

FIO E CABO DE AÇO COBREADO

Especificação Técnica – ET 00174

Revisão 02 – 2024



FINALIDADE

Esta Especificação Técnica tem a finalidade de estabelecer regras e recomendações mínimas exigíveis para fio e cabo de aço cobreado utilizados nos aterramentos de equipamentos e estruturas de redes e linhas de distribuição de energia elétrica das empresas do Grupo Equatorial Energia, doravante denominada CONCESSIONÁRIA.

A versão vigente cancela as versões anteriores.



SUMÁRIO

1	CAMPO DE APLICAÇÃO	4
2	RESPONSABILIDADES	4
3	DEFINIÇÕES	4
4	REFERÊNCIAS	6
5	CONDIÇÕES GERAIS	6
5.1	Generalidades	6
5.2	Desenho do material	6
5.3	Códigos padronizados	6
5.4	Embalagem	6
5.5	Garantia	9
5.6	Apresentação da Proposta Técnica e Documentos exigidos	9
5.7	Homologação de Fornecedores	10
6	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E OPERACIONAIS	10
6.1	Características Técnicas	10
7	INSPEÇÕES E ENSAIOS	11
7.1	Ensaio	11
7.2	Plano de Amostragem	12
8	DESENHOS	15
9	CÓDIGOS PADRONIZADOS	16
10	ANEXOS	20
11	CONTROLE DE REVISÕES	23
12	APROVAÇÃO	23

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 27/05/2024	Página: 4 de 24
Título: Fio e Cabo de Aço Cobreado		ET.00174.EQTL	Revisão: 02
Classificação das informações: <input checked="" type="checkbox"/> Público <input type="checkbox"/> Interno <input type="checkbox"/> Restrito <input type="checkbox"/> Confidencial			

1 CAMPO DE APLICAÇÃO

1.1 Áreas de Aplicação da Especificação Técnica

Aplica-se à Gerência Corporativa de Normas e Qualidade, a todas as empresas responsáveis pela fabricação/fornecimento, elaboração de projetos e construção de Redes e linhas de Distribuição nas áreas de concessão da CONCESSIONÁRIA.

1.2 Áreas de Aplicação do Fio e do Cabo de Aço Cobreado

Os fios e os cabos de aço cobreado são utilizados no aterramento de equipamentos e estruturas de redes e linhas de distribuição.

2 RESPONSABILIDADES

2.1 Gerência Corporativa de Normas e Qualidade

- Estabelecer as normas e padrões técnicos para o fornecimento dos fios e dos cabos de aço cobreado;
- Validar tecnicamente as propostas de materiais/equipamentos, solicitados para compra, que estejam de acordo com este documento;
- Homologar tecnicamente os fabricantes/fornecedores que estejam de acordo com o padrão definido neste documento e nas normas técnicas dos órgãos competentes;
- Coordenar o processo de revisão deste documento.

2.2 Fabricante/Fornecedor

- Fabricar/Fornecer o material conforme as regras, padrões e recomendações definidas neste instrumento normativo.

2.3 Projetista/Construtor

- Utilizar em projetos e obras, o material conforme especificado nesse instrumento normativo.

3 DEFINIÇÕES

3.1 Cabo

Conjunto de fios encordoados, isolados ou não entre si, podendo o conjunto ser isolado ou não.

3.2 Cabo de aço-cobre

Cabo formado por fios de aço com capeamento de cobre.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 27/05/2024	Página: 5 de 24
Título: Fio e Cabo de Aço Cobreado		ET.00174.EQTL	Revisão: 02
Classificação das informações: <input checked="" type="checkbox"/> Público <input type="checkbox"/> Interno <input type="checkbox"/> Restrito <input type="checkbox"/> Confidencial			

3.3 Cabo revestido

Cabo sem isolamento ou cobertura, constituídos de fios revestidos.

3.4 Fio

Produto metálico maciço e flexível, de seção transversal invariável e de comprimento muito maior do que a maior dimensão transversal.

3.5 Fio revestido

Fio dotado de revestimento.

Nota 1: Esta definição pode ser particularizada de acordo com o metal de revestimento: fio estanhado, fio cadmiado, fio cobreado, fio prateado, fio zincado etc.

3.6 Fio de aço-cobre

Fio constituído por um núcleo central de aço com revestimento de cobre.

3.7 Lance

Unidade de comprimento contínuo.

3.8 Nível de Qualidade Aceitável – NQA

Máxima porcentagem defeituosa (ou o máximo número de “defeitos” por cem unidades) que, para fins de inspeção por amostragem, pode ser considerada satisfatória como média de um processo.

3.9 Quantidade efetiva

Quantidade contida em uma unidade de expedição, determinada por meio de equipamento adequado que garanta a incerteza máxima especificada.

3.10 Quantidade nominal

Quantidade-padrão de fabricação e/ou quantidade que conste na ordem de compra, para cada unidade e expedição.

3.11 Seção de um cabo

Soma das áreas das seções transversais dos fios componentes.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 27/05/2024	Página: 6 de 24
Título: Fio e Cabo de Aço Cobreado		ET.00174.EQTL	Revisão: 02
Classificação das informações: <input checked="" type="checkbox"/> Público <input type="checkbox"/> Interno <input type="checkbox"/> Restrito <input type="checkbox"/> Confidencial			

3.12 Unidade de expedição

Unidade constituída por um rolo, uma bobina ou outra forma de acondicionamento acordada.

4 REFERÊNCIAS

ABNT NBR 5426:1985 – Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos;

ABNT NBR 5471:1986 – Condutores elétricos;

ABNT NBR 7310:2011 – Armazenamento, transporte e utilização de bobinas com fios, cabos ou cordoalhas de aço;

ABNT NBR 8120:2021 – Fios de aço revestidos de cobre, nus, para fins elétricos – Especificação;

ABNT NBR 8121:2021 – Cabos de fios de aço revestidos de cobre, nus, para fins elétricos – Especificação;

ABNT NBR 11137:2017 – Carretel de madeira para acondicionamento de fios e cabos elétricos – Dimensões e estruturas.

5 CONDIÇÕES GERAIS

5.1 Generalidades

Os fios e os cabos de aço cobreado utilizados nas redes e linhas de distribuição devem seguir esta especificação em sua última versão.

5.2 Desenho do material

Os fios e os cabos de aço cobreado devem atender ao especificado no Desenho 1.

5.3 Códigos padronizados

Os códigos padronizados para os fios e os cabos de aço cobreado são apresentados na Tabela 7.

5.4 Embalagem

Os fios e os cabos devem ser acondicionados de maneira a ficarem protegidos durante o manuseio, transporte e armazenagem e utilização, conforme ABNT NBR 7310. O acondicionamento deve ser em rolo ou carretel de acordo com a Tabela 1.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 27/05/2024	Página: 7 de 24
Título: Fio e Cabo de Aço Cobreado		ET.00174.EQTL	Revisão: 02
Classificação das informações: <input checked="" type="checkbox"/> Público <input type="checkbox"/> Interno <input type="checkbox"/> Restrito <input type="checkbox"/> Confidencial			

Tabela 1 – Padrão de Embalagens

Seção (mm²)	Seção (awg)	Tipo	Massa líquida máxima (kg)
6	9	Carretel	200
16	5	Rolo	40
21	4	Rolo	40
35	2	Rolo	40
50	1	Carretel	200
70	2/0	Carretel	200
95	3/0	Carretel	350
120	4/0	Carretel	350

Os fios e os cabos devem ser fornecidos em unidades de expedição com comprimento equivalente à quantidade nominal. Quando não especificado diferentemente, cada unidade deve conter um comprimento contínuo de fio ou cabo.

Para cada unidade de expedição, a incerteza máxima no método de medição da quantidade efetiva é de $\pm 1\%$.

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

Admite-se, quando não especificado diferentemente no pedido de compra, que a quantidade efetiva em cada unidade de expedição seja diferente do comprimento nominal em no máximo $\pm 5\%$ em relação ao comprimento. O fabricante deve declarar a quantidade efetiva.

Os carretéis de madeira devem atender aos requisitos da ABNT NBR 11137 e os rolos devem atender aos requisitos da ABNT NBR 7312.

Externamente aos rolos, deve ser colocada uma etiqueta com no mínimo as seguintes indicações, em tinta indelével:

- Nome ou marca do Fabricante, CNPJ e país de origem;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 27/05/2024	Página: 8 de 24
Título: Fio e Cabo de Aço Cobreado		ET.00174.EQTL	Revisão: 02
Classificação das informações: <input checked="" type="checkbox"/> Público <input type="checkbox"/> Interno <input type="checkbox"/> Restrito <input type="checkbox"/> Confidencial			

- Diâmetro nominal do fio, em milímetros, material e classe de condutividade em % IACS (aplicável somente aos fios);
- Seção nominal, número de fios, diâmetro nominal do fio em milímetros e condutividade em % IACS (aplicável somente aos cabos);
- Número da norma ABNT;
- Massa líquida expressa em quilogramas (kg);
- Comprimento efetivo, expresso em metros (m);
- Nome do Grupo Equatorial;
- Código SAP do material;
- Descrição do material conforme SAP Equatorial;
- Número do pedido de compra Equatorial;
- Mês e ano de fabricação;
- Número da Nota Fiscal ou similar;

Externamente aos carretéis de madeira, devem ser marcadas, nas duas faces laterais, diretamente sobre o disco ou por meio de etiquetas, em lugar visível, com caracteres legíveis e indelévels, no mínimo as seguintes informações:

- Nome ou marca do Fabricante, CNPJ e país de origem;
- Seção nominal, número de fios, diâmetro nominal do fio em milímetros e condutividade em % IACS;
- Número da norma ABNT;
- Massa líquida expressa em quilogramas (kg);
- Massa bruta, expressa em quilogramas (kg);
- Comprimento, expresso em metros (m);
- Seta no sentido de rotação para desenrolar;
- Nome do Grupo Equatorial;
- Código SAP do material;
- Descrição do material conforme SAP Equatorial;
- Número do pedido de compra Equatorial;
- Mês e ano de fabricação;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 27/05/2024	Página: 9 de 24
Título: Fio e Cabo de Aço Cobreado		ET.00174.EQTL	Revisão: 02
Classificação das informações: <input checked="" type="checkbox"/> Público <input type="checkbox"/> Interno <input type="checkbox"/> Restrito <input type="checkbox"/> Confidencial			

- Número da Nota Fiscal ou similar;

É facultado ao fabricante incluir o nome comercial do seu produto na marcação das bobinas.

Nota 2: Utilizar madeira de origem legal;

Nota 3: Em todas as etapas de fabricação dos carretéis de madeira, devem ser rigorosamente cumpridas a legislação ambiental, especialmente os instrumentos legais emanados do Ibama, e a legislação correlata, federal, estadual e municipal.

5.5 Garantia

A garantia mínima deve ser de 24 meses a partir do recebimento do fio ou cabo de aço cobreado no almoxarifado da CONCESSIONÁRIA, contra qualquer defeito de fabricação, material e/ou acondicionamento.

Caso os materiais apresentem defeito ou deixem de atender os requisitos exigidos, um novo período de garantia de 12 (doze) meses de operação satisfatória, a partir da solução do defeito, deve entrar em vigor, para o lote em questão.

As eventuais despesas com mão-de-obra, decorrentes da retirada e instalação dos materiais comprovadamente com defeito de fabricação, bem como o transporte destas peças entre almoxarifado da Concessionaria e fabricante, correrão por conta do fabricante.

5.6 Apresentação da Proposta Técnica e Documentos exigidos

As Propostas Técnicas devem, obrigatoriamente, ser apresentadas no mínimo, com os documentos e as informações a seguir relacionadas, sob pena de desclassificação:

- Folha de Dados Técnicos e Características Garantidas do material ofertado, conforme o Anexo II desta especificação técnica. Salienta-se que os dados da referida lista são indispensáveis a análise técnica da oferta e devem ser apresentados independentemente deles constarem nos catálogos e/ou folhetos técnicos anexados a proposta;
- Declaração de Exceção às Especificações conforme o Anexo III desta especificação técnica;
- Ficha técnica numerada indicando as atualizações/versões dele, contendo as principais características técnicas;
- Relatórios de ensaios de Tipo e orçamento do ensaio, caso seja necessário repetir;
- Orçamento constando os valores dos ensaios de tipo a serem realizados pelo proponente, não inclusos na proposta.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 27/05/2024	Página: 10 de 24
Título: Fio e Cabo de Aço Cobreado		ET.00174.EQTL	Revisão: 02
Classificação das informações: <input checked="" type="checkbox"/> Público <input type="checkbox"/> Interno <input type="checkbox"/> Restrito <input type="checkbox"/> Confidencial			

5.7 Homologação de Fornecedores

O fabricante deve obrigatoriamente providenciar seu cadastro junto à CONCESSIONÁRIA no Portal do Fornecedor através do link [Home | Suprimais \(suprimais.equatorialenergia.com.br\)](http://suprimais.equatorialenergia.com.br) e inserir as informações solicitadas em cada etapa do processo para análise do seu cadastro.

Após os fornecedores de materiais e equipamentos do Sistema Elétrico de Potência estarem aptos na etapa de cadastro, o mesmo será encaminhado para área técnica da Equatorial que procederá o processo da homologação técnica.

As homologações serão acionadas mediante as estratégias e necessidades do Grupo Equatorial Energia.

6 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E OPERACIONAIS

6.1 Características Técnicas

6.1.1 Material

O fio de aço revestido de cobre consiste em um núcleo de aço com uma camada uniforme e contínua de cobre perfeitamente ligada ao núcleo.

Os fios componentes do cabo devem ser de aço revestido de cobre, conforme ABNT NBR 8120.

6.1.2 Características Elétricas

Os fios e cabos de aço cobreado devem possuir condutividade de 40% ou 53% IACS conforme especificado na Tabela 5.

Os fios de aço revestidos de cobre, após o encordoamento, devem atender aos requisitos de resistividade especificados na Tabela 6.

6.1.3 Características Mecânicas

Os fios de aço revestido de cobre, após o encordoamento, devem apresentar limite de resistência à tração no mínimo igual a 95% do valor especificado antes do encordoamento. O alongamento à ruptura em 250 mm pode apresentar uma queda de até 0,5 mm, em valor numérico, do valor especificado antes do encordoamento. As características de ductilidade devem ser mantidas.

6.1.4 Acabamento

O fio de aço revestido de cobre deve apresentar camada de cobre contínua com espessura uniforme, e superfície lisa, sem riscos, fissuras, escamas, rebarbas e imperfeições que comprometam o desempenho do produto.

O cabo não pode apresentar fissuras, rebarbas, estrias, inclusões, falhas de encordoamento, fio acavalado ou outros defeitos que comprometam o desempenho do produto.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 27/05/2024	Página: 11 de 24
Título: Fio e Cabo de Aço Cobreado		ET.00174.EQTL	Revisão: 02
Classificação das informações: <input checked="" type="checkbox"/> Público <input type="checkbox"/> Interno <input type="checkbox"/> Restrito <input type="checkbox"/> Confidencial			

7 INSPEÇÕES E ENSAIOS

7.1 Ensaios

Os ensaios exigidos nessa especificação devem ser realizados conforme orientações da ABNT NBR 8120 e ABNT NBR 8121.

7.1.1 Ensaios de Tipo

Estes ensaios devem ser realizados com a finalidade de demonstrar o satisfatório comportamento do cabo de aço cobreado, para atender à aplicação prevista. São, por isso mesmo, de natureza tal que não precisam ser repetidos, a menos que haja modificação de materiais ou de construção do cabo de aço cobreado que possa vir a modificar o seu desempenho.

Entende-se por modificação de projeto do cabo de aço cobreado, para os objetivos desta especificação, qualquer variação construtiva ou de tecnologia que possa influir diretamente no desempenho elétrico ou mecânico. Os ensaios de tipo previstos por esta especificação são:

- a) Ensaio de ruptura do cabo completo;
- b) Ensaio de tensão-deformação.

7.1.2 Ensaio de Recebimento

Estes ensaios constituem-se de ensaios de rotina, feitos de acordo com o plano de amostragem na Tabela 2 para os fios e Tabela 3 para os cabos, com a finalidade de demonstrar a integridade do fio e cabo de aço cobreado. Os ensaios e verificações de recebimento solicitados por esta especificação constam no Anexo I e estão listados nos itens 7.1.2.1 e 7.1.2.2.

7.1.2.1 Ensaios nos fios de aço revestidos de cobre

- a) Inspeção visual;
- b) Verificação do diâmetro do fio;
- c) Ensaio de resistividade elétrica dos fios de aço revestidos de cobre;
- d) Ensaio de resistência à tração dos fios de aço revestidos de cobre;
- e) Ensaio de alongamento à ruptura;
- f) Ensaio de enrolamento (ductilidade);
- g) Ensaio de torção (não aplicável a fios componentes de cabos);
- h) Verificação da espessura da camada de cobre (não aplicável a fios componentes de cabos).

7.1.2.2 Ensaio de verificação no cabo

- a) Verificação visual;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 27/05/2024	Página: 12 de 24
Título: Fio e Cabo de Aço Cobreado		ET.00174.EQTL	Revisão: 02
Classificação das informações: <input checked="" type="checkbox"/> Público <input type="checkbox"/> Interno <input type="checkbox"/> Restrito <input type="checkbox"/> Confidencial			

- b) Verificação das características de encordoamento;
- c) Verificação da seção transversal do cabo.

7.2 Plano de Amostragem

A aceitação ou rejeição do lote deve estar de acordo com o seguinte critério, em relação ao número de amostras que não satisfizer aos requisitos especificados, conforme Tabela 2 para os fios e Tabela 3 para os cabos.

- a) Menor ou igual a Ac_1 : o lote deve ser aceito;
- b) Igual ou maior que Re_1 : o lote pode ser rejeitado;
- c) Maiores que Ac_1 e menor que Re_1 : permite a formação da segunda amostragem;
- d) Menor ou igual a Ac_2 : o lote deve ser aceito;
- e) Igual ou maior que Re_2 : o lote pode ser rejeitado.

Tabela 2 – Plano de Amostragem para os Fios, Dupla Normal ($NQA = 2,5\%$, $NI=II$)

Quantidade de unidades que formam o lote	Primeira amostragem			Segunda amostragem		
	Quantidade de unidades a ensaiar	Ac_1 (A)	Re_1 (B)	Quantidade de unidades a ensaiar	Ac_2 (C)	Re_2 (D)
2 a 8	2	0	1	—	—	—
9 a 15	3	0	1	—	—	—
16 a 25	5	0	1	—	—	—
26 a 50	8	0	1	—	—	—
51 a 90	8	0	2	8	1	2
91 a 150	13	0	2	13	1	2
151 a 280	20	0	3	20	3	4
281 a 500	32	1	4	32	4	5
501 a 1200	50	2	5	50	6	7
1201 a 3200	80	3	7	80	8	9
3201 a 10000	125	5	9	125	12	13

Fonte: ABNT NBR 8120

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 27/05/2024	Página: 13 de 24
Título: Fio e Cabo de Aço Cobreado		ET.00174.EQTL	Revisão: 02
Classificação das informações: <input checked="" type="checkbox"/> Público <input type="checkbox"/> Interno <input type="checkbox"/> Restrito <input type="checkbox"/> Confidencial			

Tabela 3 – Plano de Amostragem para os Cabos, Dupla Normal (NQA = 4%, NI=I)

Quantidade de unidades que formam o lote	Primeira amostragem			Segunda amostragem		
	Quantidade de unidades a ensaiar	Ac ₁ (A)	Re ₁ (B)	Quantidade de unidades a ensaiar	Ac ₂ (C)	Re ₂ (D)
3 a 90	3	0	1	—	—	—
91 a 280	8	0	2	8	1	2
281 a 500	13	0	3	13	3	4
501 a 1200	20	1	4	20	4	5

Fonte: ABNT NBR 8121

Nota 4 – Significados das abreviaturas:

Ac₁ = Aceitação

Re₁ = Rejeição

Ac₂ = Aceitação

Re₂ = Rejeição

A quantidade de fios para cada cabo que deve ser ensaiada é determinada de acordo com o previsto na Tabela 4.

Se um corpo de prova extraído de uma amostra não satisfizer o valor especificado em qualquer ensaio, deve ser realizado o mesmo ensaio em dois outros corpos de prova adicionais da mesma amostra.

Se os resultados obtidos nos ensaios de ambos os corpos de prova adicionais forem satisfatórios, considera-se aquela amostra aceita.

Tabela 4 – Quantidade de Fios a Retirar de Cada Cabo para Ensaios

Formação do cabo Nº de fios	Quantidade de fios a serem ensaiados			
	Central	1ª coroa	2ª coroa	3ª coroa
3	—	1	—	—
7	1	2	—	—

Fonte: ABNT NBR 8121

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 27/05/2024	Página: 14 de 24
Título: Fio e Cabo de Aço Cobreado		ET.00174.EQTL	Revisão: 02
Classificação das informações: <input checked="" type="checkbox"/> Público <input type="checkbox"/> Interno <input type="checkbox"/> Restrito <input type="checkbox"/> Confidencial			

Qualquer unidade que tiver sua amostra representativa rejeitada deve ser excluída do lote.

O fabricante pode recompor um novo lote, submetendo-o a uma nova inspeção, após ter eliminado as unidades de expedição defeituosas.

<p>GRUPO</p> <p>equatorial</p> <p>ENERGIA</p>	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 27/05/2024	Página: 15 de 24
Título: Fio e Cabo de Aço Cobreado		ET.00174.EQTL	Revisão: 02
Classificação das informações: <input checked="" type="checkbox"/> Público <input type="checkbox"/> Interno <input type="checkbox"/> Restrito <input type="checkbox"/> Confidencial			

8 DESENHOS

Desenho 1 – Fio e Cabo de Aço Cobreado – Detalhes Construtivos

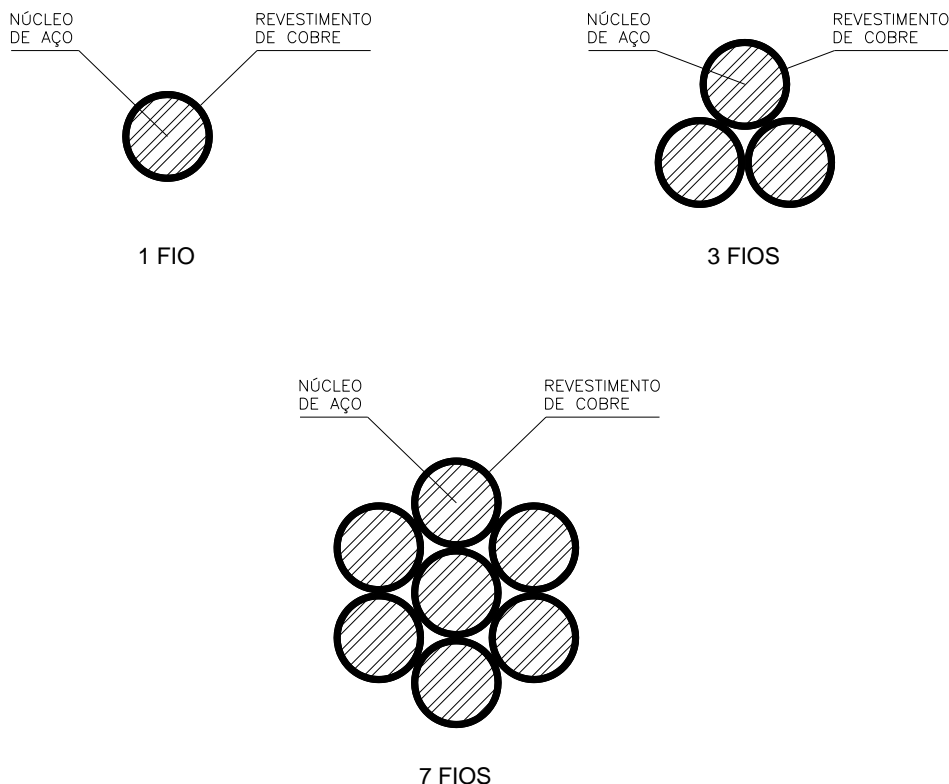


Tabela 5 – Dados Dimensionais do Fio e Cabo de Aço Cobreado

Item	Código	Seção Nominal (mm²)	Seção (AWG/MCM)	Seção Efetiva (mm²)	Nº de fios	Diâmetro do fio (mm)	Diâmetro do cabo (mm)	Massa (kg/km)	Carga de ruptura (daN)	IACS	Resistência Elétrica (Ω/km)
1	122050003	6	9	6,65	1	2,91	-	55	186	40%	6,481
2	122050001	16	5	16,76	1	4,62	-	137	469	40%	2,571
3	122050002	21	4	21,16	1	5,19	-	173	592	40%	2,037
4	122060001	35	2	31,9	3	3,67	7,91	265	846	40%	1,379
5	122060007	50	1	49,5	7	3,00	9,00	417	1158	53%	0,667

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 27/05/2024	Página: 16 de 24
Título: Fio e Cabo de Aço Cobreado		ET.00174.EQTL	Revisão: 02
Classificação das informações: <input checked="" type="checkbox"/> Público <input type="checkbox"/> Interno <input type="checkbox"/> Restrito <input type="checkbox"/> Confidencial			

6	122060011	70	2/0	65,44	7	3,45	10,35	552	1532	53%	0,504
7	122060012	95	3/0	93,3	7	4,12	12,36	787	2185	53%	0,354
8	122060010	120	4/0	117,3	7	4,62	13,86	989	2747	53%	0,281

Tabela 6 – Características do Fio de Aço Cobreado

IACS	40%	53%
Área de Cobre	35%	49%
Área de Aço	65%	51%
Massa específica (g/cm³)	8,24	8,35
Módulo de elasticidade (GPa)	176	166
Coefficiente de dilatação linear (°C⁻¹)	1,90 x 10 ⁻⁵	1,98 x 10 ⁻⁵
Resistividade máxima elétrica a 20 °C (Ω.mm²/km)	44	33
Coefficiente de variação da resistência com a temperatura a 20 °C (°C⁻¹)	0,00390	0,00389

9 CÓDIGOS PADRONIZADOS

Tabela 7 – Códigos e Descrições Padronizadas.

ORDEM	CÓDIGO	TEXTO BREVE	TEXTO COMPLETO
1	122050003	FIO ACO COBREADO 6MM²-9AWG LCA 40 PDE	FIO ACO COBREADO; MATERIAL NUCLEO: ACO CARBONO SAE 1010; MATERIAL REVESTIMENTO: COBRE ELETROLITICO; BITOLA FIO: 6MM²-9AWG; TIPO: LCA - MEDIA RESISTENCIA; CONDUTIVIDADE ELETRICA: 40%; TEMPERA: MEIO DURO; NORMAS/ESPECIFICACOES TECNICAS APLICAVEIS: ET.174.EQTL-FIO E CABO DE ACO COBREADO E ABNT NBR 8120; STATUS MATERIAL: MATERIAL PADRAO EQUATORIAL

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 27/05/2024	Página: 17 de 24
Título: Fio e Cabo de Aço Cobreado		ET.00174.EQTL	Revisão: 02
Classificação das informações: <input checked="" type="checkbox"/> Público <input type="checkbox"/> Interno <input type="checkbox"/> Restrito <input type="checkbox"/> Confidencial			

ORDEM	CÓDIGO	TEXTO BREVE	TEXTO COMPLETO
			(COMPRA LIBERADA)-PDE; SUBSTITUTO: NAO APLICAVEL; REQUISITOS ADICIONAIS: APLICACAO ATERRAMENTO.
2	122050001	FIO ACO COBREADO 16MM²-5AWG LCA 40 PDE	FIO ACO COBREADO; MATERIAL NUCLEO: ACO CARBONO SAE 1010; MATERIAL REVESTIMENTO: COBRE ELETROLITICO; BITOLA FIO: 16MM²-5AWG; TIPO: LCA - MEDIA RESISTENCIA; CONDUTIVIDADE ELETRICA: 40%; TEMPERA: MEIO DURO; NORMAS/ESPECIFICACOES TECNICAS APLICAVEIS: ET.174.EQTL-FIO E CABO DE ACO COBREADO E ABNT NBR 8120; STATUS MATERIAL: MATERIAL PADRAO EQUATORIAL (COMPRA LIBERADA)-PDE; SUBSTITUTO: NAO APLICAVEL; REQUISITOS ADICIONAIS: APLICACAO ATERRAMENTO.
3	122050002	FIO ACO COBREADO 21MM²-4AWG LCA 40 PDE	FIO ACO COBREADO; MATERIAL NUCLEO: ACO CARBONO SAE 1010; MATERIAL REVESTIMENTO: COBRE ELETROLITICO; BITOLA FIO: 21MM²-4AWG; TIPO: LCA - MEDIA RESISTENCIA; CONDUTIVIDADE ELETRICA: 40%; TEMPERA: MEIO DURO; NORMAS/ESPECIFICACOES TECNICAS APLICAVEIS: ET.174.EQTL-FIO E CABO DE ACO COBREADO E ABNT NBR 8120; STATUS MATERIAL: MATERIAL PADRAO EQUATORIAL (COMPRA LIBERADA)-PDE; SUBSTITUTO: NAO APLICAVEL; REQUISITOS ADICIONAIS: APLICACAO ATERRAMENTO.
4	122060001	CABO ACO COBREADO 35MM² 3F LCA 40 PDE	CABO ACO COBREADO; MATERIAL NUCLEO: ACO CARBONO; MATERIAL REVESTIMENTO: COBRE ELETROLITICO; SECAO NOMINAL CABO: 35MM²-2AWG; NUMERO FIOS: 3FIOS - 3F; DIAMETRO FIO: 3,67MM; DIAMETRO CABO: 7,91MM; TIPO: LCA -

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 27/05/2024	Página: 18 de 24
Título: Fio e Cabo de Aço Cobreado		ET.00174.EQTL	Revisão: 02
Classificação das informações: <input checked="" type="checkbox"/> Público <input type="checkbox"/> Interno <input type="checkbox"/> Restrito <input type="checkbox"/> Confidencial			

ORDEM	CÓDIGO	TEXTO BREVE	TEXTO COMPLETO
			MEDIA RESISTENCIA; CONDUTIVIDADE ELETRICA: 40%; TEMPERA: MEIO DURO; NORMAS/ESPECIFICACOES TECNICAS APLICAVEIS: ET.174.EQTL-FIO E CABO DE ACO COBREADO E ABNT NBR 8121; STATUS MATERIAL: MATERIAL PADRAO EQUATORIAL (COMPRA LIBERADA)-PDE; SUBSTITUTO: NAO APLICAVEL; REQUISITOS ADICIONAIS: APLICACAO ATERRAMENTO.
5	122060007	CABO ACO COBREADO 50MM² 7F LCA 53 PDE	CABO ACO COBREADO; MATERIAL NUCLEO: ACO CARBONO; MATERIAL REVESTIMENTO: COBRE ELETROLITICO; SECAO NOMINAL CABO: 50MM²-1AWG; NUMERO FIOS: 7FIOS - 7F; DIAMETRO FIO: 3,00MM; DIAMETRO CABO: 9,00MM; TIPO: LCA - MEDIA RESISTENCIA; CONDUTIVIDADE ELETRICA: 53%; TEMPERA: MEIO DURO; NORMAS/ESPECIFICACOES TECNICAS APLICAVEIS: ET.174.EQTL-FIO E CABO DE ACO COBREADO E ABNT NBR 8121; STATUS MATERIAL: MATERIAL PADRAO EQUATORIAL (COMPRA LIBERADA)-PDE; SUBSTITUTO: NAO APLICAVEL; REQUISITOS ADICIONAIS: APLICACAO ATERRAMENTO.
6	122060011	CABO ACO COBREADO 70MM² 7F LCA 53 PDE	CABO ACO COBREADO; MATERIAL NUCLEO: ACO CARBONO; MATERIAL REVESTIMENTO: COBRE ELETROLITICO; SECAO NOMINAL CABO: 70MM²-2/0AWG; NUMERO FIOS: 7FIOS - 7F; DIAMETRO FIO: 3,45MM; DIAMETRO CABO: 10,35MM; TIPO: LCA - MEDIA RESISTENCIA; CONDUTIVIDADE ELETRICA: 53%; TEMPERA: MEIO DURO; NORMAS/ESPECIFICACOES TECNICAS APLICAVEIS: ET.174.EQTL-FIO E CABO DE ACO COBREADO E ABNT NBR 8121; STATUS


	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 27/05/2024	Página: 19 de 24
Título: Fio e Cabo de Aço Cobreado		ET.00174.EQTL	Revisão: 02
Classificação das informações: <input checked="" type="checkbox"/> Público <input type="checkbox"/> Interno <input type="checkbox"/> Restrito <input type="checkbox"/> Confidencial			

ORDEM	CÓDIGO	TEXTO BREVE	TEXTO COMPLETO
			MATERIAL: MATERIAL PADRAO EQUATORIAL (COMPRA LIBERADA)-PDE; SUBSTITUTO: NAO APLICAVEL; REQUISITOS ADICIONAIS: APLICACAO ATERRAMENTO.
7	122060012	CABO ACO COBREADO 95MM² 7F LCA 53 PDE	CABO ACO COBREADO; MATERIAL NUCLEO: ACO CARBONO; MATERIAL REVESTIMENTO: COBRE ELETROLITICO; SECAO NOMINAL CABO: 95MM²-3/0AWG; NUMERO FIOS: 7FIOS - 7F; DIAMETRO FIO: 4,12MM; DIAMETRO CABO: 12,36MM; TIPO: LCA - MEDIA RESISTENCIA; CONDUTIVIDADE ELETRICA: 53%; TEMPERA: MEIO DURO; NORMAS/ESPECIFICACOES TECNICAS APLICAVEIS: ET.174.EQTL-FIO E CABO DE ACO COBREADO E ABNT NBR 8121; STATUS MATERIAL: MATERIAL PADRAO EQUATORIAL (COMPRA LIBERADA)-PDE; SUBSTITUTO: NAO APLICAVEL; REQUISITOS ADICIONAIS: APLICACAO ATERRAMENTO.
8	122060010	CABO ACO COBREADO 120MM² 7F LCA 53 PDE	CABO ACO COBREADO; MATERIAL NUCLEO: ACO CARBONO; MATERIAL REVESTIMENTO: COBRE ELETROLITICO; SECAO NOMINAL CABO: 120MM²-4/0AWG; NUMERO FIOS: 7FIOS - 7F; DIAMETRO FIO: 4,62MM; DIAMETRO CABO: 13,86MM; TIPO: LCA - MEDIA RESISTENCIA; CONDUTIVIDADE ELETRICA: 53%; TEMPERA: MEIO DURO; NORMAS/ESPECIFICACOES TECNICAS APLICAVEIS: ET.174.EQTL-FIO E CABO DE ACO COBREADO E ABNT NBR 8121; STATUS MATERIAL: MATERIAL PADRAO EQUATORIAL (COMPRA LIBERADA)-PDE; SUBSTITUTO: NAO APLICAVEL; REQUISITOS ADICIONAIS: APLICACAO ATERRAMENTO.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 27/05/2024	Página: 20 de 24
Título: Fio e Cabo de Aço Cobreado		ET.00174.EQTL	Revisão: 02
Classificação das informações: <input checked="" type="checkbox"/> Público <input type="checkbox"/> Interno <input type="checkbox"/> Restrito <input type="checkbox"/> Confidencial			


10 ANEXOS

Anexo I – Plano de Inspeções e Testes – PIT (Ensaio de Recebimento)

											ANEXO I - PLANO DE INSPEÇÃO E TESTES - PIT - ENSAIOS DE RECEBIMENTO ET.00174.EQTL - Fio e cabo de aço cobreado Revisão 02 - 2024										
Fabricante:														N° Pedido:							
Modelo:														Código Equatorial:							
N° Série:														Quantidade:							
ITEM	DESCRIÇÃO DO ENSAIO	INSTRUÇÃO E PROCEDIMENTOS	PERCENTUAL DE AMOSTRA	DETALHES			LOCAL / DATA	QUANTIDADE INSPECIONADA	QUANTIDADE APROVADA	OBSERVAÇÃO DOS ENSAIOS											
				1	2	3															
1	Ensaio no fio de aço revestidos de cobre																				
1.1	Inspeção Visual	Conforme ET.00174	Conforme Tabela 1 da ET.00174																		
1.2	Verificação do diâmetro do fio	Conforme ABNT NBR 8120	Conforme Tabela 1 da ET.00174																		
1.3	Ensaio de resistividade elétrica dos fios de aço revestidos de cobre	Conforme ABNT NBR 8120	Conforme Tabela 1 da ET.00174																		
1.4	Ensaio de resistência elétrica dos fios de aço revestidos de cobre	Conforme ABNT NBR 8120	Conforme Tabela 1 da ET.00174																		
1.5	Ensaio de alongamento à ruptura	Conforme ABNT NBR 8120	Conforme Tabela 1 da ET.00174																		
1.6	Ensaio de enrolamento (ductilidade)	Conforme ABNT NBR 8120	Conforme Tabela 1 da ET.00174																		
1.7	Ensaio de torção (não aplicável a fios componentes de cabos)	Conforme ABNT NBR 8120	Conforme Tabela 1 da ET.00174																		
1.8	Verificação da espessura da camada de cobre (não aplicável a fios componentes de cabos)	Conforme ABNT NBR 8120	Conforme Tabela 1 da ET.00174																		
2	Ensaio no cabo de aço revestidos de cobre																				
2.1	Verificação visual	Conforme ET.00174	Conforme Tabela 2 da ET.00174																		
2.2	Verificação das características de encordoamento	Conforme ABNT NBR 8121	Conforme Tabela 2 da ET.00174																		
2.3	Verificação da seção transversal do cabo	Conforme ABNT NBR 8121	Conforme Tabela 2 da ET.00174																		
Tipo da Inspeção	1		2					3													
	Local de Inspeção F = Fábrica L = Laboratório T = Terceirizado S = Subfornecedor		A = Almoxarifado Equatorial (*) = Não Aplicável		Inspeção P = Na presença do Inspetor da Equatorial F = Sem a presença do Inspetor (*) = Não Aplicável			Emissão de Certificado ou Relatório de Ensaio C = Entrega para Registro¹ E = Exame / Análise² (*) = Não Aplicável													
<p>¹ Os certificados/relatórios de ensaio devem ser entregues ao inspetor Equatorial devidamente preenchidos, identificados com o nome/tipo e número de série dos equipamentos ensaiados e assinados pelo(s) responsável(is) pela(s) área(s) de testes.</p> <p>² Não é necessário fornecer uma cópia dos certificados/relatórios, somente apresentar o documento para análise do inspetor Equatorial.</p> <p>- Os equipamentos de medições utilizados na inspeção deverão estar aferidos e calibrados por órgãos reconhecidos e os certificados apresentados no início da inspeção.</p> <p>- Os procedimentos de cada ensaio e valores de referência deverão seguir a especificação técnica e normas aplicáveis</p>																					
ASSINATURA CONCESSIONÁRIA				ASSINATURA FORNECEDOR																	


	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 27/05/2024	Página: 21 de 24
Título: Fio e Cabo de Aço Cobreado		ET.00174.EQTL	Revisão: 02
Classificação das informações: <input checked="" type="checkbox"/> Público <input type="checkbox"/> Interno <input type="checkbox"/> Restrito <input type="checkbox"/> Confidencial			

Anexo II – Folhas de Dados e Características Garantidas

 ANEXO II - FOLHA DE DADOS TÉCNICOS E CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS ET.00174.EQTL - Fio e cabo de aço cobreado Revisão 02 - 2024				
DISTRIBUIDORA				
FORNECEDOR				
PEDIDO DE COMPRA				
CÓDIGO FORNECEDOR				
CÓDIGO				
DESCRIÇÃO BREVE				
QUANTIDADE				
NORMAS	ABNT NBR 8120 e ABNT NBR 8121			
ITEM	DESCRIÇÃO	UND	ESPECIFICADO	GARANTIDO
1	Aplicação do material	-	Aterramento de equipamentos e estruturas de redes e linhas de distribuição	
2	Material do núcleo	-	Aço	
3	Material do revestimento	-	Cobre eletrolítico	
	Tipo	-	LCA	
	Tempera	-	Meio Dura	
	Condutividade IACS	%	40, 53	
4	Seção	mm²	6, 16, 21, 35, 50, 70, 95, 120	
6	Número de fios	-	1, 3, 7	
7	Diâmetro do fio	mm	2,91; 4,62; 5,19; 3,67; 3; 3,45; 4,12	
8	Diâmetro do cabo	mm	7,91; 9; 10,35; 12,36; 13,86	
9	Carga de ruptura	daN	186, 469, 592, 846, 1158, 1532, 2185, 2747	
10	Resistência elétrica	Ω/km	6,481; 2,571; 2,037; 1,379; 0,667; 0,504; 0,354; 0,281	

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 27/05/2024	Página: 22 de 24
Título: Fio e Cabo de Aço Cobreado		ET.00174.EQTL	Revisão: 02
Classificação das informações: <input checked="" type="checkbox"/> Público <input type="checkbox"/> Interno <input type="checkbox"/> Restrito <input type="checkbox"/> Confidencial			

Anexo III – Quadro de Desvios Técnicos e Exceções

	ANEXO III - DECLARAÇÃO DE DESVIOS TÉCNICOS E EXCEÇÕES ET.00174.EQTL - Fio e cabo de aço cobreado Revisão 02 - 2024
CLIENTE	
PROPONENTE	
Nº DA PROPOSTA	
CÓDIGO	
DESCRIÇÃO BREVE	
QUANTIDADE	
ITEM	DESCRIÇÃO DOS DESVIOS TÉCNICOS E EXCEÇÕES
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 27/05/2024	Página: 23 de 24
Título: Fio e Cabo de Aço Cobreado		ET.00174.EQTL	Revisão: 02
Classificação das informações: <input checked="" type="checkbox"/> Público <input type="checkbox"/> Interno <input type="checkbox"/> Restrito <input type="checkbox"/> Confidencial			

11 CONTROLE DE REVISÕES

REV	DATA	ITEM	DESCRIÇÃO DA MODIFICAÇÃO	RESPONSÁVEL
00	22/06/2022	Geral	Revisão inicial para adequação ao novo padrão de formatação dos documentos do Grupo Equatorial Energia, dando continuidade a revisão 02 do antigo padrão ET.31.174. Adequação à NBR 8120:2021	Felipe Augusto Torres de Araujo
01	14/12/2023	Geral	Revisão geral para inclusão dos cabos de aço cobreado na especificação técnica, englobando assim fios e cabos de aço cobreado.	Felipe Augusto Torres de Araujo
02	22/05/2024	5.7, 8, 9 e 10	Atualizado método de cadastro de fornecedores. Atualizada a Tabela 5 do item 8 e Tabela 7 do item 9 para inserção das seções de cabos de 70, 95 e 120mm². Atualização do Anexo II.	Felipe Augusto Torres de Araujo

12 APROVAÇÃO

ELABORADOR (ES)

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

REVISOR (ES)

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

APROVADOR (ES)

Jorge Alberto Oliveira Tavares – Gerência Corporativa de Normas e Qualidade

FIO E CABO DE AÇO COBREADO

GRUPO
equatorial
ENERGIA

