



**Instituto Lab System de Pesquisas e Ensaios LTDA.**  
Laboratório de ensaio acreditado pela Cgcre/INMETRO de acordo com a  
NBR ISO/IEC 17025

**Relatório de Análises e Ensaios de Produtos (RAE) N.º 080908 Pág.: 1 / 4**

**Data de emissão: 01/10/2008**

**1 – Solicitante:** *Brascopper CBC Brasileira de Condutores Ltda.*  
**Rua:** *Uruguai* **N.º** *2050*  
**Complemento:** *---* **CEP:** *14075-330*  
**Cidade / Estado:** *Tanquinho – Ribeirão Preto – SP*  
**Fone:** *(16) 3969-8500* **Fax:** *(16) 3969-8505* **E-mail:** *mcabete@brascopper.com.br*

**2 – Produto ensaiado:**

**Descrição do produto:** *Cabo Quadruplex Multiplex – CA / XLPE / CA – seção 3x1x120 mm<sup>2</sup> - 0,6/1 kV – Preto*  
**Fabricante:** *BRASCOPPER*  
**Código/ referência:** *---*  
**Características nominais:** *seção 3x1x120 mm<sup>2</sup> - 0,6/1 kV*  
**Pedido do cliente:** *Orçamento: 07662008/00*  
**Total de amostras recebidas:** *40 m* **Com lacre:** *( )* **Sem lacre:** *( X )* **Total de amostras ensaiadas:** *35 m*  
**Ordem de serviço:** *080908*  
**Data de realização do(s) ensaio(s):** **Início:** *17/09/2008* **Término:** *29/09/2008*

**3 – Normas utilizadas:**

**Especificação do produto**

- NBR 8182/03 – Cabos de potência multiplexados auto-sustentados com isolamento extrudado de PE ou XLPE, para tensões até 0,6/1kV – Requisitos de desempenho;
- NBR 6251/2006 – Cabos de potência com isolamento extrudado para tensões de 1KV a 35 KV – requisitos construtivos.

**Métodos de ensaios**

- NBR NM-IEC 60811-1-1/2001 – 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 60811-1-2/2001 – Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos – Parte 1: Métodos para aplicação geral – Capítulo 2: Métodos de envelhecimento térmico;
- NBR NM-IEC 60811-1-3/2001 – 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;
- NBR 6813/1981 – Fios e cabos elétricos – Ensaio de resistência de isolamento – Método de ensaio;
- NBR NM 247-2/2000 – Cabos isolados com policloreto de vinila (PVC) para tensões nominais até 450/750 V, inclusive – Parte 2 – Métodos de ensaios (IEC 60227-2, MOD).
- NBR NM-280/2002 – Condutores de cabos isolados (IEC 60228, MOD);
- NBR 6814/1986 – Fios e cabos elétricos – Ensaio de resistência elétrica – Método de ensaio;
- NBR 6881/1981 – Fios e cabos elétricos de potência ou controle – Ensaio de tensão elétrica – Método de ensaio;
- NBR NM-IEC 60811-2-1/2003 – 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;
- NBR NM-IEC 60811-4-1/2005 – 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 ações de tensões ambientais – Ensaio de enrolamento após envelhecimento térmico no ar – Medição de índice de fluidez – Determinação de teor de negro-de-fumo e / ou de carga mineral em polietileno.

**4 – Instrumentos / Equipamentos utilizados:**

Descrição	Código	Certificado	Validade
Projetor de perfil	IM 001	D13775/07	22/12/2008
Microhmímetro	IM 003	RBC3-8/0319	15/02/2010
Paquímetro digital	IM 005	DM-07-155/08	22/07/2009
Cronômetro digital	IM 009	LV - 1399/08	22/01/2009
Micrometro milésimal	IM 013	DM-07-156/08	22/07/2009
Balança analítica	IM 015	RBC 1870/08	07/03/2009
Régua graduada de aço	IM 016	DM-11-230/07	30/11/2008
Ponteira para alta tensão	IM 036	E1546/2007	07/06/2009
Termômetro digital	IM 038	LV 21603/07	13/11/2008
Sensor tipo k (vareta)	IM 044	LV 18398/07	05/10/2008
Termohigrômetro	IM 118	LV 11069/08	15/05/2009
Termohigrômetro	IM 125	LV 11070/08	15/05/2009
Multímetro digital	IM 155	RI 0541/08	23/07/2009
Meghometro	IM 164	RBC3-8/0167	01/11/2009
Máquina universal de ensaios	EE 006	83190-101	18/10/2008

**5 – Ensaio solicitados:**

Itens da NBR 8182	Descrição do(s) ensaio(s)	Obs.:	Pág.:
5	Requisitos específicos	R	2-3
NBR NM-280	Resistividade elétrica	R	3
6.3.1	Ensaio de resistência elétrica	R	3
6.3.2	Ensaio de tensão elétrica	R	3
6.3.3	Ensaio de resistência de isolamento à temperatura ambiente	R	3
6.3.4	Ensaio de resistência de isolamento à temperatura máxima de operação	R	3
6.3.6	Ensaio de tensão elétrica de longa duração	R	3
6.3.7	Ensaio de verificação de teor de negro de fumo	R	3
<b>Itens da NBR 6251</b>	<b>Ensaio para a isolação</b>	---	---
Tab. C4 – item 1	Ensaio de tração (1.1 - sem envelhecimento e 1.2 – após envelhecimento)	R	4
Tab. C4 – item 3	Alongamento a quente	R	4
Tab. C4 – item 4	Ensaio de absorção de água (método gravimétrico)	R	4
Tab. C4 – item 5	Ensaio de retração	R	4

R – Realizado                      NR – Não Realizado

**6 – Descrição/ Resultado(s) do(s) ensaio(s):**

Itens da NBR 8182	Descrição do(s) ensaio(s)	Resultados
5	<b>- REQUISITOS ESPECÍFICOS</b>	---
5.1	<b>- CONDUTOR DE FASE</b>	---
5.1.1	- fios moles de cobre: ( ) Com revestimento metálico; ( ) Sem revestimento metálico; ou ( X ) Alumínio nu.	C
5.1.2	<b>- Dependendo da seção transversal e da sua construção, o condutor de fase é designado por:</b>	---
	a) condutor de seção maciça;	NA
	b) condutor de seção circular compactado.	C
5.1.3	O(s) condutor(es) fase, de Cu ou Al, deve(m) estar de acordo com a NBR NM 280, classe 1 ( ) ou 2 ( X ).	C
	- A superfície dos condutores de seção maciça ou dos fios componentes dos condutores encordoado não deve apresentar fissuras, escamas, rebarbas, asperezas, estrias ou inclusões. O condutor pronto na classe 2, não deve apresentar falhas de encordoamento.	C
5.1.4	<b>Alongamento do fio condutor:</b>	Verificado (%)
	<b>Especificado (%)</b> 1,6 min – 1,7 max	Am. 01    Am. 02    Am. 03    Am. 04    Am. 05    Média
		1,6        1,6        1,6        1,6        1,6        1,6
	<b>Formação (nº mínimo de fios)</b>	<b>Ø do condutor/ corda (mm)</b>
	<b>Especificado: 15; Verificado: 19</b>	<b>Especificado: 12,5; Verificado: 12,90</b>
5.2	<b>- CONDUTOR NEUTRO DE SUSTENTAÇÃO</b>	---
5.2.1	<b>- O condutor neutro de sustentação deve ser constituído de:</b>	C
	a) ( ) fio ou cabo de cobre duro; b) ( X ) fio ou cabo de alumínio duro; ( ) cabo de alumínio-liga.	
5.2.2	<b>- Dependendo de sua construção, o condutor neutro de sustentação é designado por:</b>	C
	a) ( ) condutor de seção maciça; b) ( X ) condutor circular de formação ( X ) simples ou ( ) combinada.	

Legenda:                      C – Atende ao item da Norma    NC – Não atende ao item da Norma    NA – Não aplicável

	- Os condutores de seção maciça (seção máxima de 16 mm <sup>2</sup> ) ou os fios componentes dos condutores encordoados, antes de serem submetidos a fases posteriores de fabricação, e os condutores após encordoamento devem satisfazer as seguintes normas e requisitos:	---																		
5.2.3	a) condutores de Cu duro: NBR 5111 e NBR 6524, classe 1A ou 2A de condutor, com seção mínima de 6 mm <sup>2</sup> ;	NA																		
	b) condutores de seção maciça de alumínio duro: BNR 5118, com seção mínima de 10 mm <sup>2</sup> ;	NA																		
	c) condutores encordoados de alumínio duro: NM 280, com seção máxima de 25 mm <sup>2</sup> e formações conforme a tabela A.1.	C																		
	<table border="1"> <tr> <td>Formação (nº de fios)</td> <td>Ø do condutor/ corda (mm)</td> </tr> <tr> <td>Especificado: 37; Verificado: 19.</td> <td>Especificado: 14,5; Verificado: 14,33.</td> </tr> </table>	Formação (nº de fios)	Ø do condutor/ corda (mm)	Especificado: 37; Verificado: 19.	Especificado: 14,5; Verificado: 14,33.	C														
Formação (nº de fios)	Ø do condutor/ corda (mm)																			
Especificado: 37; Verificado: 19.	Especificado: 14,5; Verificado: 14,33.																			
5.2.4	- Quando o neutro é isolado, pode ser usada uma formação combinada para cordas de 19 fios, Neste caso, os diâmetros dos fios componentes não necessitam respeitar as tolerâncias estabelecidas na norma correspondente.	NA																		
5.2.5	- A superfície dos condutores de seção maciça ou dos fios componentes dos condutores encordoados não deve apresentar fissuras, escamas, rebarbas, asperezas, estrias ou inclusões. O condutor pronto, quando encordoado, não deve apresentar falhas de encordoamento.	C																		
5.3	<b>SEPARADOR</b>	NA																		
5.4	<b>ISOLAÇÃO</b>	---																		
5.4.1	- A isolação deve constituída por composto extrudado à base de polietileno termoplástico (PE) ou polietileno reticulado (XLPE), com características conforme a NBR 6251. Encontrado: ( ) PE; ( X ) XLPE.	C																		
5.4.4	- A isolação deve ser contínua e uniforme ao longo de todo o seu comprimento.	C																		
5.4.5	- A isolação sem separador abaixo dela deve estar justaposta sobre o condutor, porém facilmente removível e não aderente ao condutor.	C																		
5.4.9	- As espessuras da isolação devem ser medidas conforme a NBR NM-IEC 60811-1-1.																			
	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">Especificado conforme tabela A.2 (mm):</td> <td>Média: 2,0</td> <td colspan="3">Encontrado (seis medições)</td> </tr> <tr> <td>Mínima: 1,70</td> <td>C.P. 01</td> <td>C.P. 02</td> <td>C.P. 03</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Nota: Conforme o subitem 5.4.8: A espessura mínima não deve exceder 0,1 mm + 10% do valor nominal.</td> <td>Média:</td> <td>2,4</td> <td>2,3</td> <td>2,4</td> </tr> <tr> <td>Mínima:</td> <td>2,19</td> <td>2,14</td> <td>2,10</td> </tr> </table>	Especificado conforme tabela A.2 (mm):	Média: 2,0	Encontrado (seis medições)			Mínima: 1,70	C.P. 01	C.P. 02	C.P. 03	Nota: Conforme o subitem 5.4.8: A espessura mínima não deve exceder 0,1 mm + 10% do valor nominal.	Média:	2,4	2,3	2,4	Mínima:	2,19	2,14	2,10	C
Especificado conforme tabela A.2 (mm):	Média: 2,0		Encontrado (seis medições)																	
	Mínima: 1,70	C.P. 01	C.P. 02	C.P. 03																
Nota: Conforme o subitem 5.4.8: A espessura mínima não deve exceder 0,1 mm + 10% do valor nominal.	Média:	2,4	2,3	2,4																
	Mínima:	2,19	2,14	2,10																
5.5	<b>IDENTIFICAÇÃO DOS CONDUTORES</b>																			
5.5.1	- Os condutores de fase devem ser identificados preferencialmente por meio de frisos ou cores. - ( X ) Alternativamente, os condutores de fase podem ser identificados por números.	C																		
5.6	<b>MARCAÇÃO NO CABO</b>	Resultados																		
	a) nome do fabricante;	C																		
	b) número de condutores e seção nominal, em milímetros quadrados;	C																		
	c) material do condutor de fase (Cu ou Al);	C																		
	d) material da isolação (PE ou XLPE);	C																		
	e) tensão de isolamento: 1 kV ou 0,6/1 kV;	C																		
	f) ano de fabricação;	C																		
	g) número desta norma.	C																		
5.7	<b>PASSO DE REUNIÃO DOS CONDUTORES</b>																			
5.7.1	- O passo de reunião dos condutores deve ser no máximo 60 vezes o diâmetro do condutor de fase. - Especificado (calculado) máximo: 1150 mm; Encontrado: 1020 mm.	C																		
---	<b>RESISTIVIDADE ELÉTRICA DO CONDUTOR (CONFORME NM 247-2 – ANEXO A)</b> A resistividade elétrica não deve exceder ao valor dado no anexo B, subitem B.1.2.1. da NBR NM 280.	C																		
	<table border="1"> <tr> <td>Especificado: 0,028264 Ω.mm<sup>2</sup>/m</td> <td>Obtido: 0,028192 Ω.mm<sup>2</sup>/m</td> </tr> </table>	Especificado: 0,028264 Ω.mm <sup>2</sup> /m	Obtido: 0,028192 Ω.mm <sup>2</sup> /m																	
Especificado: 0,028264 Ω.mm <sup>2</sup> /m	Obtido: 0,028192 Ω.mm <sup>2</sup> /m																			
6.3.1	<b>ENSAIO DE RESISTÊNCIA ELÉTRICA – CONFORME NBR NM 280 e NBR 6814</b> Valor máximo especificado (Ω/Km à 20°C): 0,253 ; Verificado (Ω/Km à 20°C): 0,243	C																		
6.3.2	<b>ENSAIO DE TENSÃO ELÉTRICA – CONFORME NBR 6881</b> - O cabo, quando submetido à tensão elétrica alternada, frequência de 48 Hz a 62 Hz, de valor de 4 kV, pelo tempo de 5 min, não deve apresentar perfuração	C																		
6.3.3	<b>RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO À TEMPERATURA AMBIENTE – CONF. NBR 6813</b> - Valor mínimo (calculado) (M.Ω.Km à 20°C): 454,83 ; Verificado (M.Ω.Km à 20°C): 7.600 / 7.600 / 7.600	C																		
6.3.4	<b>RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO À TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERAÇÃO – CONF. NBR 6813</b> Valor mínimo (calculado) (M.Ω.Km à 90°C): 045483 ; Verificado (M.Ω.Km à 90°C): 250 / 350 / 300	C																		
6.3.6	<b>ENSAIO DE TENSÃO ELÉTRICA DE LONGA DURAÇÃO – CONFORME NBR 6881</b> - O cabo, quando submetido à tensão elétrica alternada, frequência de 48 Hz a 62 Hz, de valor de 10 kV, pelo tempo de 30 min, não deve apresentar perfuração. Tensão aplicada: 5 kV.	C																		
6.3.7	<b>Determinação do Teor de Negro de Fumo (Conforme ABNT NBR NM-IEC 60811-4-1)</b> - Especificado (Item 5.4 da NBR 8182): Teor de Negro de Fumo mínimo XLPE (%): 2 - Encontrado: Teor de Negro de Fumo XLPE (%): 2,95	C																		

Legenda: C – Atende ao item da Norma NC – Não atende ao item da Norma NA – Não aplicável

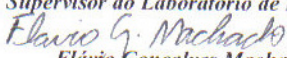
NBR 6251 Conforme tabela C4	- ENSAIOS DE TRAÇÃO (Sem envelhecimento) – CONFORME NBR NM-IEC 60811-1-1			
	Especificado (Tabela C.4 – item 1.1)	Verificado (5 corpos de prova – isolamento)		---
	ISOLAÇÃO	Valor mediano	Valor mínimo	
	- resistência à tração, mínima: 12,5 Mpa	14,11	12,64	C
	- alongamento à ruptura, mínima: 200 %	300	270	C
	- ENSAIOS DE TRAÇÃO (Após envelhecimento em estufa a ar) – CONF. NBR NM-IEC 60811-1-2			
	Especificado (Tabela C.4 – item 1.2)	Verificado (5 corpos de prova)		---
	ISOLAÇÃO (135 ± 3) °C / 7 dias	Variação ± 25%		
	- resistência à tração:	2,06		C
	- alongamento à ruptura:	20,00		C
	- ENSAIO DE ENVELHECIMENTO EM CABO COMPLETO – CONF. NBR NM-IEC 60811-1-2 – Temperatura/ duração do ensaio: (150 ± 2) °C/168 h			---
	Especificado (NBR 6251 – Tab. C2 item 1.2)	Verificado (5 corpos de prova – isol. e cob.)		---
	ISOLAÇÃO	Valor mediano	Valor mínimo	Variação (± 30%)
	- resistência à tração, mínima: 12,5 Mpa	14,31	12,84	1,42
	- alongamento à ruptura, mínima: 200 %	230	220	-23,33
	- ALONGAMENTO A QUENTE (200 ± 3 °C) – CONFORME IEC 60811-2-1 – ISOLAÇÃO			
	Especificado (Tabela C.4 – item 3):	Verificado (2 corpos-de-prova)		---
		Valor mínimo	Valor máximo	
Com carga (0,2 MPa / 15 min.): 175 % máx.	130	140	C	
Sem carga: 15 % máx.	3,0	4,5	C	
- ENSAIO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA (Método gravimétrico) - NBR NM-IEC 60811-1-3 - Temperatura / duração do ensaio: 85 ± 2 °C / 14 dias – ISOLAÇÃO				
- Especificado: (Tabela C.4 – item 4)	Variação encontrada:		C	
- Variação máxima permissível de massa: 1 mg/cm <sup>2</sup>	C.P. 1	C.P. 2	Média:	
	0,00029 mg/cm <sup>2</sup>	0,00072 mg/cm <sup>2</sup>	0,00365 mg/cm <sup>2</sup>	
- ENSAIO DE RETRAÇÃO - NBR NM-IEC 60811-1-3 - Temperatura / duração do ensaio: 130 ± 3 °C / 1 h – ISOLAÇÃO				
- Especificado: (Tabela C.4 – item 5)	Variação encontrada:		C	
- Variação máxima permissível: 4 %	C.P. 1	C.P. 2	C.P. 3	
	4 %	4 %	4 %	


7 - Incerteza de medição no ensaio:

Descrição do ensaio	Incerteza da medição
Verificação dimensional do condutor de fios e cabos elétricos	U = 0,0026 mm
Verificação dimensional de isolamento e cobertura de fios e cabos elétricos	U = 0,0026 mm
Verificação de marcações em fios e cabos elétricos	U = 0,28965 mm
Resistência/ Resistividade elétrica	U = 0,000324 Ω
Ensaio de tensão elétrica	Não considerada
Ensaio de resistência de isolamento à temperatura ambiente e máxima de operação	U = 6,4396 MΩ
Alongamento a quente	Não considerada
Ensaio de tração (sem envelhecimento e após envelhecimento)	Não considerada
Ensaio de absorção de água (método gravimétrico)	Não considerada
Ensaio de teor de negro-de-fumo	Não considerada
Ensaio de retração para a isolação	Não considerada

8 – Observações:

Sem observações.

Supervisor do Laboratório de Ensaios  
  
 Flávio Gonçalves Machado

Gerente Técnico  
  
 Ronnie Peterson Carvalho Bitencourt  
 Engº Mecatrônico – CREA 5060958837/D