

SISTEMA DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO

SUBSISTEMA NORMAS E ESTUDOS DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO

CÓDIGO	TÍTULO	FOLHA
E-313.0074	ISOLADORES COM PERFIL PROTEGIDO PARA REDES AÉREAS DE DISTRIBUIÇÃO EM ÁREAS POLUÍDAS	1/17

1. FINALIDADE

Padronizar as dimensões e estabelecer as condições gerais e específicas dos isoladores com perfil protegido “Híbrido”, para montagem em cruzetas, a serem utilizados nas Redes Aéreas de Distribuição até 34,5kV da Celesc Distribuição S.A. – Celesc D.

2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

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

Os isoladores aqui especificados são para uso em rede de distribuição aplicadas em áreas sujeitas à alta poluição salina ou industrial.

3. ASPECTOS LEGAIS

Conforme as normas NBR 5032, NBR 15232.

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

4. CONCEITOS BÁSICOS

Conforme ABNT NBR 5472 e IEC 60815-1.



4.1. Distância de Escoamento Aparente

É a distância ao longo da superfície do isolador que está sujeita à contaminação direta dos agentes poluentes.

4.2. Distância de Escoamento Protegida

É a distância ao longo da superfície que não está sujeita à contaminação direta dos agentes poluentes, havendo uma barreira protetora para dificultar a deposição dos poluentes.

5. DISPOSIÇÕES GERAIS

Apenas podem fornecer à Celesc Distribuição S.A. fabricantes que possuam o Certificado de Homologação de Produto – CHP emitidos conforme a E-313.0045 – Certificação de Homologação de Produtos.

5.1. Condições de Fornecimento

5.1.1. Condições Normais de Serviço

Os isoladores devem ser projetados para trabalhar sob as seguintes condições normais de serviço:

- a) altitude não superior a 1.500 m acima do nível do mar;
- b) temperatura média do ar ambiente, num período de 24 horas, não superior a +35°C;
- c) temperatura mínima do ar ambiente igual a -10° C e máxima de +45°C;
- d) umidade relativa do ar de até 100%;
- e) pressão do vento não superior a 700 Pa (70 daN/m²).

5.1.2. Identificação

- a) nome ou marca do fabricante;



- b) mês e ano de fabricação;
- c) NBI em kV;
- d) código de rastreabilidade ou fornecedor no Brasil, no caso de materiais importados.

5.1.3. Acondicionamento e Expedição

Os materiais devem ser acondicionados de acordo com o padrão de embalagens, conforme a Especificação E-141.0001 – Padrão de Embalagens, estando sujeitos à aprovação pelo inspetor.

O acondicionamento deve ser realizado de forma a não danificar as saias do isolador.

Cada embalagem dos isoladores deve ter 3 peças e deve ser adequada para transporte rodoviário, devendo garantir um transporte seguro em quaisquer condições e limitações que possam ser encontradas.

O acondicionamento final deve ser feito de modo que o peso e as dimensões sejam conservados dentro de limites razoáveis, a fim de facilitar o manuseio, o armazenamento e o transporte.

Os volumes devem conter, afixados de forma legível e indelével, no mínimo:

- a) nome ou marca do fabricante;
- b) identificação completa do conteúdo, com quantidade;
- c) massa (bruta e líquida);
- d) indicação do comprador (Celesc D);
- e) número e item do pedido de compra;
- f) número da Nota Fiscal.



A aprovação do acondicionamento pelo inspetor não eximirá o Contratado de entregar o equipamento em perfeitas condições de operação, nem invalidará nenhuma reclamação feita pela Celesc D, com base em equipamento recebido com defeito ou deficiências. O custo mencionado na proposta deve incluir os de acondicionamento e transporte.

5.2. Condições de Utilização

Os isoladores com perfil protegido, objeto desta padronização, são próprios para utilização em cruzetas de madeira, concreto, aço ou poliméricas, conforme previsto nas Normas de Montagem de Redes de Distribuição, e devem ser próprios para a instalação de materiais pré-formados ou fios de cobre recozido utilizados para amarração dos cabos no isolador.

Os berços do pescoço do isolador e de seu topo devem ser capazes de acomodar cabos com bitola até 336,4 MCM de alumínio e 120 mm² de cobre.

O isolador com perfil protegido é próprio para aplicação em área de poluição alta e extra-alta, conforme definido na IEC 60815-1, normalmente aplicado em áreas costeiras, devido à poluição salina, e em áreas próximas a indústrias que emitem resíduos sólidos no ar.

Deve ser montado na posição vertical.

5.3. Acabamento

5.3.1. Corpo Isolante

A porcelana do núcleo deve ter cobertura com camada de esmalte liso brilhante, vitrificado de cor cinza claro, impermeável, livre de rachas, bolhas ou inclusões de materiais estranhos ou outros defeitos.

O material polimérico deve ser homogêneo, isento de rebarbas, lascas, furos, trincas, dobras, inclusões de materiais estranhos, bolhas e outros defeitos que possam prejudicar o desempenho do isolador em serviço.

5.3.2. Base

Deve ter superfície contínua e uniforme, evitando-se saliências pontiagudas e arestas cortantes ou outras imperfeições.



5.4. Material

O invólucro polimérico deve estar aderido ao núcleo, sem apresentar bolhas ou falta de aderência. O não atendimento deste requisito gera reprovação do lote.

5.4.1. Núcleo

A porcelana deve ser própria para uso elétrico e deve ser produzida pelo processo plástico. Deve ser impermeável, livre de rachas, bolhas ou inclusões de materiais estranhos e não pode ser porosa. Deve ser recoberta com camada de esmalte liso vitrificado. A porcelana pode ser quartzolítica ou aluminosa.

O núcleo de compósito polimérico deve ser de resina epóxi, reforçada com fibra de vidro. Não pode apresentar bolhas internas e rachaduras devido ao seu corte ou crimpagem da base metálica. O núcleo polimérico deve ser completamente revestido pelo invólucro de polímero.

5.4.2. Invólucro Polimérico

O material polimérico deve ser adequado ao uso em área de poluição extra-alta, resistente a UV e intempéries. O revestimento deve ser homogêneo, impermeável e resistente aos fenômenos de trilhamento, arborescência, erosão, fissuras, rachaduras e esfarelamento.

O revestimento polimérico dos isoladores deve ser constituído de compostos de borracha de silicone HTV, na cor cinza, ou outro polímero de qualidade igual ou superior. Não serão aceitos, sob hipótese alguma, isoladores com revestimento de borracha de EPDM e/ou EPDM misturada com óleo de silicone.

O material polimérico da superfície externa deve ter resistência ao trilhamento elétrico de classe 2A – 3,50 kV ou superior, conforme NBR 10296.

5.4.3. Base Metálica

A base deve ser de ferro fundido maleável ou nodular ou aço inoxidável forjado.

A base, quando em ferro fundido, deve ser totalmente revestida com zinco pelo processo de imersão a quente, conforme NBR 6323. A espessura mínima do revestimento deve ser de 100 µm e 120 µm na média das amostras e demais características conforme a E-313.0007.

A alteração da camada de zinco se faz necessária para áreas agressivas. Com essa espessura,



garante-se uma melhor proteção, sem comprometer o processo.

5.4.4. Cabeça e Pescoço

Para os isoladores com núcleo de compósito polimérico, a cabeça e o pescoço devem ser de porcelana esmaltada própria para o uso elétrico.

5.5. Características Técnicas

As características geométricas e dimensionais devem estar de acordo com o Anexo 7.1.

Para melhor desempenho, os isoladores híbridos, para utilização em áreas poluídas, não serão aceitos com perfil aberto.

5.5.1. Características Mecânicas

5.5.1.1. Resistência Mecânica à Flexão

Os isoladores com perfil protegido devem suportar os valores especificados no Anexo 7.1. sem sofrer deformação permanente ou ruptura.

5.5.1.2. Resistência Mecânica ao Torque de Aperto

Fixar o isolador num apoio, aplicando torque de $8,0 \text{ daN} \times m$ no parafuso de cabeça quadrada. Não deve ser observada deformação permanente ou ruptura do parafuso, da parte roscada da base, da arruela quadrada e do apoio do pino.

5.5.2. Características Elétricas

Os isoladores com perfil protegido devem atender os valores especificados no Anexo 7.1.

5.5.3. Distância de Escoamento

Os isoladores devem atender a distância de escoamento especificado no Anexo 7.1, sendo que para melhoria de desempenho nas áreas poluídas, com redução da corrente de fuga e dos custos com manutenção, pelo menos 50% da distância de escoamento especificada para o isolador deve ser protegida.



5.6. Ensaio e Inspeção

Os ensaios e métodos de ensaios, amostragem e critérios de aceitação ou rejeição devem estar de acordo com as respectivas normas e/ou documentos complementares citados no item 3.

5.6.1. Ensaio de Tipo

- a) inspeção geral;
- b) verificação dimensional;
- c) ensaio de ruptura mecânica à flexão, conforme a NBR 5032;
- d) ensaio de choque térmico em três isoladores, conforme ANSI C29.7;
- e) ensaio de zincagem da base, atendendo o inciso 5.4.3.;
- f) ensaio de porosidade da porcelana, conforme NBR 5032;
- g) ensaio de tensão disruptiva em frequência industrial a seco, conforme NBR 5032;
- h) ensaio de tensão suportável nominal em frequência industrial sob chuva, NBR 5032;
- i) ensaio de tensão suportável nominal de impulso atmosférico a seco, NBR 5032;
- j) ensaio de radiointerferência, conforme NBR 5032;
- k) ensaio de torque de aperto da rosca da base, conforme subinciso 5.5.1.2.;
- l) ensaio de poluição artificial (áreas de poluição extra-alta), conforme NBR 10621;
- m) ensaio de resistência ao trilhamento elétrico do material das saias, suportando 3,5 kV, conforme NBR 10296, método 2 e critério A;
- n) ensaio de resistência ao intemperismo artificial, conforme ASTM G155, 2000 horas, Método A.



Ensaio de aderência do invólucro polimérico à base.

5.6.2. Ensaio de Recebimento

Devem ser realizados os ensaios de recebimento listados na Tabela 1.

Tabela 1 – Ensaio de recebimento

Ensaio Aplicável	Amostragem	Normas para o Ensaio
		Isolador Híbrido
Inspeção Visual	Ver nota 1	NBR 5032
Verificação Dimensional	E2	NBR 5032
Ciclo Térmico	E1+E2	NBR 5032
Ruptura Mecânica – Flexão	E1	NBR 5032
Verificação da aderência	E1	Ver nota 2
Porosidade	E1	NBR 5032
Zincagem	E2	NBR 5032

Nota:

1 – A amostragem do ensaio de inspeção visual deve ser realizada conforme Tabela 3.

2 – O inspetor deve verificar as interfaces da porcelana com o polímero, aplicando uma força de arrancamento do polímero de forma manual. O composto polimérico deve estar bem aderido ao núcleo, sem haver pontos em que descole do núcleo. Para o isolado com o núcleo de compósito polimérico, o ensaio de aderência deve ser realizado conforme a E-313.0046.



5.6.3. Amostragem

Devem ser usadas duas amostragens para os ensaios de recebimento, designadas como E1 e E2. O tamanho dessas amostragens está apresentado na Tabela 2. Se o lote a ser fornecido for constituído por mais de 10.000 isoladores, essa quantidade deve ser dividida em número ótimo de lotes, cada um deles contendo entre 2.000 e 10.000 isoladores. Os resultados dos ensaios devem ser avaliados separadamente para cada lote.

O ensaio de inspeção visual realizado por ocasião do recebimento dos isoladores deve atender as condições de amostragem e critérios de aceitação e rejeição definidos na Tabela 3, elaborada com base na NBR 5426, considerando-se amostragem dupla, nível de inspeção I e nível de qualidade aceitável (NQA) de 2,5%.

Tabela 2 – Amostragem para os ensaios de recebimento (exceto inspeção visual)

Tamanho do lote (N)	Tamanho da amostra	
	E1	E2
$N \leq 2\ 000$	4	3
$2\ 000 < N \leq 5\ 000$	8	4
$5\ 000 < N \leq 10\ 000$	12	6

As amostras a serem ensaiadas devem ser escolhidas aleatoriamente do lote pelo inspetor da Celesc D. Cada ensaio de recebimento deve ser realizado com a quantidade de amostras indicada na Tabela 1.

Os isoladores que tenham sido submetidos a ensaios de recebimento que possam ter afetado suas características elétricas e/ou mecânicas não devem ser utilizados em serviço.

Tabela 3 – Amostragem para o ensaio de inspeção visual

Tamanho do lote	Amostra		Ac	Re
	Sequência	Tamanho		
Até 150	-	5	0	1
151 a 500	1ª	13	0	2
	2ª	13	1	2
501 a 1 200	1ª	20	0	3
	2ª	20	3	4
1.201 a 3.200	1ª	32	1	4
	2ª	32	4	5
3.201 a 10.000	1ª	50	2	5
	2ª	50	6	7

Notas:

- 1 - Ac é o número de isoladores defeituosos que ainda permite aceitar o lote e Re é o número de isoladores defeituosos que implica a rejeição do lote.
- 2 - Procedimento para amostragem dupla: ensaiar, inicialmente, um número de unidades igual ao da primeira amostra obtida na tabela. Se o número de unidades defeituosas encontrado estiver compreendido entre Ac e Re (excluídos esses valores), deve ser ensaiada a segunda amostra. O total de unidades encontradas, após ensaiadas as duas amostras, deve ser igual ou inferior ao maior valor de Ac especificado, para permitir a aceitação do lote.

5.6.4. Inspeção

A inspeção deve ser realizada nas instalações do fabricante ou no laboratório da Celesc D, na presença de seu inspetor. Caso o fabricante não esteja devidamente equipado para a realização de algum ensaio, este deve ser feito em laboratório de reconhecida idoneidade, de comum acordo entre as partes, sem ônus para a Celesc D.

O fabricante deve proporcionar ao inspetor todos os meios, a fim de lhe permitir verificar se o material está sendo fornecido de acordo com esta Especificação. Em qualquer fase da fabricação, o inspetor deve ter acesso durante as horas de serviço a todas as instalações da fábrica onde o material esteja sendo processado.

A aceitação do equipamento pela Celesc D, ou seu representante, com base nos ensaios ou relatórios que os substituam, não eximirá o Contratado de sua responsabilidade em fornecer o equipamento em plena concordância com a Autorização de Fornecimento ou Contrato e com



esta Especificação, nem invalidará ou comprometerá qualquer reclamação que a Celesc D ou seu representante venha a fazer, baseada na existência do equipamento inadequado ou defeituoso.

A rejeição do equipamento, em virtude de falhas constatadas por meio de inspeção e ensaio, ou de discordância com o Pedido de Compra, Contrato ou com estas Especificações não eximirá o Contratado de sua responsabilidade em fornecer o equipamento na data de entrega prometida. Se, na opinião da Celesc D, a rejeição tornar impraticável a entrega, pelo Contratado, na data prometida, ou se tudo indicar que o Contratado será incapaz de satisfazer os requisitos exigidos, a Celesc D reserva-se o direito de rescindir todas as suas obrigações e adquirir o equipamento em outra fonte, sendo o Contratado considerado infrator do Contrato e sujeito às penalidades aplicáveis ao caso.

5.6.4.1. Relatório de Ensaio

O fabricante deve fornecer ao inspetor da Celesc D relatório dos ensaios efetuados, contendo:

- a) nome ou marca comercial do fabricante;
- b) número da ordem de compra ou de fornecimento;
- c) descrição dos ensaios;
- d) indicação de normas técnicas, instrumentos e circuitos de medição;
- e) tamanho do lote, número e identificação das unidades ensaiadas;
- f) nome do laboratório onde os ensaios foram realizados;
- g) data do início e fim dos ensaios;
- h) nome e assinatura do inspetor e do responsável.



6. DISPOSIÇÕES FINAIS

Outros padrões construtivos de isoladores com perfil protegido podem ser aceitos, desde que atendam os requisitos eletromecânicos e sejam previamente homologados na Celesc D. Neste caso, pode ser solicitada a realização de ensaios adicionais aos listados nesta Especificação.

6.1. Garantia

O fabricante ou contratado deve garantir a qualidade e robustez de todos os materiais usados, de acordo com os requisitos desta Especificação durante 5 (cinco) anos a contar a partir da data de recebimento e a reposição, livre de despesas, de qualquer isolador considerado defeituoso devido a eventuais deficiências de projeto, matéria-prima ou fabricação.

6.2. Referências

Para melhor entendimento desta Especificação e dos ensaios nesta solicitados, pode ser necessário consultar:

E-141.0001 – Padrão de Embalagens.

E-313.0007 – Ferragens e Acessórios Metálicos de Distribuição.

E-313.0045 – Certificação de Homologação de Produto.

E-313.0046 – Isoladores de ancoragem poliméricos para redes de distribuição.

ABNT NBR 5032 – Isoladores para linhas aéreas com tensões acima de 1000 V – Isoladores de porcelana ou vidro para sistemas de corrente alternada – Definições, métodos de ensaio e critérios de aprovação.

ABNT NBR 5049 – Isoladores de porcelana ou vidro para linhas aéreas e subestações de alta tensão – Método de ensaio.

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

ABNT NBR 5456 – Eletricidade geral – Terminologia.

PADRONIZAÇÃO

SEGC

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 192/2020 – 05/10/2020

ELABORAÇÃO

DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi
Gerente da DVEN

VISTO

DPEP

Engº André Leonardo König
Gerente do DPEP



ABNT NBR 5472 – Isoladores e buchas para eletrotécnica – Terminologia.

ABNT NBR 6323 – Produtos de aço ou ferro fundido – Revestimento de zinco por imersão a quente – Especificação.

ABNT NBR 7875 – Instrumentos de medição de radiointerferência na faixa de 0,15 a 30 MHz (padrão CISPR) – Padronização.

ABNT NBR 7876 – Linhas e equipamentos de alta tensão - Medição de radiointerferência na faixa de 0,15 a 30 MHz - Método de Ensaio.

ABNT NBR 8158 – Ferragens Eletrotécnicas para Redes Urbanas e Rurais de Distribuição de Energia Elétrica.

ABNT NBR 10296 – Material Isolante Elétrico – Avaliação de sua Resistência ao Trilhamento Elétrico e Erosão sob Severas Condições Ambientais – Método de Ensaio.

ABNT NBR 10621 – Isoladores – Ensaio sob poluição artificial – Método de ensaio.

ABNT NBR 15232 – Isolador-pilar composto para linhas aéreas de corrente alternada, com tensões acima de 1000V.

ABNT NBR 15121 – Isolador para alta tensão – Ensaio de medição da radiointerferência.

IEC 60815 – Guide for selection of insulators under polluted conditions.

ABNT NBR IEC 60060-1 – Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão.

ABNT IEC/TS 60815-1 – Seleção e dimensionamento de isoladores para alta-tensão para uso sob condições de poluição Parte 1: Definições, informações e princípios gerais.

ABNT IEC/TS 60815-3 – Seleção e dimensionamento de isoladores para alta-tensão para uso sob condições de poluição Parte 3: Isoladores poliméricos para sistemas de corrente alternada.

ANSI/NEMA C29.7 – Wet-Process Porcelain Insulators – High-Voltage Line-Post Type.

NSI/NEMA C29.11 – Composite Insulators – Test Methods.

PADRONIZAÇÃO

SEGC

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 192/2020 – 05/10/2020

ELABORAÇÃO

DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi
Gerente da DVEN

VISTO

DPEP

Engº André Leonardo König
Gerente do DPEP



IEC SC 36B – Insulators of overhead lines.

IEC 60707 – Methods of test for determination of the flammability of solid electrical insulating materials when exposed to an ignition source.

IEC 61952 – Insulators for overhead lines – Composite line post insulators for alternative current with a nominal voltage greater than 1 kV.

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

ASTM-D-2240 – Test Method Rubber Property – Durometer Hardness.

ISO 3452:1984 – Non-destructive testing – Penetrant inspection – General principles.

7. ANEXOS

7.1. Requisitos – Isolador Híbrido

7.2. Controle de Revisões e Alterações

7.3. Histórico da Revisões

PADRONIZAÇÃO

SEGC

APROVAÇÃO

RES. DDI N° 192/2020 – 05/10/2020

ELABORAÇÃO

DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi
Gerente da DVEN

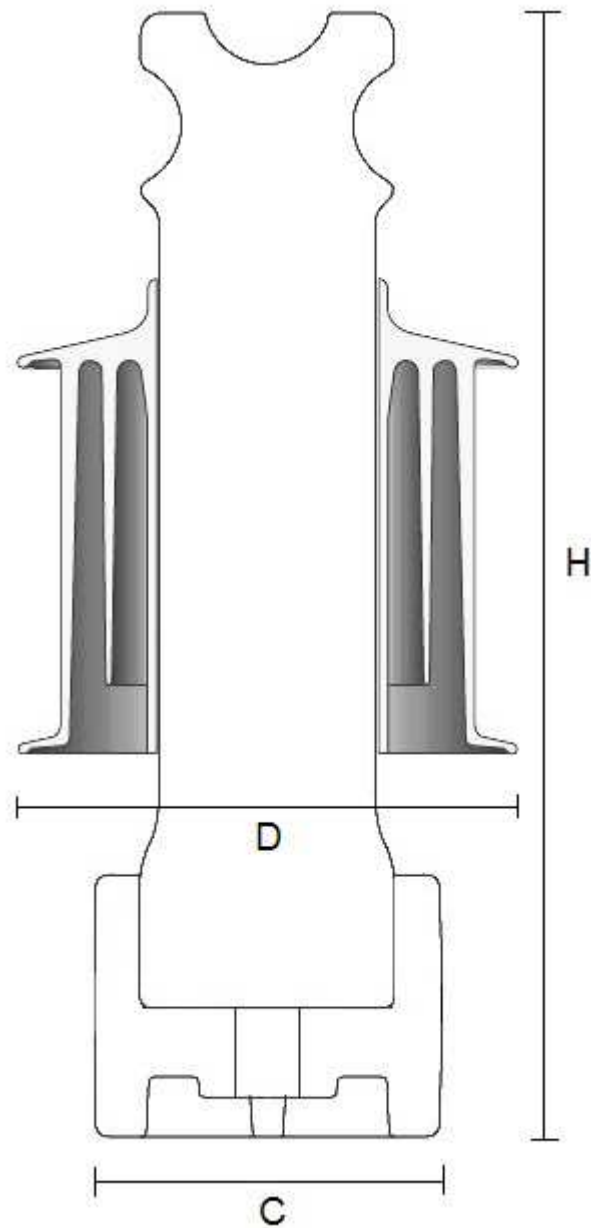
VISTO

DPEP

Engº André Leonardo König
Gerente do DPEP



7.1. Requisitos – Isolador



Tensão Nominal (kV)	Tensão Suportável Nominal de Impulso Atmosférico a Seco (kV)	Tensão suportável em frequência industrial, sob chuva – 1 minuto (kV)	Distância de Escoamento Mínima (mm)	Carga Mínima de Ruptura à Flexão (kN)	Dimensões (mm)			Rosca da Base	Código Celesc D
					Altura Max H	Largura Max D	Largura da base C ±10		
13,8 e 23,1	150	50	530	8	330	160	90	M20 x 2,5	5064
34,5kV	170	70	640	8	380	170	90	M20 x 2,5	21076

Nota: desenho orientativo.

PADRONIZAÇÃO

SEGC

APROVAÇÃO

RES. DDI N° 192/2020 – 05/10/2020

ELABORAÇÃO

DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi
Gerente da DVEN

VISTO

DPEP

Engº André Leonardo König
Gerente do DPEP



7.2. Controle de Revisões e Alterações

REVISÃO	RESOLUÇÃO – DATA	ELABORAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO
Emissão	RES DDI nº 100/2012 – 20/04/2012	APD	GMTK	PNA
1	RES DDI XXX/2020 – xx.xx.xxxx	APD	GMTK	ALK

PADRONIZAÇÃO

SEGC

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 192/2020 – 05/10/2020

ELABORAÇÃO

DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi
Gerente da DVEN

VISTO

DPEP

Engº André Leonardo König
Gerente do DPEP



7.3. Histórico da Revisão

REVISÃO	DATA	HISTÓRICO DAS ALTERAÇÕES	RESPONSÁVEL
1ª	Setembro de 2020	Geral – revisão na íntegra de texto e de tópicos para atender o padrão atual de especificação.	APD / GMTK / ALK

PADRONIZAÇÃO

SEGC

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 192/2020 – 05/10/2020

ELABORAÇÃO

DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi
Gerente da DVEN

VISTO

DPEP

Engº André Leonardo König
Gerente do DPEP