

CABO DE CONTROLE BLINDADO

Especificação Técnica – ET.432

Revisão 00 – 2022


FINALIDADE

Esta Especificação Técnica tem a finalidade de estabelecer regras e recomendações mínimas exigíveis de cabo de controle blindado para utilização pelas empresas do Grupo Equatorial.

A versão vigente, datada de 18 de agosto de 2022, cancela as versões anteriores.

SUMÁRIO

1	CAMPO DE APLICAÇÃO	4
2	RESPONSABILIDADES	4
3	DEFINIÇÕES	4
4	REFERÊNCIAS	5
5	CONDIÇÕES GERAIS	6
5.1	Desenho do material	6
5.2	Códigos padronizados.....	6
5.3	Identificação	6
5.4	Embalagem	6
6	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E OPERACIONAIS	7
6.1	Características construtivas	7
6.2	Aplicação	9
7	INSPEÇÕES E ENSAIOS	9
7.1	Ensaio	9
7.2	Ensaio de recebimento	12
7.3	Ensaio de tipo	12
8	DESENHOS.....	14
9	CONTROLE DE REVISÕES	15
10	APROVAÇÃO	15

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 18/08/2022	Página: 4 de 16
Título: Cabo de Controle Blindado		ET.432.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 Equatorial. Também se aplica a todas as empresas responsáveis pela fabricação/fornecimento deste item ao Grupo Equatorial.

2 RESPONSABILIDADES

2.1 Gerência Corporativa de Normas e Qualidade

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

Homologar tecnicamente apenas fabricantes de Cabo de Controle Blindado, que seus processos de fabricação estejam de acordo com os padrões, critérios e especificações estabelecidas e definidas nesta norma e nas normas técnicas dos órgãos competentes.

2.2 Gerência Corporativa de Obras AT

Aplicar nas subestações do Grupo Equatorial apenas cabos de controle blindado que estejam de acordo com esta especificação. Participar do processo de revisão desta especificação técnica.

2.3 Gerências Corporativas de Planejamento de Suprimentos e de Logística

Solicitar em sua rotina de aquisição e receber em sua rotina de inspeção, materiais conforme exigências desta especificação.

2.4 Fabricante/Fornecedor

Fabricar / Fornecer materiais conforme exigências desta especificação técnica.

3 DEFINIÇÕES

3.1 Blindagem


Envoltório condutor ou semicondutor, aplicado sobre o condutor ou sobre o condutor isolado (ou eventualmente sobre um conjunto de condutores isolados), para fins elétricos.

3.2 Cabo de controle

Cabo utilizado em circuitos de controle de sistemas e equipamentos elétricos.

3.3 Capa

Invólucro interno metálico ou não, aplicado sobre uma veia ou sobre um conjunto de veias de um cabo.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 18/08/2022	Página: 5 de 16
Título: Cabo de Controle Blindado		ET.432.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

3.4 Cobertura

Invólucro externo não metálico e contínuo, sem função de isolamento.

3.5 Enchimento

Material utilizado em cabos multipolares para preencher os interstícios entre as veias.

3.6 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.

3.7 Isolação extrudada

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

3.8 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.

3.9 Separador

Invólucro não metálico, sem função de isolação, colocado entre componentes de um cabo para impedir contatos diretos entre eles.

4 REFERÊNCIAS

NBR 5111:1997 – Fios de cobre nus, de seção circular, para fins elétricos

NBR 5471:1986 – Condutores elétricos


NBR 6251:2012 – Cabos de potência com isolação extrudada para tensões de 1 kV a 35 kV – Requisitos construtivos

NBR 6814:1986 – Fios e cabos elétricos - Ensaio de resistência elétrica

NBR 6881:2010 – Fios e cabos elétricos de potência, controle e instrumentação – Ensaio de tensão elétrica

NBR 7290:2016 – Cabos de controle com isolação extrudada de XLPE, EPR ou HEPR para tensões até 1 kV – Requisitos de desempenho

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

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 18/08/2022	Página: 6 de 16
Título: Cabo de Controle Blindado		ET.432.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

NBR 7312:2020 – Rolos de fios e cabos elétricos - Características dimensionais

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

NBR NM 244:2011 – Condutores e cabos isolados – Ensaio de centelhamento

NBR NM 280:2011 – Condutores de cabos Isolados (IEC 60228, MOD)

NBR NM IEC 60332-1:2005 – Métodos de ensaios em cabos elétricos sob condições de fogo – Parte 1: Ensaio em um único condutor ou cabo isolado na posição vertical.

5 CONDIÇÕES GERAIS

5.1 Desenho do material

Conforme Desenho 1 – Cabo de Controle Blindado – Detalhes Construtivos

5.2 Códigos padronizados

Conforme Desenho 1 – Cabo de Controle Blindado – Detalhes Construtivos

5.3 Identificação


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

- a) Nome do fabricante, CNPJ e país de origem;
- b) Tensão de isolamento;
- c) Número de condutores e seção nominal expressa em milímetros quadrados (mm²);
- d) Número da norma da ABNT;
- e) Massa bruta aproximada, expressa em quilogramas (kg);
- f) Comprimentos do lance, expressos em metros (m);
- g) Seta no sentido de rotação para desenrolar;
- h) Identificação para fins de rastreabilidade.

Os rolos devem conter etiqueta com as indicações acima, com exceção referente às alíneas “e” e “g”.

5.4 Embalagem

Os cabos devem ser acondicionados de maneira a ficarem protegidos durante o manuseio, transporte, armazenagem e utilização, conforme a NBR 7310. O acondicionamento pode ser em carretel ou rolo.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 18/08/2022	Página: 7 de 16
Título: Cabo de Controle Blindado		ET.432.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

O acondicionamento normal em carretéis deve ser limitado à massa bruta de 5000 kg e o acondicionamento em rolos deve atender aos limites de massa previstos na NBR 7312.

Os cabos devem ser fornecidos em unidade de expedição com comprimento equivalente à quantidade nominal. Cada unidade de expedição deve conter um comprimento contínuo de cabo.

Para cada unidade de expedição, a incerteza máxima exigida na quantidade efetiva é de $\pm 1\%$ em comprimento.

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.

Admite-se, quando não especificado diferentemente pelo comprador, para cabos acondicionados em carretéis, que:

- a) A quantidade efetiva em cada unidade de expedição seja diferente do comprimento nominal de $\pm 3\%$ em comprimento. Para efeitos comerciais, o fabricante deve declarar a quantidade efetiva;
- b) A entrega de até 5% da encomenda em lances não inferiores a 50% do comprimento nominal.

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

As extremidades dos cabos acondicionados em carretéis devem ser convenientemente seladas com capuzes de vedação ou com fita autoaglomerante, resistentes às intempéries, a fim de evitar a penetração de umidade durante o manuseio, transporte e armazenamento.

5.5 Garantia

O fornecedor deve dar 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

O condutor (veia) deve ser de cobre eletrolítico, têmpera mole, encordoamento Classe 4 ou 5. A superfície dos fios componentes do condutor encordoado não pode apresentar fissuras, escamas, rebarbas, aspereza, estrias ou inclusões. O condutor pronto não pode apresentar falhas de encordoamento.

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

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 18/08/2022	Página: 8 de 16
Título: Cabo de Controle Blindado		ET.432.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

Os fios componentes do condutor encordoados antes de serem submetidos às fases posteriores de fabricação devem atender aos requisitos da norma NBR 5111.

6.1.2 Isolação

A isolação deve ser constituída por composto termofixo extrudado a base de copolímero ou terpolímero de etileno-propileno (EPR ou HEPR) ou polietileno reticulado (XLPE), conforme NBR 6251.

A isolação deve ser contínua e uniforme, ao longo de todo o seu comprimento. A isolação das veias deve estar justaposta sobre o condutor, porém facilmente removível e não aderente a ele. As espessuras nominais da isolação devem estar conforme o Desenho 1.

6.1.3 Separador

Sobre o conjunto formado pelas veias e enchimento deve ser aplicado uma fita de material plástico, enrolada com passo e sobreposição convenientes. O separador não deve ser higroscópico quimicamente inerte e ter propriedades compatíveis com os demais componentes do cabo. Este separador deve estar de acordo com a NBR 6251.

A finalidade principal desta fita é evitar o contato do enchimento das veias com a capa protetora interna e, dessa forma, melhorar a flexibilidade do cabo e suas condições de utilização.

6.1.4 Capa interna

A capa interna deve ser aplicada sobre o conjunto das veias reunidas, sendo de material adequado para a temperatura de operação do cabo e compatível com o material da isolação.

A capa interna deve ser feita de PVC, aplicada sobre o separador e deve estar de acordo com a NBR 6251. Sobre esta capa protetora deve ser aplicada a blindagem do cabo.

6.1.5 Blindagem

A blindagem consiste em uma fita de cobre nu, de têmpera mole, espessura mínima de 0,08 mm, largura definida em função do diâmetro do cabo sob blindagem, não devendo ser inferior a 20 mm, sendo cada camada com superposição de 50%. Sobre a blindagem deve ser aplicada a cobertura.

6.1.6 Cobertura


A cobertura dos cabos deve ser constituída de material termoplástico (ST2 ou ST7) ou termofixo (SE1/A ou SE1/B).

A cobertura deve ser de cor preta, contínua e uniforme ao longo de todo o seu comprimento.

6.1.7 Identificação das veias

As veias do Cabo de Controle blindado podem ser identificadas por números ou por cores.

A identificação por veias numeradas é feita por números impressos sobre a isolação com numeração sequencial a partir do centro.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 18/08/2022	Página: 9 de 16
Título: Cabo de Controle Blindado		ET.432.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

A identificação por veias coloridas é feita utilizando-se uma cor singela individual para cada veia, de modo a atender ao seguinte código de cores:

- a) Em cada camada deve haver uma única veia de cor preta (veia-piloto);
- b) As demais veias constituintes desta mesma camada devem obedecer à seguinte sequência, iniciando-se sempre pela cor preta: branca, vermelha, azul, laranja e marrom;
- c) Quando o centro da reunião das veias for constituído de apenas uma veia, esta deve ser de cor preta.

6.1.8 Tensão de isolamento

Os cabos de potência previstos nesta Norma se caracterizam pela tensão de isolamento U_0/U : 0,6/1 kV. As tensões U_0 e U se encontram definidas na NBR 6251.

6.1.9 Condições de operação

A temperatura no condutor em regime permanente não pode ultrapassar 90 °C.

6.2 Aplicação

Utilizado nas subestações de energia do Grupo Equatorial.

7 INSPEÇÕES E ENSAIOS

7.1 Ensaio

7.1.1 Ensaio de resistência elétrica

A resistência elétrica dos condutores, referida a 20 °C e a um comprimento de 1 km, não pode ser superior aos valores estabelecidos no Desenho 1.

O ensaio deve ser realizado conforme a NBR 6814.

7.1.2 Ensaio de tensão elétrica

O cabo deve ser submetido à tensão elétrica alternada, de frequência 48 Hz a 62 Hz. O valor da tensão a ser aplicada e o tempo de aplicação da mesma são dados na Tabela 1.

Como alternativa, o ensaio de tensão elétrica pode ser efetuado com tensão elétrica contínua, de valor igual a 2,4 vezes o valor indicado na Tabela 1.

O cabo deve ser ensaiado conforme a NBR 6881.


	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 18/08/2022	Página: 10 de 16
Título: Cabo de Controle Blindado		ET.432.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

Tabela 1 – Valores de tensão de ensaio

Tensão de isolamento (V)	Classificação do ensaio	Tensão de ensaio (V)	Tempo
1000	Rotina	3500	5 min
	Tipo	2400	4 h

7.1.3 Ensaio de resistência de isolamento à temperatura ambiente

A resistência de isolamento da(s) veia(s), referida a 20 °C e a um comprimento de 1 km, não pode 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 3,7 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.


O ensaio de resistência de isolamento deve ser realizado após o ensaio de tensão elétrica. No caso de o ensaio de tensão elétrica ter sido realizado com tensão elétrica contínua, a medição da resistência de isolamento deve ser feita 24 h após os condutores terem sido curto-circuitados entre si e a terra.

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

Quando este ensaio for realizado como ensaio de tipo, a medição da resistência de isolamento deve ser feita com o corpo de prova, constituído por uma veia de comprimento mínimo de 5 m, imerso em água por pelo menos 1 h antes do ensaio, tendo sido retirados todos os componentes exteriores à isolação.

7.1.4 Ensaio de resistência de isolamento à temperatura máxima de operação

A resistência de isolamento da(s) veia(s) à temperatura máxima da operação, referida a um comprimento de 1 km, não pode ser inferior ao valor calculado com a equação dada em 7.1.3, tomando-se a constante de isolamento $K_i = 3,7$ MΩ.km.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 18/08/2022	Página: 11 de 16
Título: Cabo de Controle Blindado		ET.432.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

A temperatura no condutor deve ser obtida pela imersão do corpo de prova em água, após terem sido removidos todos os componentes exteriores à isolação. O corpo de prova deve ser mantido na água, pelo menor por 2 h, à temperatura especificada, antes de efetuar-se a medição.

A medição da resistência de isolamento deve ser feita com tensão elétrica contínua, com valor de 300 V a 500 V, aplicada por um tempo mínimo de 1 min e máximo de 5 min.

O comprimento mínimo do corpo de prova deve ser de 5 m.

O ensaio deve ser realizado conforme a NBR 6813.

7.1.5 Ensaio de centelhamento

O ensaio de centelhamento deve ser realizado conforme NBR NM 244.

O ensaio de centelhamento deve ser realizado durante o processo de fabricação das veias dos cabos.

7.1.6 Ensaio de tensão elétrica de longa duração

Este ensaio deve ser efetuado em um corpo de prova constituído por um comprimento mínimo de 5 m de cabo completo. Devem ser retirados todos os componentes exteriores à isolação, tomando-se cuidado para não danificá-la.

As veias devem ser imersas em água por um tempo não inferior a 1 h, antes de serem submetidas ao ensaio.

A tensão deve ser aplicada entre as veias e a água.

A veia do cabo deve ser submetida à tensão elétrica alternada, de frequência 48 Hz a 62 Hz. O valor da tensão a ser aplicada é dado na Tabela 1.

O tempo de aplicação da tensão elétrica deve ser de 4 h.

O ensaio deve ser realizado conforme a NBR 6881.

7.1.7 Ensaio de resistência à chama

As amostras devem ser constituídas por comprimentos suficiente de cabo completo, devendo atender aos requisitos estabelecidos na NBR NM IEC 60332-1.

O ensaio deve ser realizado conforme a NBR NM IEC 60332-1.


7.1.8 Ensaio para determinação do fator de correção da resistência de isolamento

Este ensaio pode ser realizado, desde que previamente requerido como exigência adicional.

A amostra deve ser preparada e ensaiada conforme a NBR 6813 e o fator para correção da resistência de isolamento deve ser aproximadamente igual ao previamente fornecido pelo fabricante.

7.1.9 Ensaio físicos nos componentes de cabo

Os ensaios físicos nos componentes devem estar de acordo com a NBR 6251 para os compostos de isolação e cobertura, com os respectivos métodos de ensaios e requisitos.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 18/08/2022	Página: 12 de 16
Título: Cabo de Controle Blindado		ET.432.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

7.2 Ensaios de recebimento

7.2.1 Ensaios de rotina

- a) Ensaio de resistência elétrica;
- b) Ensaio de tensão elétrica;
- c) Ensaio de resistência de isolamento à temperatura ambiente.

7.2.2 Ensaios especiais

- a) Verificação da construção do cabo;
- b) Ensaios de tração na isolação, antes e após o envelhecimento;
- c) Ensaios de tração na cobertura antes e após o envelhecimento;
- d) Ensaio de alongamento a quente na isolação e na cobertura, quando termofixas;
- e) Ensaio de resistência à chama.

Os ensaios especiais devem ser realizados para ordens de compra que excedam 2 km de cabo, de mesmo tipo, seção e construção. Para ordens de compra com vários itens de mesma construção e os mesmos materiais componentes, apenas com seções diferentes, os ensaios especiais podem ser realizados em um único item, preferencialmente o de maior comprimento. Para ordens de compra com comprimentos de cabos inferiores aos anteriores estabelecidos, o fabricante deve fornecer um certificado onde conste que o cabo cumpre os requisitos dos ensaios especiais desta especificação técnica.

7.3 Ensaios de tipo


Os ensaios de tipo devem ser realizados, de um modo geral, uma única vez para cada projeto de cabo, com a finalidade de demonstrar o satisfatório comportamento do projeto do cabo, para atender à aplicação prevista. São, por isso mesmo, de natureza tal que não precisam ser repetidos, a menos que haja modificação do projeto do cabo, que possa alterar seu desempenho.

7.3.1 Tipo elétricos

- a) Ensaio de resistência elétrica;
- b) Ensaio de tensão elétrica;
- c) Ensaio de resistência de isolamento à temperatura ambiente;
- d) Ensaio de resistência de isolamento a 90 °C;
- e) Ensaio de tensão elétrica de longa duração.

O corpo de prova deve ser constituído por um comprimento de 10 m a 15 m de cabo completo.

No caso de cabos com mais de três veias, estes ensaios devem ser limitados a não mais de 20 % das veias, com o mínimo de três veias ensaiadas.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 18/08/2022	Página: 13 de 16
Título: Cabo de Controle Blindado		ET.432.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00


7.3.2 Tipo não elétricos

- a) Verificação da construção do cabo;
- b) Ensaios físicos da isolação;
- c) Ensaios físicos da cobertura;
- d) Ensaio de resistência à chama.

Devem ser utilizados comprimentos suficiente de cabo completo, retirados dos mesmos lotes de fabricação utilizados para os ensaios de tipo elétrico.

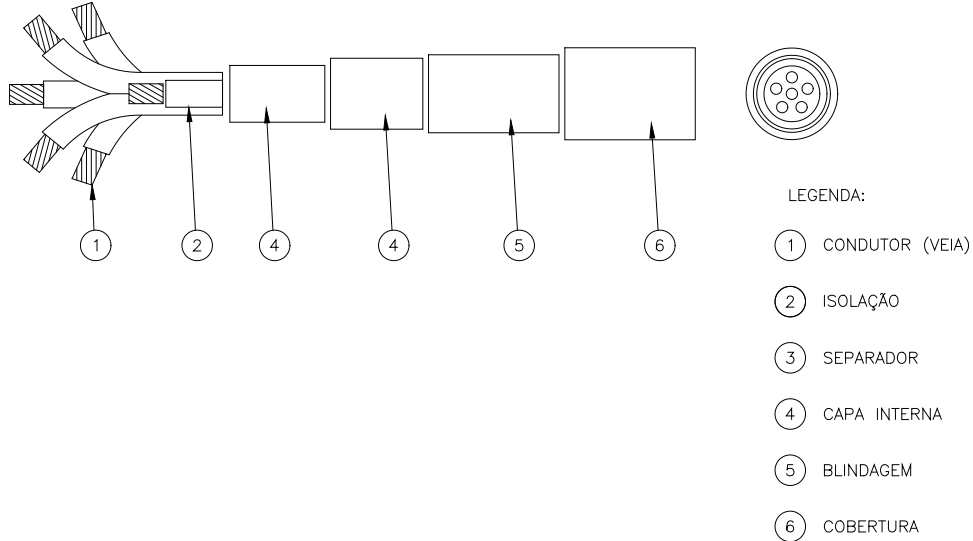
7.3.3 Ensaio de tipo complementar

- a) Ensaio para determinação do fator de correção da resistência de isolamento.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 18/08/2022	Página: 14 de 16
		Título: Cabo de Controle Blindado	ET.432.EQTL.Normas e Qualidade


8 DESENHOS

Desenho 1 – Cabo de Controle Blindado – Detalhes Construtivos



Legenda 1 – Códigos Padronizados (Desenho 1)

CÓDIGO	SEÇÃO DO CONDUTOR (mm ²)	QUANTIDADE DE CONDUTORES	DIÂMETRO NOMINAL MÁXIMO DOS FIOS (mm)		RESISTÊNCIA MÁXIMA DO CONDUTOR EM CC A 20°C (Ω/km)	ESPESSURA MÍNIMA DE ISOLAÇÃO (mm)	
			Classe 4	Classe 5		XLPE e HEPR	EPR
122230318	1,5	3	0,41	0,26	13,3	0,7	1
122230325		7					
122260044		9					
122230321	2,5	2	0,41	0,26	7,98	0,7	1
122230319		4					
122260043		5					
122230242	4,0	2	0,51	0,31	4,95	0,7	1
122230317		4					
122230243	6,0	2	0,51	0,31	3,30	0,7	1
122260042		4					
122230320		6					

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 18/08/2022	Página: 15 de 16
Título: Cabo de Controle Blindado		ET.432.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

9 CONTROLE DE REVISÕES

REV	DATA	ITEM	DESCRIÇÃO DA MODIFICAÇÃO	RESPONSÁVEL
00	09/08/2022		Revisão inicial para adequação ao novo padrão de formatação dos documentos do Grupo Equatorial Energia, dando continuidade a revisão 00 do antigo padrão ET.16.432.	Felipe Augusto Torres de Araujo

10 APROVAÇÃO

ELABORADOR (ES) / REVISOR (ES)

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

COLABORADOR (ES)

Milena dos Santos Miranda – Gerência Corporativa de Obras AT

Roberto Arturo Quezada Sales – Gerência Corporativa de Obras AT

APROVADOR (ES)

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

CABO DE CONTROLE
BLINDADO

GRUPO
equatorial
ENERGIA

