



ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA COCEL - CABO DE ALUMÍNIO ISOLADO 12/ 20 kV

Número: ET.COCEL.208-00

Data Emissão: 18/03/2024

Data Revisão: 18/03/2024

Folha: 1 de 9

1. DOCUMENTOS RELACIONADOS

Na aplicação deste descritivo é necessário consultar:

- NBR 5456: Eletricidade geral – Terminologia;
- NBR 5471: Condutores elétricos;
- NBR NM 280: Condutores de cabos isolados (IEC 60228, MOD);
- NBR 5118: Fios de alumínio 1350 nus, de seção circular, para fins elétricos;
- NBR 6251: Cabos de potência com isolação extrudada para tensões de 1 a 35 kV - Requisitos construtivos;
- NBR 6524: Fios e cabos de cobre duro e meio duro com ou sem cobertura protetora para instalações aéreas;
- NBR 6810: Fios e cabos elétricos - Tração à ruptura em componentes metálicos;
- NBR 6813: Fios e cabos elétricos - Ensaio de resistência de isolamento.
- NBR 6814: Fios e cabos elétricos - Ensaio de resistência elétrica;
- NBR 6815: Fios e cabos elétricos - Ensaio de determinação da resistividade em componentes metálicos;
- NBR 6881: Fios e cabos elétricos de potência, controle e instrumentação - Ensaio de tensão elétrica;
- NBR 7286: Cabos de potência com isolação extrudada de borracha etilenopropileno (EPR, HEPR ou EPR 105) para tensões de 1 kV a 35 kV – Requisitos de desempenho;
- NBR 7287: Cabos de potência com isolação extrudada de polietileno reticulado (XLPE) para tensões de 1 kV a 35 kV – Requisitos de desempenho;
- NBR 7310: Armazenamento, transporte e utilização de bobinas com fios, cabos ou cordoalhas de aço;
- NBR 7312: Rolos de fios e cabos elétricos - Características dimensionais;
- NBR 10298: Cabos de liga alumínio-magnésio-silício, nus, para linhas aéreas – Especificação;
- NBR 11301: Cálculo da capacidade de condução de corrente de cabos isolados em regime permanente (fator de carga 100%) – Procedimento;
- NBR15443: Fios, cabos e condutores elétricos - Verificação dimensional e de massa;
- NBR 16132: Cabos de potência não halogenados, com baixa emissão de fumaça, isolados, com cobertura, para tensões de 3 kV a 35 kV – Requisitos de desempenho;
- NBR NM 244: Condutores e cabos isolados - Ensaio de centelhamento;
- NBR NM 280: Condutores de cabos isolados;
- *ASTM D 6097: Standard Test Method for Relative Resistance to Vented Water-Tree Growth in Solid Dielectric Insulating Materials.*

As normas acima citadas não excluem outras reconhecidas, desde que estas prescrevam qualidade igual ou superior em relação às acima mencionadas e que o proponente cite em sua resposta as normas aplicadas e que estas não sejam conflitantes com a presente especificação.

OBJETIVO

Estabelecer os requisitos mínimos exigidos para o fornecimento de cabo de alumínio isolado em borracha etilenopropileno (EPR, HEPR OU EPR 105), polietileno reticulado (XLPE), classe 12/20 kV a ser instalado na rede de distribuição subterrânea da Companhia Campolarguense de Energia – COCEL.

REQUISITOS GERAIS

2. REQUISITOS E DEFINIÇÕES

2.1. Âmbito de aplicação

Os materiais previstos nesta Especificação se aplicam às montagens das estruturas para redes de distribuição urbanas de distribuição subterrânea de energia elétrica.

Utilizados em estruturas de distribuição de energia elétrica de MT.

2.2. Identificação do cabo

A superfície externa do condutor deve ser marcada a intervalos regulares de até 50 cm, com as seguintes indicações mínimas:

- Nome do fornecedor;
- Tensão de isolamento (V0/V);
- Seção nominal do condutor (mm²);
- Número de condutores e seção nominal, em mm²;
- Identificação do material do condutor (alumínio), da isolação e da cobertura;
- Seção da blindagem metálica (mm²) e material (cobre);
- Ano de fabricação;
- Número da NBR do cabo;
- Marcação sequencial métrica.

2.3. Embalagem

O acondicionamento pode ser em carretel, conforme especificado na ordem de compra. Os carretéis de madeira devem atender aos requisitos da NBR 11137.

O fabricante deve garantir, durante o processo de fabricação, que os materiais acondicionados em carretéis apresentem uma média de comprimento no mínimo igual ao comprimento nominal declarado.

Os carretéis de madeira devem atender aos requisitos da NBR 11137.

O acondicionamento deve ser feito em carretéis, os mesmos devem ser de madeira resistente e isenta de defeitos, previamente aprovados pela COCEL e tais que:

- Permitam o enrolamento do cabo em um lance, sem que haja perda de espaço útil;
- Tenham comprimento mínimo de 500 metros e máximo de 800 metros;
- As pontas dos cabos devem ser firmemente amarradas.

Os cabos devem ser enrolados uniformemente no carretel, não sendo permitida remontagem.

Para a cobertura do carretel, devem ser usadas ripas de espessura mínima de 25 mm, pregadas firmemente na periferia das abas, de modo a fechar completamente o carretel. Como arremate, devem ser pregadas em cada uma das ripas de cobertura, na altura das abas, duas fitas de aço resistentes à corrosão, de largura mínima de 2,5 cm e espessura mínima de 0,5 mm. As extremidades destas fitas, nos pontos de encontro devem ser superpostas em um comprimento de pelo menos 20 cm.

2.4. Acabamento

A superfície dos fios componentes do condutor não deve apresentar fissuras, escamas, rebarbas, asperezas, estrias e inclusões. O cabo pronto não deve apresentar falhas de encordoamento. A camada do material isolante aplicada sobre o condutor deve ser contínua e homogênea ao longo de todo o comprimento do condutor.

As extremidades dos cabos devem ser seladas a fim de evitar a penetração de umidade durante o transporte e manuseio.

2.5. Características construtivas

2.5.1. Material - fio do condutor

Os fios de alumínio do condutor devem ser de diâmetro uniforme, isento de fissuras, escamas, rebarbas, asperezas, estrias, inclusões e outros defeitos que possam comprometer o desempenho do produto.

2.5.2. Material - isolação

A isolação deve ser na cor natural, homogênea, contínua e concêntrica, ficar perfeitamente sobreposta a blindagem do condutor, ser de fácil remoção e não aderente à mesma.

2.5.3. Material - blindagem semicondutora

As blindagens semicondutoras devem ser aplicadas pelo processo de tripla extrusão (em conjunto com a isolação), de modo a manter íntimo contato com as superfícies do condutor e da isolação, porém não aderentes e de fácil remoção pelo processo a frio.

A cura dos materiais (vulcanização) deverá ser feita pelo sistema denominado “dry curing”, isto é, o tubo de vulcanização é pressurizado com gás nitrogênio, seco e aquecido por resistências elétricas.

2.5.4. Material - blindagem metálica

A blindagem metálica deve ser eletricamente contínua, isenta de quaisquer imperfeições.

2.5.5. Bloqueio de umidade

O condutor e a blindagem devem ser totalmente bloqueados contra a penetração longitudinal da água, de modo a evitar a corrosão química ou eletroquímica do alumínio ou do cobre.

2.5.6. Material - cobertura

A cobertura deve ser na cor preta, homogênea, concêntrica, contínua e apresentar superfície lisa, isenta de trincas, porosidades e materiais estranhos ou contaminantes.

2.6. Condições específicas

2.6.1. Condutor (1 - Figura 1)

Os fios devem ser de alumínio 1350, condutividade correspondente de 61% IACS, a 20°C e resistência à tração de 105 a 150 Mpa.

O condutor deverá ser de seção circular compactado, com encordoamento classe 2 e atender a NBR 6251 e a NBR NM 280.

2.6.2. Isolação (3 - Figura 1)

O cabo deve ter camada isolante constituída por um polietileno reticulado com retardante à



ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA COCEL - CABO DE ALUMÍNIO ISOLADO 12/ 20 kV

Número: ET.COCEL.208-00

Data Emissão: 18/03/2024

Data Revisão: 18/03/2024

Folha: 4 de 9

arborescência (TR XLPE) ou composto termofixo extrudado de borracha etilenopropileno (EPR, HEPR ou EPR 105), conforme NBR 6251.

O composto TR XLPE pode ser classificado através do ensaio descrito na ASTM D 6097.

2.6.3. Blindagem semicondutora (2 e 4 - Figura 1)

Tanto o condutor quanto a isolação devem ser blindados por distintas camadas semicondutoras extrudadas, de material compatível com o material da isolação.

As blindagens semicondutoras do condutor e da isolação devem ter espessura nominal de 0,4 mm.

2.6.4. Blindagem metálica (5 - Figura 1)

Sobre a blindagem semicondutora da isolação deve ser aplicada, de forma helicoidal ou zigzague, uma camada concêntrica de fios de cobre. Deve ser revestida por fita poliéster ou fita separadora equivalente.

A blindagem metálica da isolação deve ser de fios de cobre nu com condutividade mínima de 96 % IACS, a 20 °C.

2.6.5. Cobertura (6 - Figura 1)

Deve ser constituída por composto extrudado termoplástico, na cor preta, adequado para temperatura de 90°C no condutor em regime permanente, a cobertura deve ser constituída por material termoplástico ST7.

2.6.6. Resistência à penetração de água

O cabo deve resistir à penetração de água e para isso deve ter o bloqueio do condutor e da blindagem metálica.

2.6.7. Bloqueio do condutor

O espaço entre os fios do condutor deverá ser preenchido com material quimicamente e termicamente compatível com os outros materiais.

2.6.8. Bloqueio da blindagem metálica

O espaço entre a blindagem semicondutora da isolação e a cobertura deverá ser preenchido com material adequado e compatível, química e termicamente, com os demais componentes do cabo. O fabricante deve garantir essa compatibilidade e informar a descrição do material utilizado. O material de bloqueio também não deve causar prejuízo elétrico, térmico ou mecânico às conexões de compressão ou de aperto normalmente utilizados em rede.

3. ENSAIOS

3.1. Relação de ensaios

Os ensaios previstos nesta Especificação são classificados em:

- Ensaios de tipo;
- Ensaios de recebimento;
- Ensaios complementares de recebimento.

3.1.1. Ensaios de tipo

São os ensaios a serem realizados com a finalidade de demonstrar a compatibilização com o

projeto.

O cabo a ser ensaiado deve ser constituído de um corpo de prova de 10 metros e a tensão de isolamento deve ser a máxima prevista nesta especificação, conforme NBR 7287.

Ao apresentar os ensaios de tipo para análise, o fabricante garante que estes ensaios de tipo representam as características dos cabos ofertados, sem que tenham ocorrido modificações de projeto nos mesmos.

Após a realização dos ensaios de tipo, deve ser emitido um certificado pelo fabricante ou por autoridade competente, o qual deve ser válido para as seções efetivamente ensaiadas e todas as aplicáveis.

Os ensaios de tipo elétricos solicitados são:

- Ensaio de resistência elétrica do condutor;
- Ensaio de tensão elétrica de *screening* na isolação;
- Ensaios de descargas parciais;
- Ensaio de dobramento, seguido de ensaio de descargas parciais;
- Ensaio de determinação do fator de perdas no dielétrico (tangente delta), em função do gradiente elétrico máximo no condutor;
- Ensaio de determinação do fator de perdas no dielétrico (tangente delta) em função da temperatura;
- Ensaio de ciclos térmicos;
- Ensaio de tensão elétrica de impulso, seguido de ensaio de tensão elétrica de *screening*;
- Ensaio de resistividade elétrica das blindagens semicondutoras.

As verificações e os ensaios de tipo não elétricos solicitados são:

- Verificação da construção do cabo;
- Ensaios físicos da blindagem semicondutora;
- Ensaios físicos da capa de separação (se existir) e da cobertura;
- Aderência da blindagem semicondutora da isolação;
- Penetração longitudinal de água.

3.1.2. Ensaios de recebimento

- Verificação visual e dimensional do cabo;
- Ensaio de resistência elétrica do condutor;
- Ensaio de tensão elétrica de *screening* na isolação;
- Ensaio de descargas parciais.

3.1.3. Ensaios complementares de recebimento

Ensaios realizados em amostras de cabos prontos ou em componentes tirados do cabo pronto, com a finalidade de verificar se o cabo cumpre as especificações do projeto. Estes ensaios são:

- Verificação da construção do cabo (camadas, acabamento, dimensionais, entre outros);

- Ensaios de tração na isolação, antes e após o envelhecimento, conforme a NBR 6251;
- Ensaios de alongamento a quente na isolação, conforme a NBR 6251;
- Ensaio de tração na capa de separação (se existir) e na cobertura, antes e após envelhecimento, conforme a NBR 6251;
- Ensaio de determinação do fator de perdas no dielétrico (tangente delta), em função do gradiente elétrico máximo no condutor;
- Ensaio de aderência da blindagem semicondutora da isolação;
- Ensaio de conformidade da rigidez dielétrica em corrente alternada por amostragem sequencial, para cabos com tensões de isolamento iguais ou superiores a 8,7/ 15 kV;
- Ensaio de determinação de acidez.

Nota:

Os ensaios complementares de recebimento devem ser feitos para contratos de compra que excedam 4 km de cabos unipolares da mesma seção e construção. Para contratos de compra com comprimento de cabos inferior ao acima estabelecido, o fabricante deve fornecer um certificado onde conste que o cabo cumpre os requisitos dos ensaios especiais de recebimento.

3.2. Relatório de ensaios

Os relatórios dos ensaios a serem realizados devem ser apresentados em formulários com as indicações necessárias à sua perfeita compreensão e interpretação, conforme abaixo. Poderão ser aceitos relatórios de ensaios realizados em fábrica, acompanhados pela COCEL ou não, a seu critério. Poderão ser aceitos relatórios de ensaio em órgão tecnicamente capacitado. Deve constar no mínimo:

- Nome do ensaio;
- Nome do fabricante;
- Número e item do contrato de compra;
- Data e local dos ensaios;
- Identificação e quantidade de cabos submetidos a ensaio;
- Descrição sumária do processo de ensaio indicando as constantes, métodos e instrumentos empregados;
- Valores obtidos no ensaio;
- Sumário das características (garantidas versus medidas);
- Atestado dos resultados, informando de forma clara e explícita se o cabo ensaiado passou ou não no referido ensaio.

4. INSPEÇÃO

A COCEL reserva-se o direito de inspecionar e ensaiar os cabos de alumínio multiplexados autossustentados abrangidos por esta ET-COCEL quer no período de fabricação, quer na época de embarque ou a qualquer momento que julgar necessário. O fornecedor tomará às suas expensas todas as providências para que a inspeção por parte da COCEL se realize em condições adequadas, de acordo com as normas recomendadas e com esta ET-COCEL.

O fornecedor deverá propiciar todas as facilidades para o livre acesso aos laboratórios, às dependências onde está sendo fabricado o material em questão, ao local da embalagem, entre outros,



ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA COCEL - CABO DE ALUMÍNIO ISOLADO 12/ 20 kV

Número: ET.COCEL.208-00

Data Emissão: 18/03/2024

Data Revisão: 18/03/2024

Folha: 7 de 9

bem como fornecer pessoal habilitado a prestar informações e executar os ensaios, além de todos os dispositivos, instrumentos, entre outros, para realizá-los.

A solicitação de inspeção deverá ser feita à COCEL com antecedência mínima de 5 (cinco) dias úteis, em relação à data de disponibilização do material. A COCEL terá o prazo de 10 (dez) dias úteis para iniciar a inspeção, após a disponibilização do material.

5. ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

A aceitação do material pela COCEL, seja pela comprovação dos valores, seja por eventual dispensa de inspeção, não eximirá o fornecedor de sua responsabilidade em fornecer o material em plena concordância com o contrato de compra e com esta ET-COCEL, nem invalidará ou comprometerá qualquer reclamação que a COCEL venha a fazer baseada na existência de material inadequado ou defeituoso.

Por outro lado, a rejeição do material em virtude de falhas constatadas através da inspeção, durante os ensaios ou em virtude da discordância com o contrato de compra ou com esta ET-COCEL, não eximirá o fornecedor de sua responsabilidade em fornecer o material na data de entrega prometida. Se, na opinião da COCEL, a rejeição tornar impraticável a entrega na data prometida ou se tudo indicar que o fornecedor será incapaz de satisfazer os requisitos exigidos, a COCEL reserva-se o direito de rescindir todas as suas obrigações e adquirir o material em outra fonte, sendo o fornecedor considerado infrator do contrato de compra, estando sujeito às penalidades aplicáveis ao caso.

6. GARANTIA

O cabo deve ser garantido pelo fornecedor contra falhas ou defeitos de projeto ou fabricação que venham a se registrar no período de 24 meses a partir da data de aceitação no local de entrega.

O fornecedor será obrigado a reparar tais defeitos ou, se necessário, a substituir o material defeituoso, às suas expensas, responsabilizando-se por todos os custos decorrentes, sejam de material, mão de obra ou de transporte.

O fornecedor terá um prazo de 30 dias, contados a partir da retirada do equipamento defeituoso no Almoxarifado da COCEL, para efetuar os devidos reparos, correções, reformas, reconstruções, substituição de componentes e até substituição do lote de cabo de alumínio isolado completo por novo, no sentido de sanar todos os defeitos, imperfeições ou partes falhas de materiais ou de fabricação que venham a se manifestar, sob pena de sofrer as sanções administrativas previstas na Lei nº 13.303.

No caso de substituição dos cabos defeituosos, o prazo de garantia deve ser estendido para um novo prazo de mais 12 meses, contados a partir da aceitação da nova peça, abrangendo todas as unidades do lote.

Se a falha constatada for oriunda de erro de projeto ou produção tal que comprometa todas as unidades do lote, o fornecedor será obrigado a substituí-las, independente do defeito em cada uma delas.

7. NOTAS COMPLEMENTARES

Em qualquer tempo e sem necessidade de aviso prévio, esta norma poderá sofrer alterações, no seu todo ou em parte, por motivo de ordem técnica e/ou devido às modificações na legislação vigente, de forma a que os interessados deverão, periodicamente, consultar a concessionária.

8. TABELAS E FIGURAS

Tabela 1 – Características do sistema elétrico da COCEL

Tensão Nominal do Sistema	13,8kV
Tensão Máxima do Sistema (Fase-Fase)	13,8kV
Neutro - Aterramento por Reatância	$\frac{x_0}{x_1} \leq 10$
Tensão Máxima Admissível Fase-terra em caso de Falta	15kV
Tempo máximo de duração de falta	15 segundos
Nível de Isolamento do Isolador (NBI)	110kV
Potência máxima de Curto-circuito do Sistema	250MVA

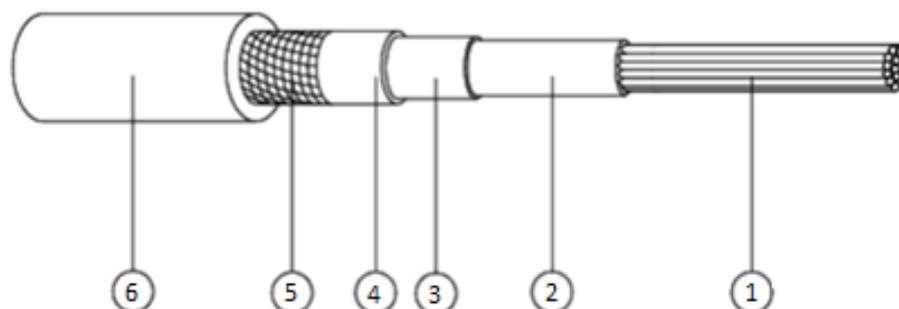
Tabela 2 - Dimensões cabos 12/20 kV

Código COCEL	Seção nominal (mm ²)	Número de fios - formação	Dimensões (m)		
			Diâmetro do cabo (mm)		Diâmetro máximo com isolamento
			Mínimo	Máximo	
	50	6	7,7	8,4	29
	185	30	15,5	16,5	39
	400	53	22,5	23,9	47

Tabela 3 – Características gerais dos cabos 12/20 kV

Código COCEL	Seção nominal (mm ²)	Resistência elétrica máxima a 20°C (Ω/km)	Massa nominal do cabo completo (kg/km)	Tração máxima de puxamento do cabo completo (daN)	Diâmetro do cabo (mm)		Seção mínima de blindagem metálica de fios de cobre (mm ²)	Diâmetro mínimo de cada fio de cobre da blindagem (mm)
					Exploração	Medição		
	50	0,641	750	200	25	21	8	0,5
	185	0,164	1500	740	29	25	16	0,6
	400	0,0778	2400	1600	32	27	16	0,6

Figura 1- Cabo de alumínio isolado 12/20 kV



Legenda:

- 1 – Condutor de alumínio;
- 2 – Blindagem semicondutora do condutor;
- 3 – Isolação;
- 4 – Blindagem semicondutora da isolamento;
- 5 – Blindagem metálica em cobre;
- 6 – Cobertura.



**ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA COCEL -
CABO DE ALUMÍNIO ISOLADO
12/ 20 kV**

Número: ET.COCEL.208-00
Data Emissão: 18/03/2024
Data Revisão: 18/03/2024
Folha: 9 de 9

DESCRIPTIVO ADM COCEL

CABO DE ALUMÍNIO ISOLADO 12/20 kV XXX mm². IDENTIFICAÇÃO: A SUPERFÍCIE EXTERNA DOS CABOS DEVE SER MARCADA DE FORMA LEGÍVEL E INDELÉVEL COM OS SEGUINTE DIZERES, NO MÍNIMO: A) NOME DO FABRICANTE; B) TENSÃO DE ISOALMENTO (V0/V); C) SEÇÃO NOMINAL DO CONDUTOR (mm²); D) NÚMERO DE CONDUTORES E SEÇÃO NOMINAL (mm²); E) IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL DO CONDUTOR (ALUMÍNIO), DA ISOLAÇÃO E COBERTURA; F) SEÇÃO DA BLINDAGEM METÁLICA (mm²) E MATERIAL (COBRE); G) ANO DE FABRICAÇÃO; H) MARCAÇÃO SEQUENCIAL MÉTRICA. ACABAMENTO: A SUPERFÍCIE DOS FIOS COMPONENTES DO CONDUTOR ENCORDADO NÃO DEVE APRESENTAR FISSURAS, ESCAMAS, REBARBAS, ASPEREZAS, ESTRIAS E INCLUSÕES. O CABO PRONTO NÃO DEVE APRESENTAR FALHAS DE ENCORDAMENTO. A CAMADA DO MATERIAL ISOLANTE APLICADA SOBRE O CONDUTOR DEVE SER CONTÍNUA, UNIFORME E HOMOGÊNEA AO LONGO DE TODO O COMPRIMENTO DO CONDUTOR. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS. CONDUTOR: OS FIOS DEVEM SER DE ALUMÍNIO 1350-1350, CONDUTIVIDADE CORRESPONDENTE DE 61 % IACS A 20 °C E RESISTENTE A TRAÇÃO DE 105 A 150 MPa. O CONDUTOR DEVERÁ SER DE SEÇÃO CIRCULAR COMPACTADO, COM ENCORDAMENTO CLASSE 2 E ATENDER A NBR 6251. DA ISOLAÇÃO: A ISOLAÇÃO DEVE SER CONSTITUÍDA POR UMA CAMADA DE POLIETILENO RETICULADO COM RETARDANTE À ARBORESCÊNCIA (TR XLPE) OU COMPOSTO TERMOFIXO EXTRUDADO DE BORRACHA ETILENOPROPILENO (EPR, HEPR OU EPR 105). BLINDAGEM: A BLINDAGEM METÁLICA DA ISOLAÇÃO DEVE SER DE COBRE NÚ COM CONDUTIVIDADE MÍNIMA DE 96 % IACS, A 20 °C. COBERTURA: DEVE SER CONSTITUÍDA POR COMPOSTO EXTRUDADO TERMOPLÁSTICO, NA COR PRETA, ADEQUADO PARA TEMPERATURA DE 90 °C NO CONDUTOR EM REGIME PERMANENTE, A COBERTURA DEVE SER CONSTITUÍDA POR MATERIAL TERMOPLÁSTICO ST7. CÓDIGO COCEL XXXX.

ANEXO 01 - RESPONSABILIDADES DE ELABORAÇÃO, VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO.

Elaboração	Verificação	Aprovação
Henrique Gesser	Bárbara Lunardon	Eduardo Krzyzanovski
Cargo: Técnico em Eletrotécnica	Cargo: Assessora de Comunicação e Marketing	Cargo: Gerente da Divisão de Distribuição

ANEXO 02 - ÍNDICE DE REVISÕES

Revisão	Data	Descrição
00	18/03/2024	Emissão inicial.