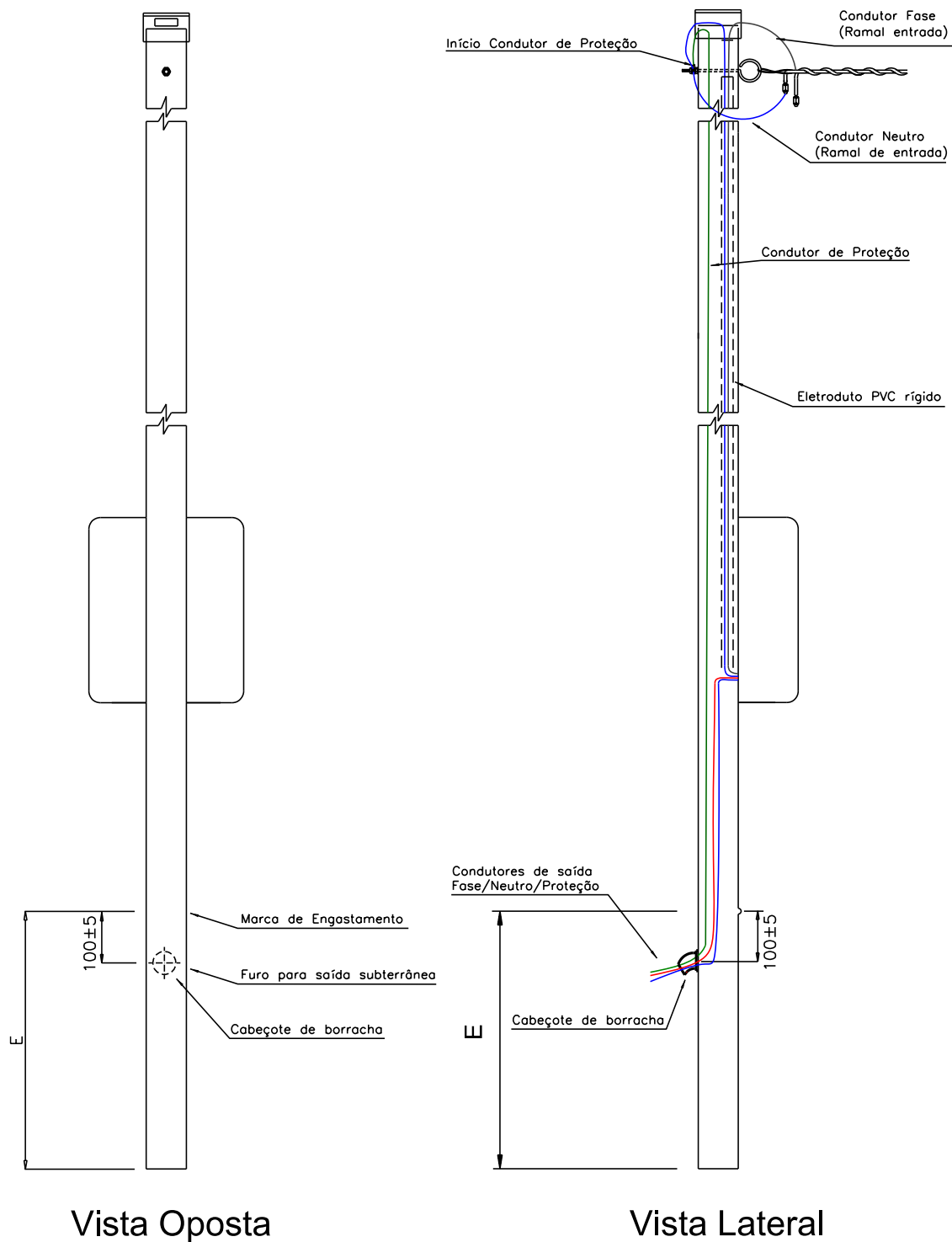
Figura 6 - Padrão Pré-Fabricado em aço ou PRFV para 1 consumidor polifásico



Notas:

- 1 - Cotas em mm.
- 2 - Para o PPF trifásico deve-se considerar uma armação secundária com quatro isoladores e a adição de um condutor fase no ramal de entrada e um condutor fase no ramal de saída.
- 3 - Para os PPF em PRFV, o condutor de proteção se inicia no parafuso de aterramento da caixa de medição e o condutor neutro é aterrado apenas neste mesmo parafuso. Também, deve-se utilizar haste de aterramento.

Figura 7 – PPF com uma caixa e saída subterrânea

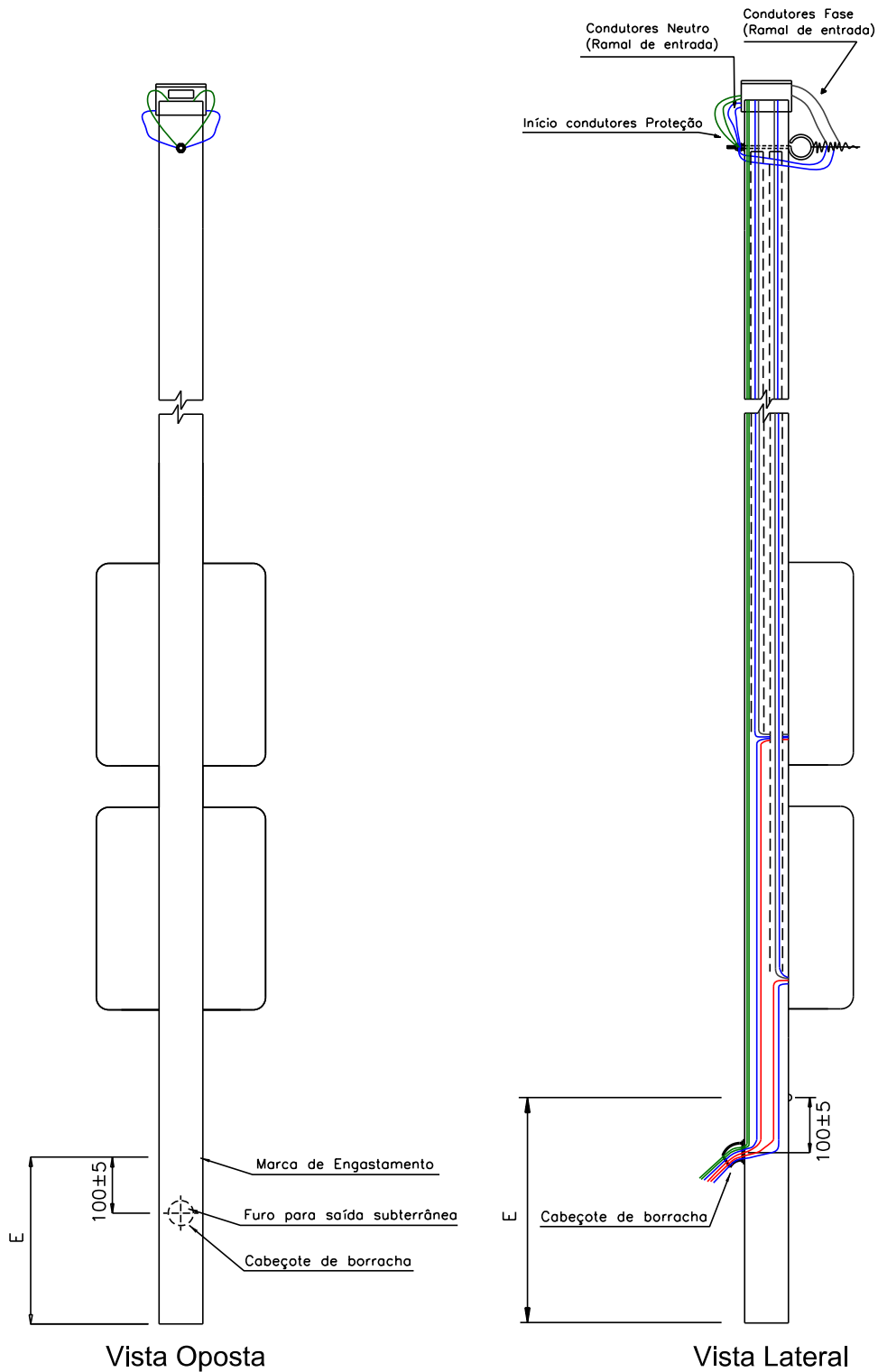


Notas:

1 – Cotas em mm.

2 - Para os PPF em PRFV, o condutor de proteção se inicia no parafuso de aterramento da caixa de medição e o condutor neutro é aterrado apenas neste mesmo parafuso. Também, deve-se utilizar haste de aterramento.

Figura 8 - PPF com duas caixas e saída subterrânea

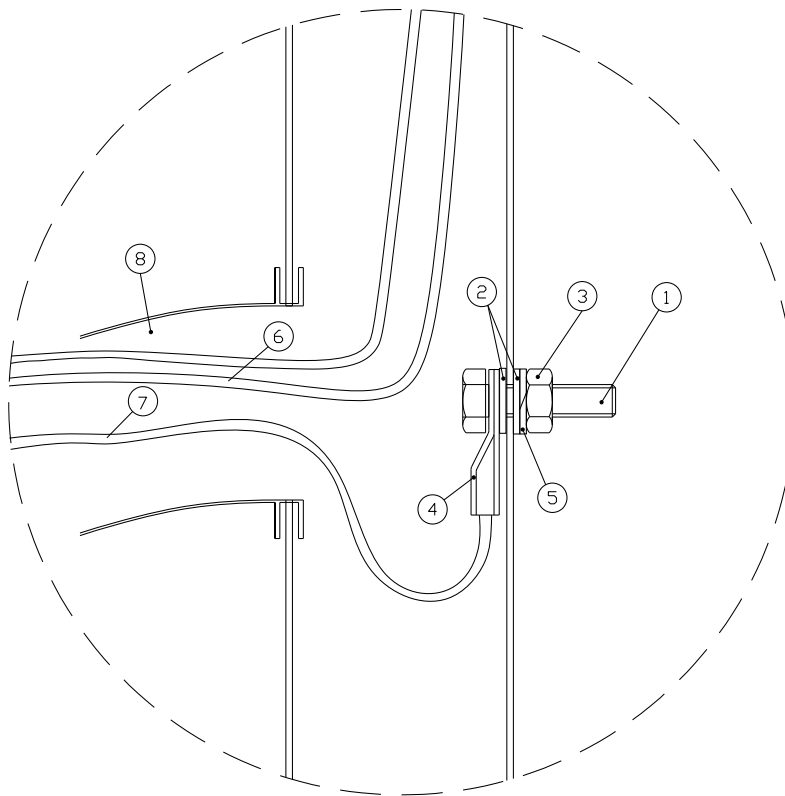


Notas:

1 – Cotas em mm.

2 - Para os PPF em PRFV, os condutores de proteção se iniciam no parafuso de aterramento de cada caixa de medição e os condutores neutro são aterrados apenas nestes mesmos parafusos. Também, deve-se utilizar haste de aterramento.

Figura 9 – Alternativa de aterramento para saída subterrânea

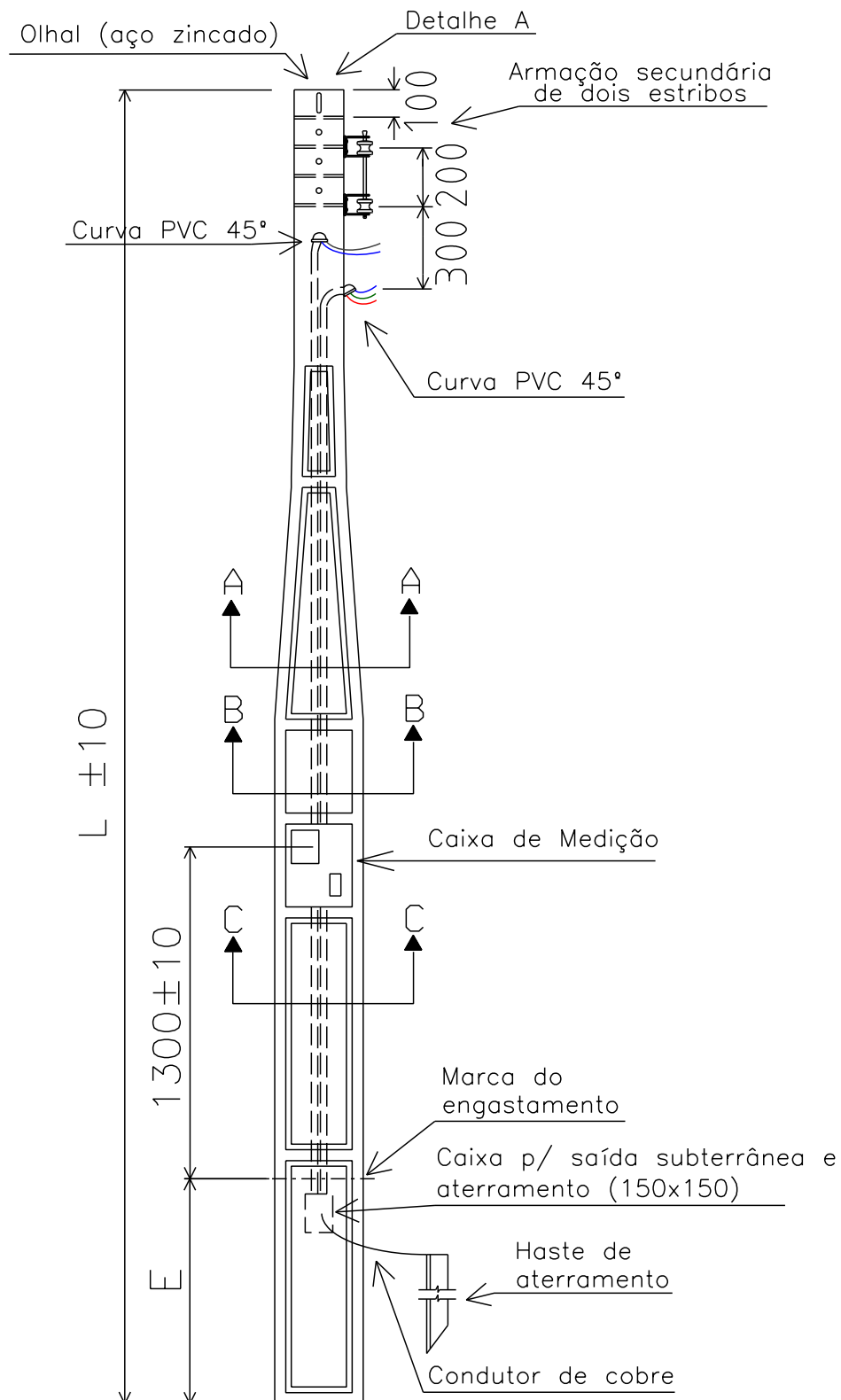


1. PARAFUSO SEXTAVADO M10X40mm
2. ARRUELA LISA M10
3. PORCA SEXTAVADA M10
4. TERMINAL OLHAL
5. ARRUELA DE PRESSÃO
6. CONDUTORES FASE E NEUTRO
7. CONDUTOR DE PROTEÇÃO
8. CABEÇOTE DE BORRACHA

Notas:

1 – Aplicável apenas para os PPF com poste de aço.

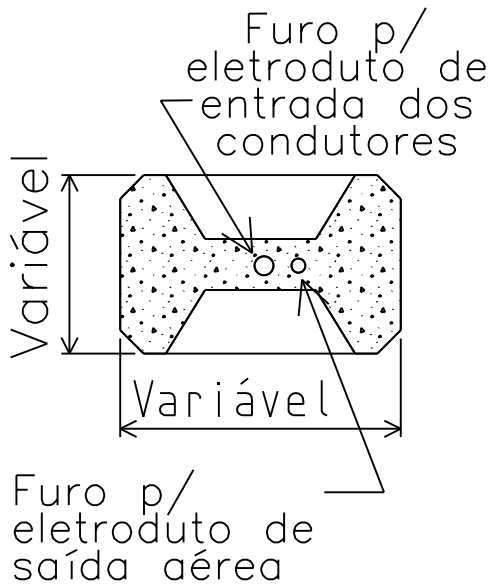
Figura 10 – Padrão Pré-Fabricado em concreto para 1 consumidor monofásico



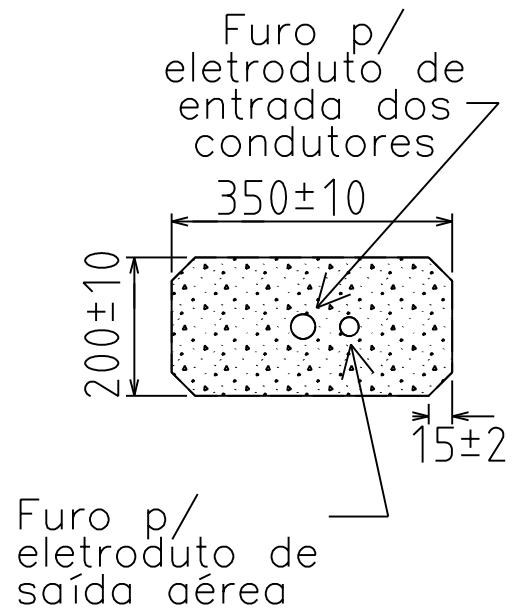
Notas:

1 – Cotas em mm.

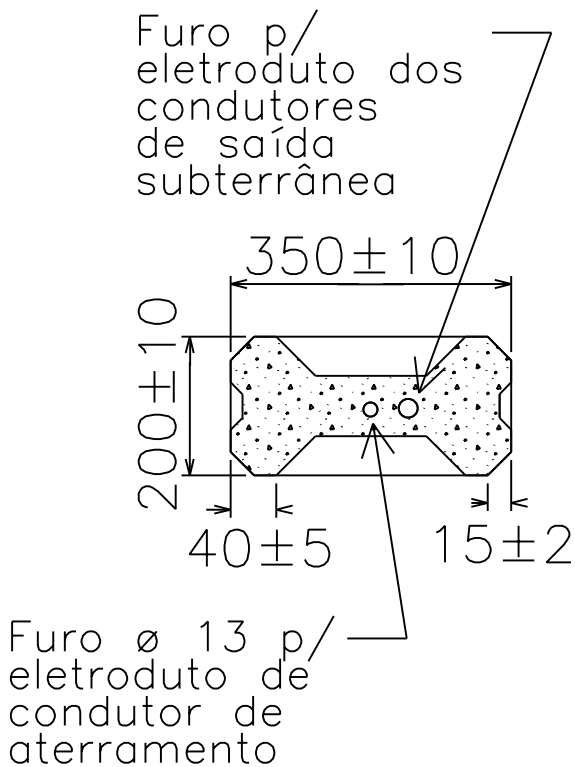
Figura 11 – Padrão Pré-Fabricado em concreto para 1 consumidor monofásico



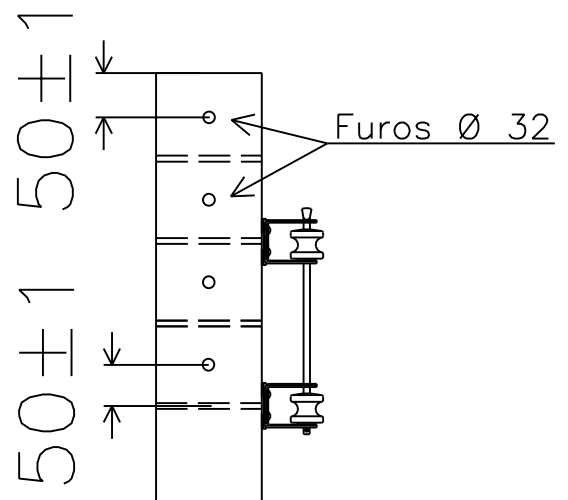
Corte AA



Corte BB



Corte CC

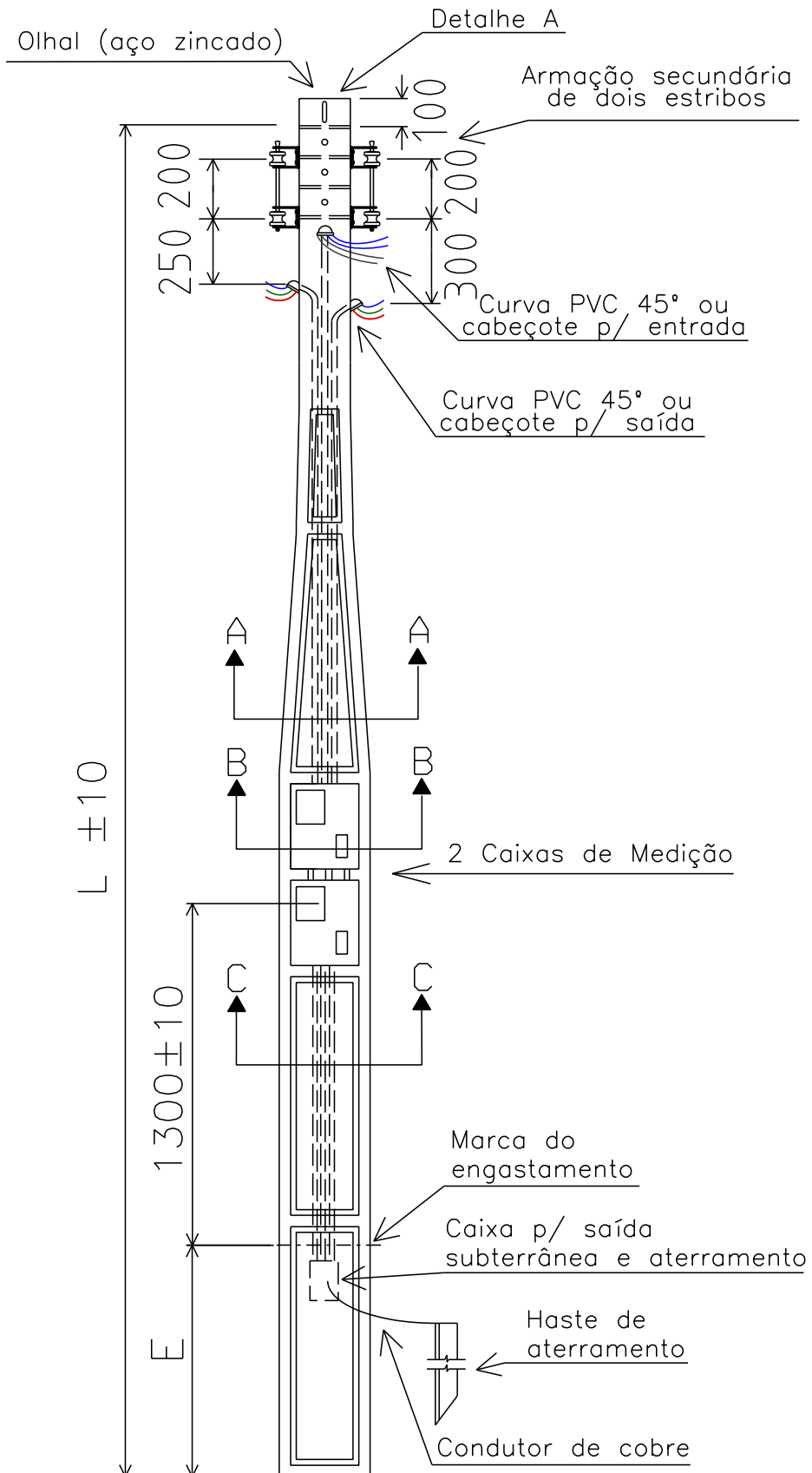


Detalhe A

Notas:

1 – Cotas em mm.

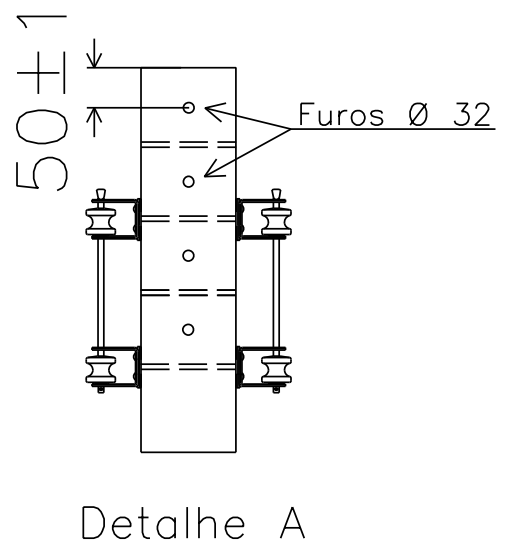
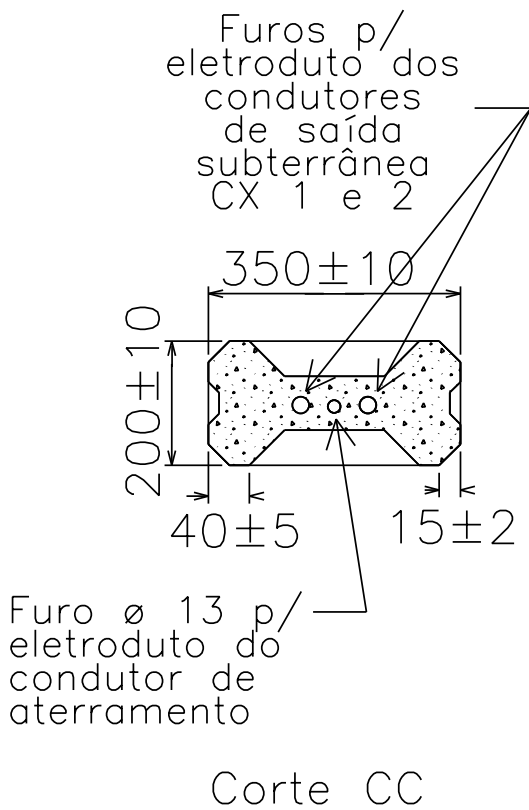
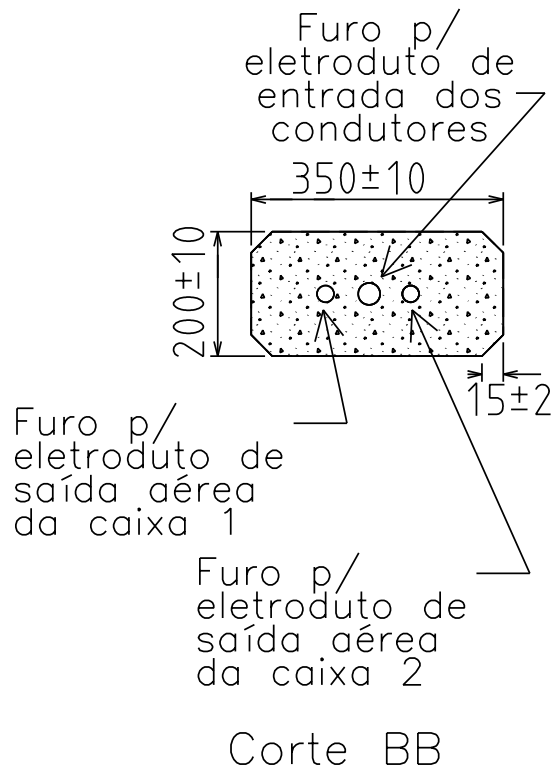
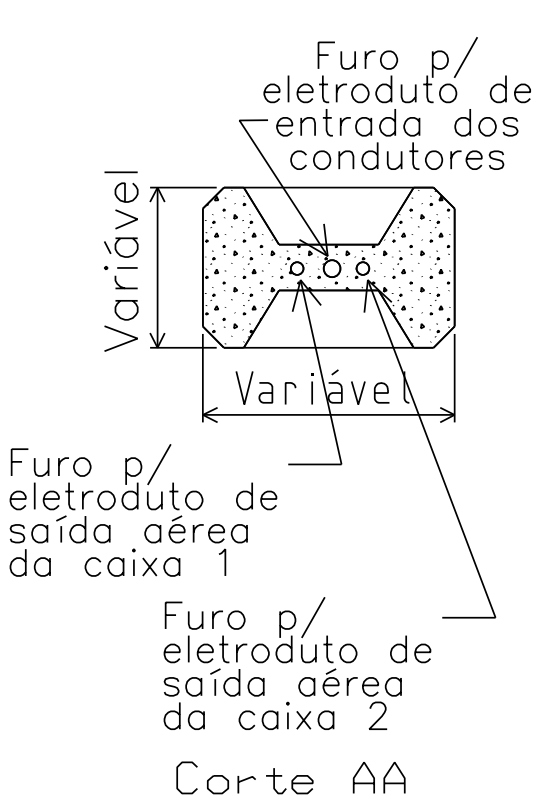
Figura 12 – Padrão Pré-Fabricado em concreto para 2 consumidores monofásicos



Notas:

1 – Cotas em mm.

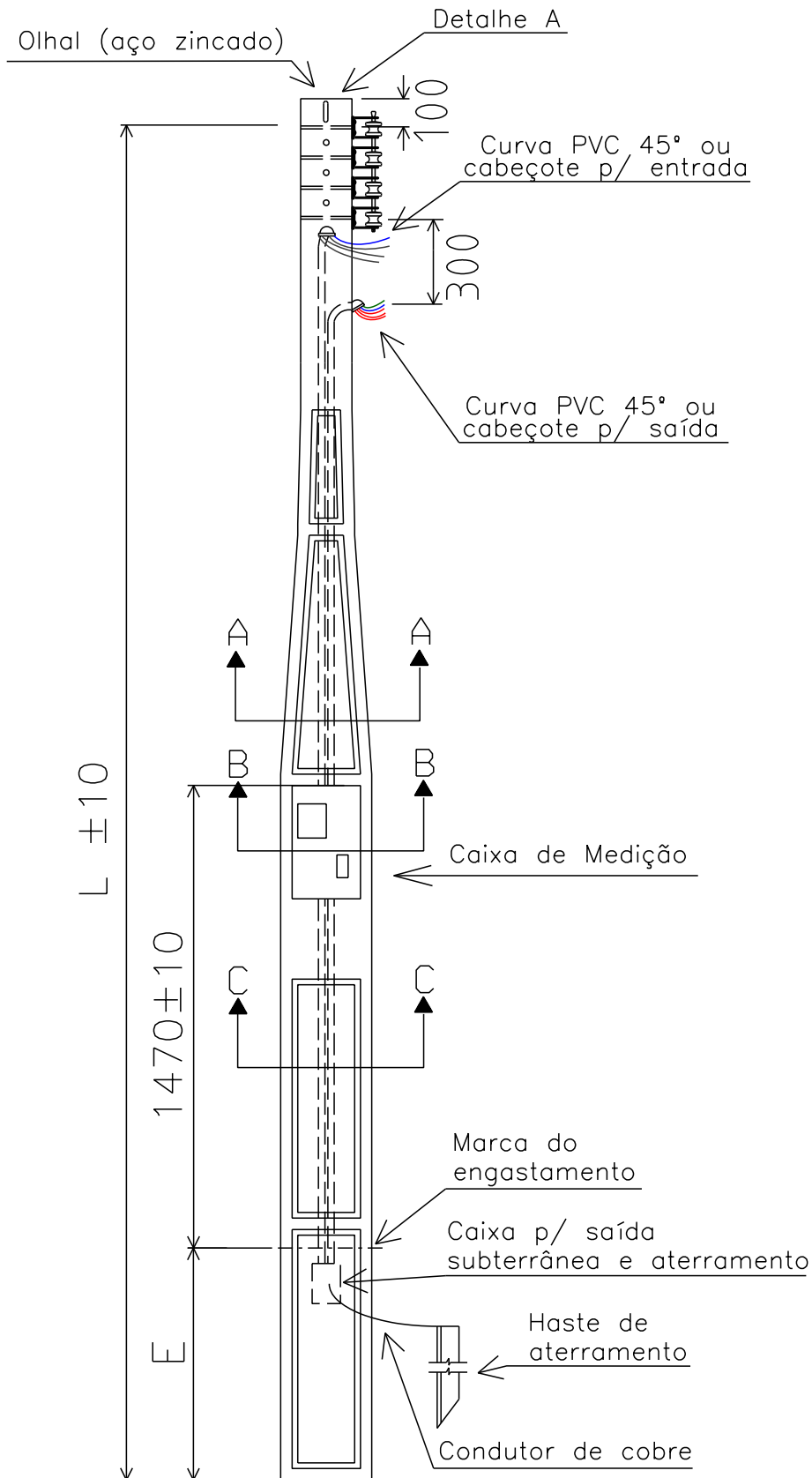
Figura 13 – Padrão Pré-Fabricado em concreto para 2 consumidores monofásicos



Notas:

1 – Cotas em mm.

Figura 14 – Padrão Pré-Fabricado em concreto para consumidor polifásico

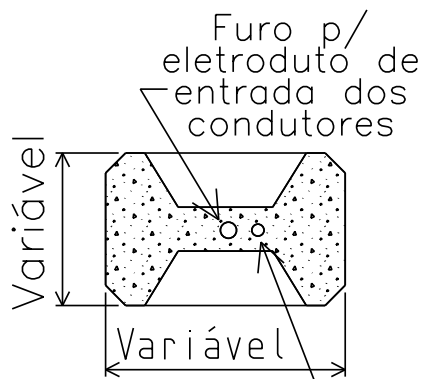


Notas:

1 – Cotas em mm.

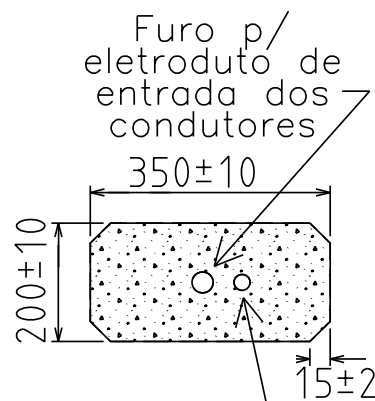
2 – Para o PPF bifásico deve-se considerar uma armação secundária com três isoladores e a remoção de um condutor fase no ramal de entrada e um condutor fase no ramal de saída.

Figura 15 – Padrão Pré-Fabricado em concreto para consumidor polifásico



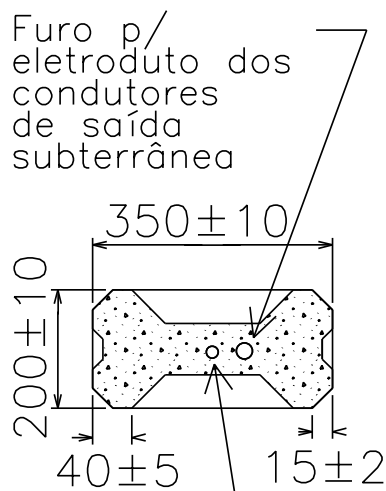
Furo p/
eletroduto de
saída aérea

Corte AA



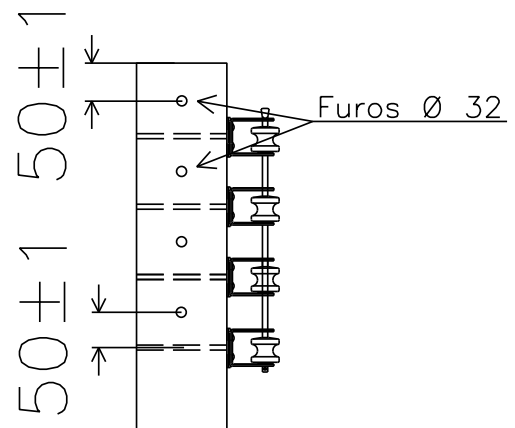
Furo p/
eletroduto de
saída aérea

Corte BB



Furo p/
eletroduto dos
condutores
de saída
subterrânea

Corte CC

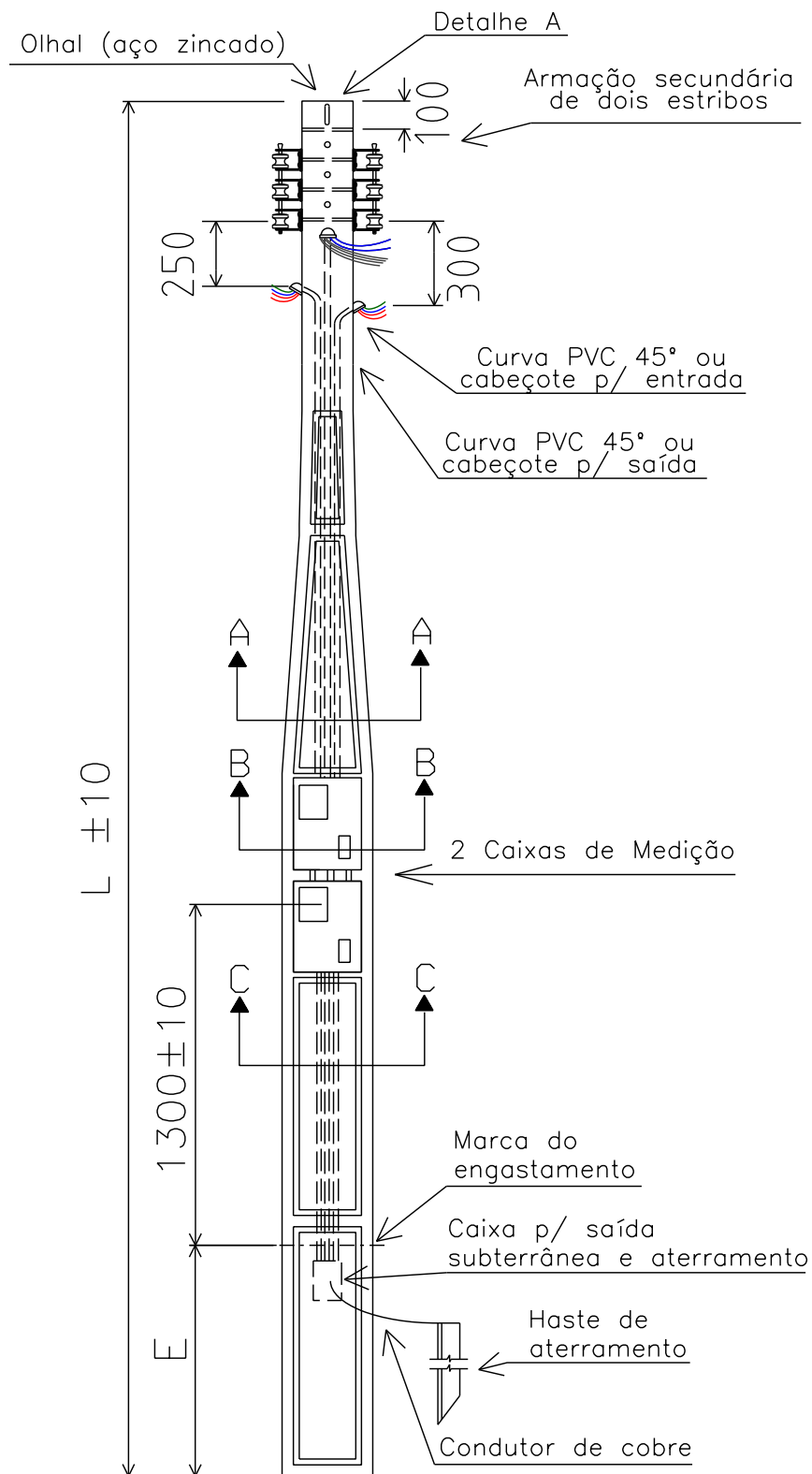


Detalhe A

Notas:

1 – Cotas em mm.

Figura 16 - Padrão Pré-Fabricado em concreto para dois consumidores polifásicos

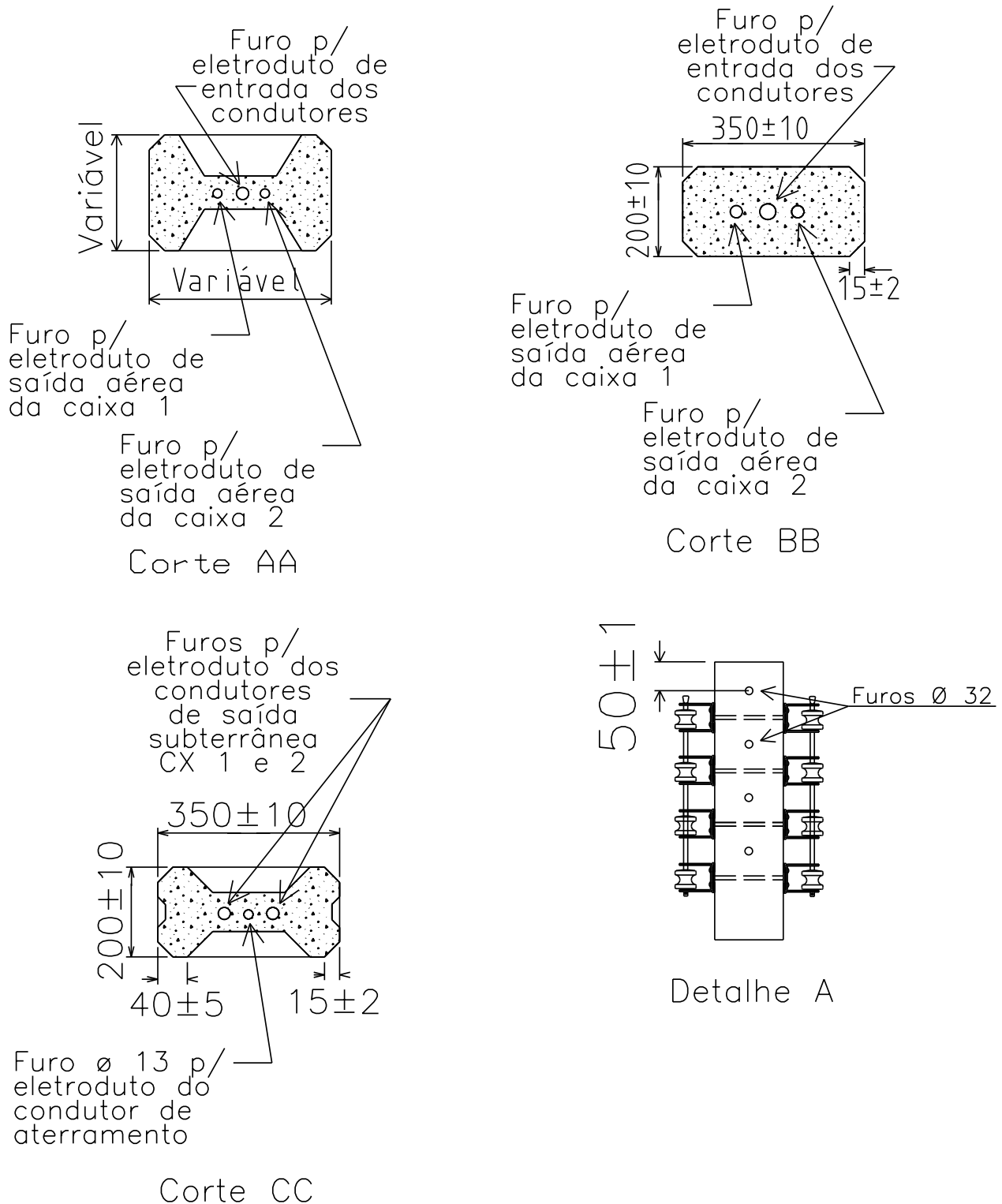


Notas:

1 – Cotas em mm.

2 – Para o PPF trifásico deve-se considerar uma armação secundária com quatro isoladores e a adição de um condutor fase no ramal de entrada e um condutor fase no ramal de saída.

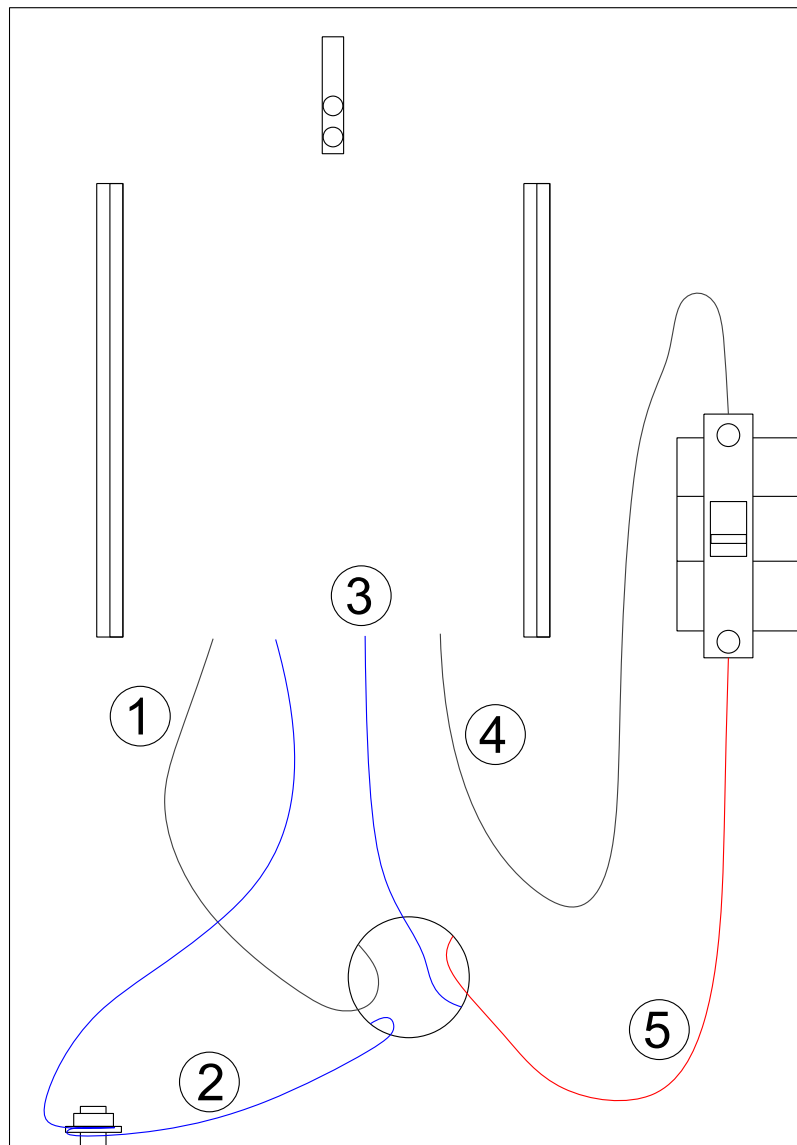
Figura 17 - Padrão Pré-Fabricado em concreto para dois consumidores polifásicos



Notas:

1 - Cotas em mm.

Figura 18 – Sobras de condutores no interior da caixa de medição e proteção



Legenda:

1. Condutor fase do ramal de entrada;
2. Condutor neutro do ramal de entrada;
3. Condutor neutro do ramal de saída;
4. Condutor fase que conecta o medidor ao disjuntor;
5. Condutor fase do ramal de saída.

Notas:

- 1 – Os condutores 4 e 5 devem ser conectados nos bornes do disjuntor em fábrica.
- 2 – Considerar a adição de condutores fase nos PPF polifásicos.
- 3 – Considerar a adição do condutor de proteção para os casos em que o mesmo é aplicável no interior da caixa de proteção e medição.
- 4 – Dependendo da forma de aterramento, o condutor de aterramento pode iniciar no parafuso de aterramento da caixa de medição.

12 CONTROLE DE REVISÃO

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO DAS ALTERAÇÕES
b	01/12/2023	Principais alterações: 1. Inclusão do PPF com PRFV (características e ensaios) 2. Aumento do comprimento do poste de aço de 4,5 m para 5 m.
a	11/2018	-