

CABO DE ALUMÍNIO CONCÊNTRICO

0,6/1kV

Especificação Técnica – ET.199

Revisão 00 – 2022



FINALIDADE

Esta Especificação Técnica tem a finalidade de estabelecer regras e recomendações mínimas exigíveis para cabos de alumínio concêntricos 0,6/1kV utilizados nas Redes de Distribuição das empresas do Grupo EQUATORIAL Energia, doravante denominadas apenas de CONCESSIONÁRIA, respeitando-se o que prescrevem as legislações oficiais, as normas ABNT e os documentos técnicos em vigor no âmbito da CONCESSIONÁRIA.

SUMÁRIO

1	CAMPO DE APLICAÇÃO	4
2	RESPONSABILIDADES	4
3	DEFINIÇÕES	4
4	REFERÊNCIAS	5
5	CONDIÇÕES GERAIS	6
5.1	Generalidades	6
5.2	Desenho do material	6
5.3	Códigos padronizados.....	6
5.4	Identificação	7
5.5	Embalagem	7
5.6	Garantia.....	8
6	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E OPERACIONAIS	8
6.1	Características construtivas	8
6.2	Equivalência entre os condutores	Erro! Indicador não definido.
6.3	Características operacionais	9
6.4	Aplicação	10
7	INSPEÇÕES E ENSAIOS	10
7.1	Ensaio.....	10
7.2	Ensaio de tipo	11
7.3	Ensaio de recebimento.....	11
7.4	Planos de amostragem para inspeção geral e verificação dimensional	13
8	DESENHOS.....	14
9	CONTROLE DE REVISÕES	15
10	APROVAÇÃO	15

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 07/07/2022	Página: 4 de 16
Título: Cabo de Alumínio Concêntrico 0,6/1kV		ET.199.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

1 CAMPO DE APLICAÇÃO

Aplica-se à Gerência de Expansão e Melhoria do Sistema Elétrico e à Gerência de Suprimentos e Logística, no âmbito da CONCESSIONÁRIA. Também se aplica a todas as empresas responsáveis pela fabricação/fornecimento deste item à CONCESSIONÁRIA.

2 RESPONSABILIDADES

2.1 Gerência Corporativa de Normas e Qualidade

Estabelecer as normas e padrões técnicos para o fornecimento de Cabo de Alumínio Concêntrico. Coordenar o processo de revisão desta especificação.

2.2 Gerência de Expansão e Melhoria do Sistema Elétrico

Realizar as atividades relacionadas à expansão e melhoria do sistema elétrico, utilizando materiais especificados de acordo com as recomendações definidas neste instrumento normativo.

2.3 Gerência Corporativa de Compras, Contratação de Serviços e Gerência Corporativa de Logística

Solicitar em sua rotina de aquisição e receber em sua rotina de inspeção, materiais conforme exigências desta Especificação Técnica

2.4 Fabricante/Fornecedor

Fabricar/Fornecer materiais conforme exigências desta Especificação Técnica

3 DEFINIÇÕES

3.1 Condutor concêntrico


Condutor disposto de modo a envolver um ou mais condutores isolados.

3.2 Extrusão

É um processo de transformação termomecânica, onde ocorre a conformação de metais por deformação plástica. Geralmente é um processo à quente, que consiste em reduzir um tarugo de metal em sua reação transversal quando o mesmo é forçado a fluir através do orifício de uma matriz (ferramenta), sob o efeito de alta pressão e temperatura. Os materiais mais extrudados são: cobre, alumínio, chumbo e suas respectivas ligas.

3.3 Isolação extrudada

Consiste na aplicação de camada da isolação de material termoplástico ou termofixo, aplicada por um processo de extrusão.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 07/07/2022	Página: 5 de 16
Título: Cabo de Alumínio Concêntrico 0,6/1kV		ET.199.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

3.4 Isolação termofixa

Obtida com a utilização do polietileno termofixo (XLPE) como material isolante. Permite uma elevada temperatura de operação do condutor, propiciando uma maior capacidade de condução de corrente e um melhor desempenho mediante severas condições de curto-circuito.

3.5 Isolação termoplástica

Obtida com a utilização do polietileno termoplástico (PE) como material isolante. O condutor pode sofrer deformação quando submetido a elevada temperatura de operação.

3.6 Polietileno termoplástico (PE)

Composto de estrutura linear, facilmente deformável com o aumento de temperatura. Pode ser repetidamente amolecido por aquecimento e endurecido por resfriamento dentro de uma faixa característica de temperatura.

3.7 Polietileno termofixo (XLPE)

Polietileno reticulado, obtido com adição de peróxidos orgânicos da vulcanização, que transforma a estrutura linear do polietileno termoplástico em uma estrutura reticulada, cujos enlaces moleculares transversais dão ao composto grande estabilidade térmica e baixas perdas dielétricas.

4 REFERÊNCIAS

Os demais termos técnicos utilizados nesta especificação estão definidos na NBR 5456, NBR 5471 e NBR 6251;

NBR 5118 Fios de alumínio 1350 nus, de seção circular, para fins elétricos;

NBR 5426 Planos de amostragem e procedimento na inspeção por atributos;

NBR 5456 Eletricidade geral –Terminologia;

NBR 5471 Condutores elétricos –Terminologia;

NBR 6251 Cabos de potência com isolação extrudada para tensões de 1 kV a 35 kV - Requisitos construtivos;

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 NM 280 Condutores de cabos isolados (IEC 60228, MOD);

NBR 6881 Fios e cabos elétricos de potência, controle e instrumentação – Ensaio de tensão elétrica;

NBR 7310 Armazenamento, transporte e utilização de bobinas com fios, cabos ou cordoalhas de aço;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 07/07/2022	Página: 6 de 16
Título: Cabo de Alumínio Concêntrico 0,6/1kV		ET.199.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

NBR 7312 Rolos de fios e cabos elétricos – Características dimensionais;

NBR 7312 Rolos de fios e cabos elétricos – Características dimensionais;

NBR 11137 Carretel de madeira para acondicionamento de fios e cabos elétricos – Dimensões e estruturas;

NBR 15443 Fio, cabos e condutores elétricos – Verificação dimensional e de massa;

NBR 15716 Cabos concêntricos para ramais de consumidores com isolamento interna de XLPE e isolamento externa de PE ou XLPE, para tensões até 0,6/ 1kV – Requisitos de desempenho;

NBR NM 244 Condutores e cabos isolados – Ensaio de Centelhamento;

NM-IEC 60811-1-1 Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos – Parte 1: Métodos para aplicação geral – Capítulo 1: Medição de espessuras e dimensões externas – Ensaios para a determinação das propriedades mecânicas;

NBR NM-IEC 60811-1-3 Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos - Parte 1: Métodos para aplicação geral – Capítulo 3: Métodos para a determinação da densidade de massa – Ensaios de absorção de água – Ensaio de retração;

NM-IEC 60811-2-1 Métodos de ensaio comuns para materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos e ópticos - Parte 2: Métodos específicos para materiais elastoméricos - Capítulo 1: Ensaios de resistência ao ozônio, de alongamento a quente e de imersão em óleo mineral;

NM-IEC 60811-4-1 Métodos de ensaios comuns para materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos - Parte 4: Métodos específicos para os compostos de polietileno e polipropileno - Capítulo 1: Resistência à fissuração por ação de tensões ambientais - Ensaio de enrolamento após envelhecimento térmico no ar - Medição do índice de fluidez - Determinação do teor de negro-de-fumo e/ou de carga mineral em polietileno.

5 CONDIÇÕES GERAIS

5.1 Generalidades


Os condutores concêntricos de alumínio utilizados em ramais de ligação de BT devem seguir a especificação em sua última versão.

5.2 Desenho do material

Conforme Desenho 1 – Cabo de Alumínio Concêntrico 0,6/1 kV – Detalhes Construtivos

5.3 Códigos padronizados

Conforme Desenho 1 – Cabo de Alumínio Concêntrico 0,6/1 kV – Detalhes Construtivos

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 07/07/2022	Página: 7 de 16
Título: Cabo de Alumínio Concêntrico 0,6/1kV		ET.199.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

5.4 Identificação

5.4.1 Marcação do cabo

A marcação da isolação externa deve estar conforme prevista na NBR 6251 com tinta.

Sobre a isolação dos cabos, em intervalos regulares de até 50 cm, devem ser marcadas, de forma legível e indelével, no mínimo as seguintes informações:

- Marca de origem (nome, marca ou logotipo do fabricante);
- Número de condutores e seção nominal dos condutores em milímetros quadrados;
- Tensão de isolamento U_0/U , em quilovolts;
- Material do condutor, da isolação e da cobertura;
- Ano de fabricação

5.4.2 Marcação dos carretéis

Externamente, os carretéis devem ser marcados, nas duas faces laterais, diretamente sobre o disco e/ou por meio de plaqueta, com caracteres legíveis e permanentes, com as seguintes indicações:

- Dados do fabricante;
- Indústria brasileira;
- Tensão de isolamento (U_0/U), em quilovolts;
- Número de condutores fase e seção nominal, em milímetros quadrados;
- Material do condutor (Al), da isolação interna (XLPE) e da externa (XLPE);
- Comprimento, em metros;
- Massa bruta, em quilogramas;
- Número da ordem de compra;
- Número de série do carretel;
- Seta no sentido de rotação para desenrolar;
- Número da norma da ABNT.

Os rolos devem conter uma etiqueta com as indicações acima com exceção das referentes às alíneas “j” e “k” e, no caso da alínea “g”, o valor a ser indicado é o de massa líquida mínima.

5.5 Embalagem

- Os cabos devem ser acondicionados de maneira a ficarem protegidos durante o manuseio, transporte e armazenagem. O acondicionamento deve ser em rolo ou carretel, que deve ter resistência adequada e ser isento de defeitos que possam danificar o produto;
- Para cada unidade de expedição (rolo ou bobina), a incerteza máxima exigida na medição do comprimento efetivo é de $\pm 1\%$;
- O fabricante deve garantir, durante o processo de fabricação, que os materiais acondicionados em rolos apresentem uma média de comprimento no mínimo igual ao comprimento nominal declarado;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 07/07/2022	Página: 8 de 16
Título: Cabo de Alumínio Concêntrico 0,6/1kV		ET.199.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

- d) Para produtos acondicionados em carretéis, admite-se, quando não especificado diferentemente pelo comprador, que o comprimento efetivo em cada unidade de expedição seja diferente do comprimento nominal em no máximo $\pm 1\%$. Para efeitos comerciais, o fabricante deve declarar o comprimento efetivo;
- e) Os carretéis devem possuir dimensões conforme NBR 11137, e os rolos, dimensões e acondicionamento conforme NBR 7312;
- f) As extremidades dos cabos acondicionados em carretéis devem ser convenientemente seladas com capuzes de vedação ou com fita auto-aglomerante, resistente às intempéries, a fim de evitar a penetração de umidade durante o manuseio, transporte e armazenamento;
- g) O acondicionamento pode ser feito em rolos de 200 m de comprimento ou em carretéis de madeira com 1000 m, indicando-se expressamente a forma de entrega no pedido de compra correspondente, exceto cabos tripolares e tetrapolares que devem ser obrigatoriamente acondicionados em bobinas de 1000 m.

5.6 Garantia

O fornecedor deve dar uma garantia de 24 meses a partir da data de fabricação ou de 18 meses após a data de início de utilização, prevalecendo o que ocorrer primeiro, contra qualquer defeito de fabricação, material e acondicionamento.

6 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E OPERACIONAIS

6.1 Características construtivas

6.1.1 Condutor fase

Os fios componentes do condutor encordoado, antes de serem submetidos às fases posteriores de fabricação devem atender aos requisitos da NBR 5118.

O condutor fase deve ser de alumínio 1350 têmpera H19, classe 2, não compactado (redondo normal) ou compactado e estar de acordo com as exigências da NBR NM-280.

A superfície dos fios componentes do condutor encordoado não deve apresentar fissuras, escamas, rebarbas, aspereza, estria ou inclusões. O condutor pronto não deve apresentar falhas de encordoamento.

6.1.2 Condutor concêntrico (neutro)

Os fios componentes do condutor neutro concêntrico devem estar de acordo com a NBR 5118.

O condutor neutro concêntrico deverá ser de alumínio com alongamento mínimo de 15% e suas características elétricas deverão ser iguais à especificada para o condutor fase-central.

A superfície dos fios componentes do condutor encordoado não deve apresentar fissuras, escamas rebarbas, aspereza, estrias ou inclusões.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 07/07/2022	Página: 9 de 16
Título: Cabo de Alumínio Concêntrico 0,6/1kV		ET.199.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

6.1.3 Separador

Sobre o condutor concêntrico deve ser aplicada uma fita separadora constituída de material não higroscópico e compatível, química e termicamente, com o material do condutor e da isolação, de forma a evitar a penetração acentuada da isolação sobre o condutor e facilitar a remoção desta. Deve estar de acordo com a NBR 6251.

6.1.4 Isolação do condutor fase

A isolação do condutor fase deve ser constituída por um composto extrudado à base de polietileno (XLPE) conforme NBR 6251, na cor preta, com no mínimo 2% de negro de fumo.

Deverá ser contínua e uniforme ao longo de todo o seu comprimento, devendo estar justaposta ao condutor, porém facilmente removível, não aderente a este.

6.1.5 Isolação externa ao condutor concêntrico

A isolação externa ao condutor concêntrico deve ser constituída por um composto extrudado à base de polietileno reticulado (XLPE) conforme NBR 6251, na cor preta, com no mínimo 2% de negro de fumo.

Deverá ser aplicada sobre o separador, ser contínua e uniforme ao longo de todo o seu comprimento, devendo estar justaposta ao condutor, porém facilmente removível, não aderente a este.

6.1.6 Tensão de isolamento

Os cabos de potência previstos nesta norma se caracterizam pela tensão de isolamento U_0/U : 0,6/1 kV.

6.1.7 Condições de operação

A temperatura do condutor não deve ultrapassar 90 °C em regime permanente, 130 °C em sobrecarga e 250 °C em curto-circuito com duração inferior a 5 segundos.

6.2 Características operacionais

- Os condutores de alumínio concêntricos são menos resistentes mecanicamente que os condutores de cobre concêntricos, por este motivo, a retirada da isolação externa deve ser realizada com mais cuidado para que não ocorra o rompimento dos filamentos do neutro do condutor.
- Quando houver necessidade pela CONCESSIONÁRIA de utilização de condutores concêntricos de alumínio na saída dos medidores, os condutores fase e os condutores neutro devem ser ligados diretamente aos bornes do medidor utilizando os terminais especificados. O cabo de aterramento de alumínio deve ser conectado ao condutor neutro de saída através de conector cunha.
- Deve ser informado ao cliente a necessidade de utilização de conectores bimetálicos de bronze estanhado para conexão dos condutores concêntricos de alumínio com os condutores da instalação interna da unidade consumidora.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 07/07/2022	Página: 10 de 16
Título: Cabo de Alumínio Concêntrico 0,6/1kV		ET.199.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

6.3 Aplicação

Utilizado como ramal de entrada de unidades consumidora de energia elétrica em baixa tensão, do tipo monofásico.

7 INSPEÇÕES E ENSAIOS

7.1 Ensaios

7.1.1 Inspeção visual

Antes de qualquer ensaio deve ser realizada uma inspeção visual sobre as unidades de expedição para verificação das condições estabelecidas no item 6. Devem ser rejeitadas, de forma individual, as unidades de expedição que não cumpram as referidas condições.

7.1.2 Verificação dimensional

O cabo deve ser ensaiado conforme NM-IEC 60811-1-1.

7.1.3 Resistência elétrica

A resistência elétrica máxima do condutor fase central, referida a 20 °C e a 1 kV, deve estar de acordo com a NBR NM 280 e o cabo deve ser ensaiado conforme a NBR 6814. Para os demais condutores deve ser obedecido o mesmo valor de resistência elétrica do condutor fase central.

7.1.4 Tensão elétrica aplicada

O cabo, quando submetido a uma tensão elétrica alternada entre 48 e 62 Hz de valor eficaz de 4 kV pelo tempo de 5 min, não deve apresentar perfuração. O cabo deve ser ensaiado conforme NBR 6881.

7.1.5 Resistência de isolamento à temperatura ambiente

A resistência de isolamento do(s) condutor(es) isolado(s) referida a 20 °C e a um comprimento de 1 km, não deve ser inferior ao valor calculado com a seguinte fórmula:

$$R_i = k_i \cdot \log \frac{D}{d}$$

Onde:


R_i = resistência de isolamento em MΩ.km;

K_i = constante de isolamento igual a 3700 MΩ.km para XLPE;

D = diâmetro sobre a isolação em mm;

d = diâmetro sob a isolação em mm.

A medida da resistência de isolamento deve ser realizada com tensão elétrica contínua de valor entre 300 e 500 V, aplicada por um período mínimo de 1 minuto e máximo de 5 minutos.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 07/07/2022	Página: 11 de 16
Título: Cabo de Alumínio Concêntrico 0,6/1kV		ET.199.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

O ensaio deve ser realizado após o ensaio de tensão elétrica aplicada. O cabo deve ser ensaiado conforme a NBR 6813.

7.1.6 Tensão elétrica de longa duração

A amostra deve ser submetida a uma tensão elétrica alternada de 1,8 kV de frequência entre 48 e 62 Hz durante um tempo de 4h. A amostra deve ficar imersa em água por um tempo não inferior às 24h antes do ensaio. O cabo deve ser ensaiado conforme NBR 6881.

7.1.7 Ensaios físicos do composto de isolamento

Estes ensaios estão indicados na tabela 21 da NBR 6251, e devem ser realizados conforme os respectivos métodos de ensaios e requisitos definidos nas mesmas.

7.1.8 Ensaio de teor negro-de-fumo

O teor mínimo de negro-de-fumo na cobertura deve ser de 2%. O cabo deve ser ensaiado conforme a NM-IEC 60811-4-1.

7.1.9 Ensaio de grau de reticulação

Conforme NM-IEC 60811-2-1 Métodos de ensaio comuns para materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos e ópticos - Parte 2: Métodos específicos para materiais elastoméricos - Capítulo 1: Ensaios de resistência ao ozônio, de alongamento a quente e de imersão em óleo mineral.

7.2 Ensaios de tipo

Antes de qualquer fornecimento, os cabos devem ser aprovados através da realização dos ensaios em laboratório de reconhecida idoneidade, cabendo a CONCESSIONÁRIA o direito de designar um inspetor para acompanhá-los e participar dos mesmos.

Os ensaios de tipo são os seguintes:

- Inspeção visual;
- Verificação dimensional do cabo;
- Resistência elétrica; Tensão elétrica;
- Tensão elétrica;
- Resistência de isolamento a temperatura ambiente;
- Resistência de isolamento a temperatura máxima em regime permanente;
- Tensão elétrica de longa duração;
- Requisitos físicos do composto da isolamento;
- Teor de negro-de-fumo.

7.3 Ensaios de recebimento

Os ensaios de recebimento são:

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 07/07/2022	Página: 12 de 16
Título: Cabo de Alumínio Concêntrico 0,6/1kV		ET.199.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

- a) Inspeção visual;
- b) Verificação dimensional do cabo;
- c) Resistência elétrica; Tensão elétrica;
- d) Tensão elétrica;
- e) Resistência de isolamento a temperatura ambiente;

Deverão ser realizados conforme os critérios de amostragem, aceitação e rejeição prevista na NBR 5426, segundo regime de inspeção geral, nível de inspeção II, plano de amostragem duplo normal e NQA 4%.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 07/07/2022	Página: 13 de 16
Título: Cabo de Alumínio Concêntrico 0,6/1kV		ET.199.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

7.4 Planos de amostragem para inspeção geral e verificação dimensional

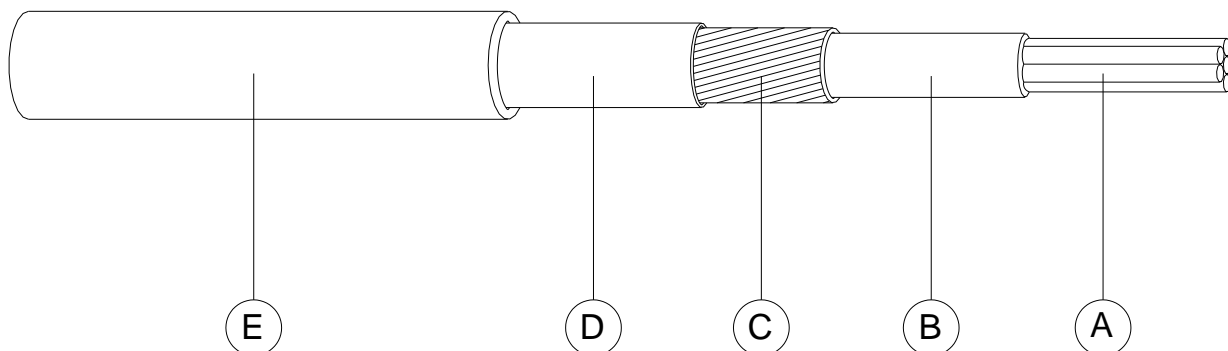
Tabela 1 – Plano de Amostragem

Tamanho do lote ⁽¹⁾	Amostra		Ac ⁽⁴⁾	Re ⁽⁵⁾
	Tam ⁽²⁾	Seq ⁽³⁾		
Até 25	3	-	0	1
26 a 90	8	1	0	2
	8	2	1	2
91 a 150	13	1	0	3
	13	2	3	4
151 a 280	20	1	1	4
	20	2	4	5
281 a 500	32	1	2	5
	32	2	6	7
501 a 1200	50	1	3	7
	50	2	8	9
12001 a 3200	80	1	5	9
	80	2	12	13
3201 a 10.000	125	1	7	11
	125	2	18	19

<p>GRUPO</p> <p>equatorial</p> <p>ENERGIA</p>	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 07/07/2022	Página: 14 de 16
Título: Cabo de Alumínio Concêntrico 0,6/1kV		ET.199.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

8 Desenhos

Desenho 1 – Cabo de Alumínio Concêntrico 0,6/1 kV – Detalhes Construtivos



A - Condutor de alumínio - fase;

B - Isolamento em XLPE (isolamento);


C - Malha de alumínio - neutro;

D - Separador;

E - Cobertura em XLPE (cobertura).

Legenda 1 – Códigos Padronizados (Desenho 1)

ITEM	CÓDIGO	SEÇÃO NOMINAL (mm ²)	DIÂMETRO DO CONDUTOR FASE (mm)	NÚMERO MÍNIMO DE FIOS	ESPESSURA DA ISOLAÇÃO (FASE) (mm)	ESPESSURA DA ISOLAÇÃO (NEUTRO) (mm)	DIÂMETRO EXTERNO (mm)	PESO APROXIMADO (kg/km)	TRAÇÃO DE RUPTURA (daN)	RESISTÊNCIA ELÉTRICA MÁXIMA A 20°C (Ω/km)
1	122270001	1 x 10 + 10	3,9	7	1	1,2	9,7	96,4	140	3,08
2	122300044	1 x 16 + 16	5	6	1	1,2	11,1	136,2	160	1,91

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 07/07/2022	Página: 15 de 16
Título: Cabo de Alumínio Concêntrico 0,6/1kV		ET.199.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

9 CONTROLE DE REVISÕES

REV	DATA	ITEM	DESCRIÇÃO DA MODIFICAÇÃO	RESPONSÁVEL
00	24/06/2022		Emissão inicial	Felipe Augusto Torres de Araujo

10 APROVAÇÃO

ELABORADOR (ES) / REVISOR (ES)

Felipe Augusto Torres de Araujo – Gerência Corporativa de Normas e Qualidade

APROVADOR (ES)

Carlos Henrique da Silva Vieira – Gerência Corporativa de Normas e Qualidade

CABO DE ALUMÍNIO
CONCÊNTRICO 0,6/1kV

GRUPO
equatorial
ENERGIA

