



# CADERNO TÉCNICO

CUIDADOS NA APLICAÇÃO DE  
FIOS E CABOS PARA INSTALAÇÕES  
ELÉTRICAS PREDIAIS



# **CADERNO TÉCNICO**

**CUIDADOS NA APLICAÇÃO DE  
FIOS E CABOS PARA INSTALAÇÕES  
ELÉTRICAS PREDIAIS**

**Barreto, Douglas.**

B273c Cuidados na aplicação de fios e cabos para instalações elétricas prediais / Douglas Barreto, Fernando Trizolio Junior. -- São Carlos : Suprema Gráfica Editora Eireli, 2018.

60 p. - (Caderno Técnico; 2)

1. Instalações elétricas - Requisitos de segurança. 2. Cabos elétricos. I. Título. II. Série.

CDD - 621.31924 (20a)

CDU - 621.316.31

# ÍNDICE

	APRESENTAÇÃO.....	07
1	INTRODUÇÃO.....	09
2	NORMALIZAÇÃO.....	11
3	CERTIFICAÇÃO INMETRO.....	15
4	SIMULAÇÃO DA PASSAGEM DE CORRENTE.....	17
4.1	Método adotado.....	17
4.2	Análise Visual dos Cabos.....	18
5	RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES.....	21
5.1	Simulação de passagem de corrente em cabo de 1,5 mm <sup>2</sup> "Desbitolado".....	21
5.2	Ensaio de Corrente Aplicada - 1,5 mm <sup>2</sup> Normatizado.....	25
5.3	Ensaio de Corrente Aplicada - 2,5 mm <sup>2</sup> Desbitolado.....	29
5.4	Ensaio de Corrente Aplicada - 2,5 mm <sup>2</sup> Normatizado.....	33
5.5	Simulação de passagem de corrente "Fadiga Térmica" em cabo 2,5 mm <sup>2</sup> Normatizado.....	37
5.6	Simulação de passagem de corrente "Fadiga Térmica" em cabo 2,5 mm <sup>2</sup> Desbitolado.....	41
6	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	45
	EQUIPE PARTICIPANTE.....	47
	AGRADECIMENTOS.....	49
	REFERÊNCIAS.....	51
	ANOTAÇÕES.....	53



## APRESENTAÇÃO

As instalações elétricas nas edificações independente do porte, sejam residências, lojas ou indústrias demandam muitos cuidados, visto que por meio destas instalações é que a energia chega aos equipamentos e dispositivos que transformam a energia elétrica em luz, calor, frio, conforto e que permitem a plena utilização destas edificações.

Os cuidados com estas instalações se concentram na existência de Projeto do Sistema Predial de Eletricidade de Baixa Tensão, segundo a norma NBR 5410 (ABNT, 2004) que prevê uma série de condições e exigências para serem atendidas no projeto, de modo que as instalações ao serem utilizadas, garantam a segurança do usuário e dos equipamentos, ou seja, que o uso da energia elétrica não cause danos nos equipamentos e principalmente nos usuários das edificações.

Deste modo, todo Engenheiro que atue na área de Sistemas Prediais, em particular nos sistemas de eletricidade, deve sempre atentar para as diretrizes normativas de projeto, componentes, dispositivos e principalmente dos fios e cabos, que conduzem a energia, da entrada da edificação ao ponto de uso. Neste percurso é importante que os condutores sejam dimensionados para as condições de uso e apresentem a capacidade de condução de corrente elétrica condizente com suas características dimensionais, comumente conhecidas como bitolas dos fios e cabos.

As bitolas dos fios e cabos são padronizadas e a NBR 5410 (ABNT, 2004) apresenta uma tabela com as áreas das secções nominais dos condutores, em  $\text{mm}^2$ , e respectiva capacidade de corrente em função de algumas características das instalações. As bitolas correspondem às áreas do metal condutivo do fio ou cabo, ou seja, é a área pela qual são conhecidos e comercializados os condutores de eletricidade.

Assim, neste Caderno Técnico são abordadas as questões normativas de fios e cabos para condução de eletricidade de baixa tensão, e os perigos associados quando se utiliza fios e cabos que não estejam atendendo às exigências normativas no que diz respeito à secção nominal. Estes cabos são conhecidos como “desbitolados”, ou seja, não tem a secção nominal conforme padrão normativo, e quando são utilizados nas instalações, e solicitados às cargas de uso, podem apresentar situações de sobreaquecimento precoce ou mesmo condições perigosas para a segurança dos circuitos elétricos e consequentemente às edificações.

Considerando a existência destes fios e cabos, além de seus aspectos normativos, este Caderno Técnico apresenta os resultados de uma simulação da passagem de corrente, realizada em laboratório, registrando o comportamento de cabos “desbitolados” onde se pode constatar o risco oferecido por estes fios e cabos.

# 1. INTRODUÇÃO

Os fios e cabos para condução de eletricidade são componentes importantes das instalações prediais, pois vão conduzir a eletricidade nos circuitos elétricos, para diversas finalidades nas edificações. O uso destes componentes, portanto requer muita atenção, pois ao longo da vida da edificação as cargas elétricas podem variar, alterando a corrente destes circuitos, o que pode implicar na alteração das condições de passagem de corrente pelo fio ou cabo afetando o desempenho dos circuitos.

Segundo apresentado no "PANORAMA das instalações elétricas prediais no Brasil" da situação das instalações (INSTITUTO BRASILEIRO DO COBRE - PROCOBRE, 2014) foram detectadas, em uma amostra de 150 edifícios com instalações com mais de vinte anos, as inadequações apresentadas no Quadro 1, a seguir.

## Quadro 1 - Inadequações em instalações elétricas com mais de 20 anos

- conflito entre valores da carga atual e da capacidade projetada da instalação
- evolução dos critérios técnicos adotados nas diferentes épocas de projeto
- condições defasadas de segurança aplicáveis aos usuários e equipamentos
- falta de eficiência no uso da energia elétrica nas instalações

Além destas inadequações, no mesmo documento estão apontados os desvios identificados nas instalações pesquisadas e indicados no Quadro 2, a seguir.

## Quadro 2 - Tipos e percentuais de desvios em instalações elétricas com mais de 20 anos

Tipo	Percentual
Falta de condutor de proteção	98 %
Dispositivo de proteção incompatível com os condutores	93 %
Falta de dispositivo contra sobre tensão	100 %

Fonte: Programa Casa Segura - 2005/2006 (apud INSTITUTO BRASILEIRO DO COBRE - PROCOBRE, 2014)

A mesma pesquisa apontou ainda, que estas instalações:

- “Não cumpriam os requisitos mínimos de segurança nas montagens de circuitos e quadros, materiais e dispositivos utilizados;
- Não existiam (ou eram ineficazes) os sistemas de aterramento e os condutores de proteção, com risco de choques elétricos nos usuários;
- Próximos aos circuitos e quadros estavam sendo armazenados produtos inflamáveis e utilizados materiais combustíveis.
- Os circuitos estavam operando em sobrecarga, com as proteções (disjuntores e alguns fusíveis) subdimensionadas e sem atuação real, provocando aquecimento excessivo dos condutores, quadros e conexões e risco de incêndio na instalação;
- Não utilizavam componentes com tecnologias mais recentes como condutores com baixa emissão de fumaça em áreas especiais especificadas nas normas técnicas e que podem diminuir o número de vítimas em caso de incêndios”. (INSTITUTO BRASILEIRO DO COBRE - PROCOBRE, 2014)

Pode-se destacar dos resultados apresentados na pesquisa dois fatos interessantes, quais sejam:

- Que em 53 % das instalações foi evidenciado o aquecimento excessivo dos condutores;
- Que os circuitos estavam operando em sobrecarga, com as proteções (disjuntores e alguns fusíveis) subdimensionadas e sem atuação real, provocando aquecimento excessivo dos condutores, quadros e conexões e risco de incêndio na instalação

Estes fatos apontam que pode haver um aumento da carga nos circuitos provocada por conexão de muitos aparelhos em uma tomada; ou mesmo um fio ou cabo com bitola insuficiente para atender a corrente do circuito. Em ambas as situações uma análise detalhada se faz necessária para identificar as reais causas do sobreaquecimento.

Assim, o dimensionamento correto de fios e cabos é um fator relevante para evitar situações de sobreaquecimento, porém a existência e cabos fora de padrão podem acarretar este efeito indesejado e inesperado pelo projetista e usuários da edificação.

## 2. NORMALIZAÇÃO

De acordo com a NBR 5471 - Condutores Elétricos (ABNT, 1986) define os termos a serem empregados para os condutores elétricos, sendo que alguns estão reproduzidos, na íntegra:

- **Condutor:** Produto metálico, de secção transversal invariável e de comprimento muito maior do que a maior dimensão transversal, utilizado para transportar energia elétrica ou transmitir sinais elétricos.
- **Fio:** Produto metálico maciço e flexível, de secção transversal invariável e de comprimento muito maior do que a maior dimensão transversal.
- **Cabo:** Conjunto de fios encordoados, isolados ou não entre si, podendo o conjunto ser isolado ou não.
- **Capacidade de condução de corrente:** Corrente máxima que pode ser conduzida continuamente por um condutor ou conjunto de condutores, em condições especificadas, sem que a sua temperatura em regime permanente ultrapasse um valor especificado. (ABNT, 1986)

Ressalta-se que na Norma, além da terminologia relativa aos fios cabos, também está definido o que vem ser capacidade de condução de corrente em função da temperatura para que o condutor venha a trabalhar numa condição que não provoque o sobre aquecimento, e conseqüentemente a perda na eficiência.

Portanto, o correto dimensionamento e a certeza de que o material (fio ou cabo) adquirido esteja dentro de padrões normativos, são fundamentais, pois tanto um como outro se estiverem fora da norma, podem acarretar situações de comprometimento do desempenho das instalações.

A Norma NBR 5410 - Instalações Prediais de Baixa Tensão (ABNT, 2004) estabelece que para a definição da bitola do fio ou cabo a ser utilizado nos circuitos deve-se levar em conta, sucintamente os critérios apontados no Quadro 4 a seguir.

#### Quadro 4 - Critérios e fatores prescritos para definição da bitola de fios e cabos

Critério	Fatores
Secção mínima	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,5 mm<sup>2</sup> para circuitos de iluminação</li> <li>• 2,5 mm<sup>2</sup> para circuitos de força</li> </ul>
Capacidade de Corrente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperaturas máximas de operação dos condutores,</li> <li>• Métodos de instalação;</li> <li>• Temperatura ambiente</li> <li>• Resistividade térmica do solo;</li> <li>• Agrupamento de circuitos;</li> <li>• Número de condutores carregados;</li> <li>• Condutores em paralelo;</li> <li>• Variações das condições de instalação num percurso</li> </ul>
Queda de Tensão	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprimento do trecho do circuito</li> <li>• Resistividade do fio (ohms/ mm<sup>2</sup> ou V.A/km)</li> </ul>
Proteção contra sobrecargas e curto circuitos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disjuntores termos-magnéticos (DTM)</li> </ul>
Proteção contra contatos indiretos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dispositivos Diferenciais Residuais (DR)</li> </ul>

Fonte: Compilado da NBR 5410 (ABNT, 2004)

Dessa maneira, os projetistas adotam estes critérios e na Norma há uma tabela contendo as capacidades de corrente das bitolas de fios comercializados em função do revestimento de proteção. As Tabelas 1 e 2, a seguir, apresentam os valores da capacidade de corrente dos fios e cabos fabricado em cobre, até a bitola de 50 mm<sup>2</sup>.

**Tabela 1 - Capacidades de condução de corrente, em ampéres, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D Condutores: cobre; Isolação: PVC; Temperatura no condutor: 70°C; Temperaturas de referência do ambiente: 30°C (ar), 20°C (solo)**

Seções nominais mm <sup>2</sup>	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
	Cobre											
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31

6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	81	67
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	104	86
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	125	103
50	119	108	110	99	151	134	133	118	168	144	148	122

**Tabela 2 - Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D Condutores: cobre; Isolação: EPR ou XLPE; Temperatura no condutor: 90°C Temperaturas de referência do ambiente: 30°C (ar), 20°C (solo)**

Seções nominais mm <sup>2</sup>	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	10	9	10	9	12	10	11	10	12	11	14	12
0,75	12	11	12	11	15	13	15	13	16	14	18	15
1	15	13	14	13	18	16	17	15	19	17	21	17
1,5	19	17	18,5	16,5	23	20	22	19,5	24	22	26	22
2,5	26	23	25	22	31	28	30	26	33	30	34	29
4	35	31	33	30	42	37	40	35	45	40	44	37
6	45	40	42	38	54	48	51	44	58	52	56	46
10	61	54	57	51	75	66	69	60	80	71	73	61
16	81	73	76	68	100	88	91	80	107	96	95	79
25	106	95	99	89	133	117	119	105	138	119	121	101
35	131	117	121	109	164	144	146	128	171	147	146	122
50	158	141	145	130	198	175	175	154	209	179	173	144

Adotando-se os critérios prescritos na Norma obtém-se a bitola (seção nominal) do fio ou cabo para cada circuito, e que, portanto, deve ser aquela que vai ser especificada na lista de materiais, com a respectiva quantidade a ser adquirida.



### 3 - CERTIFICAÇÃO INMETRO

Ao se definir, segundo as prescrições da Norma NBR 5410 (ABNT, 2004), as bitolas dos fios e cabos dos circuitos elétricos de uma edificação -que muitas vezes resultam em centenas de metros, visto que num projeto existem muitos circuitos, tais como o de iluminação, de tomadas de uso geral, de tomadas de uso específico entre outros-, o projetista deve-se atentar não só ao correto dimensionamento e especificação, como também a aquisição de fios e cabos Certificados pelo INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia; já que a certificação é compulsória.

As Portarias nº 589 e 640 do INMETRO estabelecem, respectivamente, o Regulamento Técnico da Qualidade para Fios, Cabos e Cordões Flexíveis Elétricos (Brasil, 2012a); e os Requisitos de Avaliação da Conformidade da Qualidade para fios, cabos e cordões flexíveis elétricos (Brasil, 2012b), de modo que todos os fios, cabos e cordões flexíveis fabricados ou comercializados no país devem ser certificados pelo INMETRO.

A Portaria nº 589 tem como objetivo: "Estabelecer os requisitos técnicos para fios, cabos e cordões flexíveis elétricos que devem ser atendidos no Programa de Avaliação da Conformidade para este objeto, com foco na segurança e visando à prevenção de acidentes".

Enquanto que a Portaria nº 640 visa: "Estabelecer os requisitos para o Programa de Avaliação da Conformidade para fios, cabos e cordões flexíveis elétricos, com foco na segurança, através do mecanismo de certificação, atendendo ao Regulamento Técnico da Qualidade (RTQ) para fios, cabos e cordões flexíveis elétricos, com o objetivo de reduzir o risco decorrente da utilização do produto".

Esta certificação é uma maneira de garantir a qualidade dos produtos, por meio de avaliações de laboratório de diversas características destes produtos, sendo, portanto um mecanismo de proteção ao consumidor, bem como para os projetistas, que podem confiar nos atributos do produto considerados nos projetos das instalações elétricas prediais.

Uma consulta no site do Inmetro<sup>1</sup> resultou em 788 empresas Certificadas com 16.310 produtos certificados entre fios, cabos e cordões indicando que desde a implantação da Certificação existe um controle sobre estes produtos a fim de reduzir os riscos de uso de produto inadequado, salvaguardando a segurança e riscos de acidentes nas instalações elétricas prediais.

---

1 Consulta <http://www.inmetro.gov.br/prodcert/certificados/lista.asp>, em novembro 2018

## 4 - SIMULAÇÃO DA PASSAGEM DE CORRENTE

Como forma de verificar o comportamento de fios e cabos que não estejam dentro da padronização normativa, bem como, por ventura não tenham sido submetidos ao crivo da Certificação, mas infelizmente, comercializados no mercado, foi realizada uma simulação de passagem de corrente elétrica.

Esta simulação foi realizada em ambiente de laboratório e teve a finalidade de verificar, em uma amostra de cabos de cobre com isolamento em PVC 70°C, que não atendem às especificações de bitola de secção nominal das normas técnicas vigentes, caracterizando-se, portanto, em cabos fora de padrão, ou como são popularmente chamados de cabos “desbitolados”.

As simulações foram feitas em duas bitolas de cabos de cobre isolados em PVC 70°C, sendo uma de 1,5 mm<sup>2</sup> e outra de 2,5 mm<sup>2</sup>, pois estas são as secções nominais mais utilizadas em circuitos das instalações elétricas residenciais e comerciais.

As amostras avaliadas, por questões de preservação e sigilo, não tiveram identificados os fabricantes e revendedores, portanto o foco recaiu sobre o comportamento destes cabos, que fora do padrão, apresentam várias situações que comprometem o desempenho em uso.

Deste modo a simulação teve a intenção de demonstrar os riscos na aplicação de produtos fora de norma que podem causar desde pequenos prejuízos financeiros até danos materiais de grande monta ou mesmos riscos diretos à vida

### 4.1 Método adotado

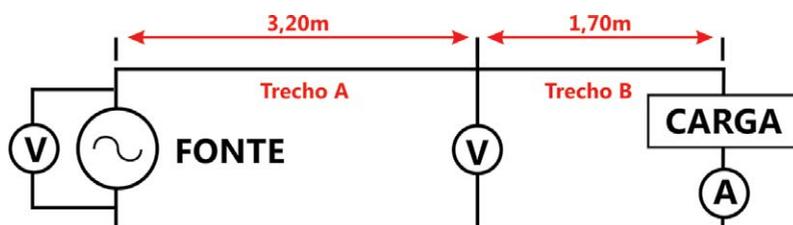
Primeiramente foi realizada uma inspeção visual nas amostras de cabos com o intuito de verificar as características físicas no que se refere às secções nominais (cobre) e total (considerando o revestimento).

Em seguida foi aplicada corrente em um circuito composto de cargas puramente resistivas com potências pré-definidas por um período de tempo determinado em dois tipos de cabos: um de cobre com as secções nominais normatizadas; e outro em cabos de cobre “desbitolados”.

Para ambos foram verificadas as tensões e correntes em pontos específicos

do circuito. Também foram registradas as temperaturas de cada cabo, em cada ciclo de ensaio, utilizando um câmera termográfica para conferir a integridade física da isolação em PVC, tendo como referência que a mesma suporta uma temperatura máxima de 70°C. Foi realizada, também uma simulação para verificar a fadiga térmica dos cabos de 2,5 mm<sup>2</sup>, nos quais foram aplicadas cargas por período de tempo de 15 minutos.

As simulações foram realizadas em amostra de cabos de cobre isolados em PVC 70°C 1,5 mm<sup>2</sup> e 2,5 mm<sup>2</sup> normatizados e “desbitolados”. Sendo que a corrente nominal para os cabos de 1,5 mm<sup>2</sup> é de 15,5 A e a corrente nominal para o cabo de 2,5 mm<sup>2</sup> é de 21 A (modo de referência B2 com 3 condutores carregados). A figura 1, a seguir, apresenta o esquema do circuito elétrico adotado para a conexão dos cabos e a aplicação da corrente e carga nas simulações.



**Figura 1 - Esquema elétrico utilizado nas simulações de passagem de corrente nos cabos**

## 4. 2 - Análise Visual dos Cabos

Inicialmente foram analisados visualmente cada um dos cabos da amostra e contados o número de fios que compunham cada um dos cabos. A Tabela 3 e figuras 1 a 4, a seguir, apresentam os resultados da análise dos cabos

**Tabela 3 - Quantidades de fios (cobre) dos cabos**

Bitola do Cabo	Número de Fios no Cabo	
	Normatizado	“Desbitolado”
1,5 mm <sup>2</sup>	25	13
2,5 mm <sup>2</sup>	40	20

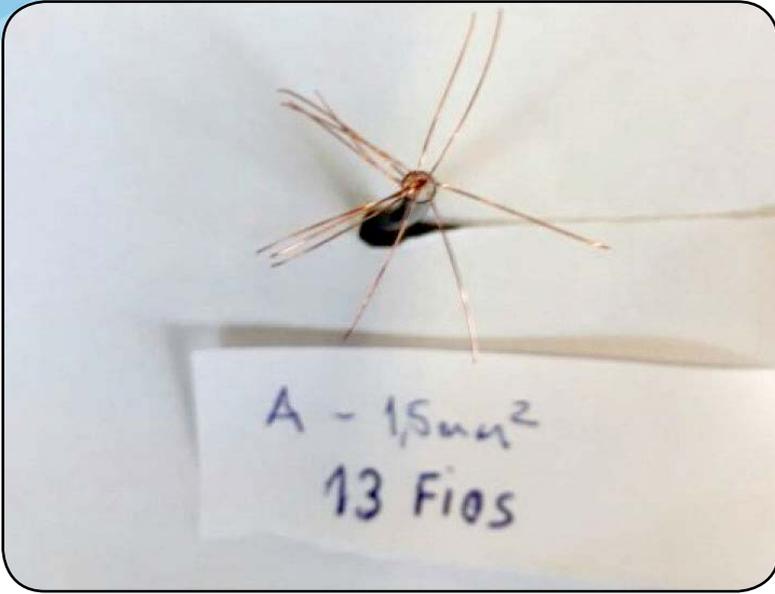


Figura 1 - Cabo 1,5 mm<sup>2</sup> - Desbitolado - 13 fios



Figura 2 - Cabo 1,5 mm<sup>2</sup> - Normalizado - 25 Fios

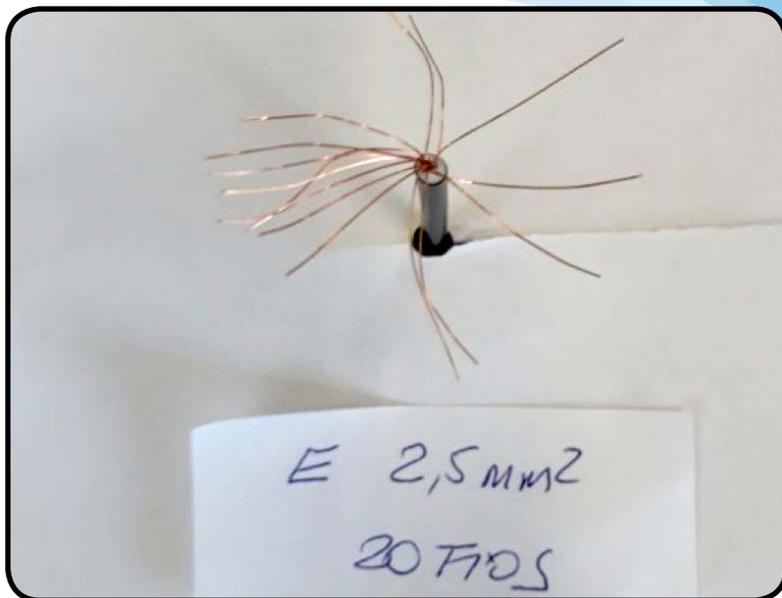


Figura 3 - Cabo 2,5 mm<sup>2</sup> - "Desbitolado"

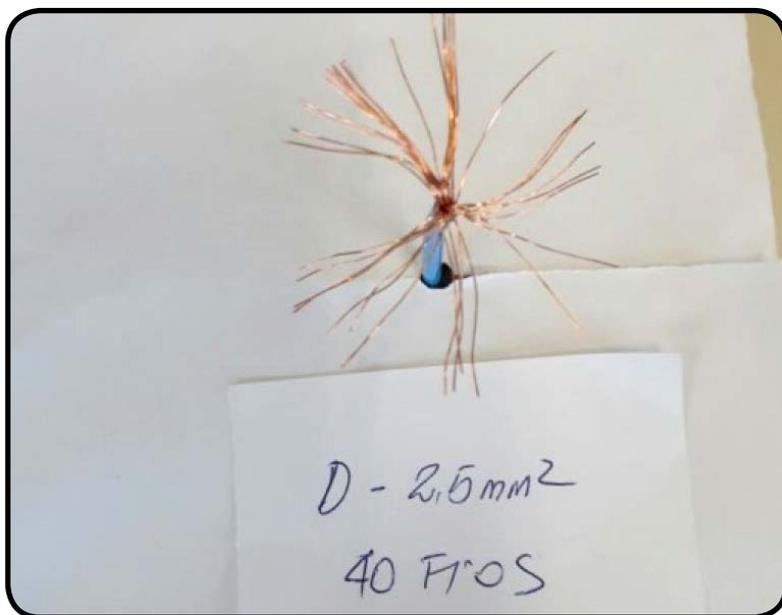


Figura 4 - Cabo 2,5 mm<sup>2</sup> - Normalizado - 40 Fios

Os resultados da análise visual apontam que, embora ambos os cabos de cada bitola possuam uma secção circular total semelhante, a secção de cobre dos cabos "desbitolados" são muito inferiores, visto que as quantidades de fios são sempre maiores para fios e cabos dentro dos padrões normativos, enquanto que para os cabos fora do padrão a quantidade de fios sempre foi menor, afetando assim a secção útil de passagem de corrente.

## 5 - RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES

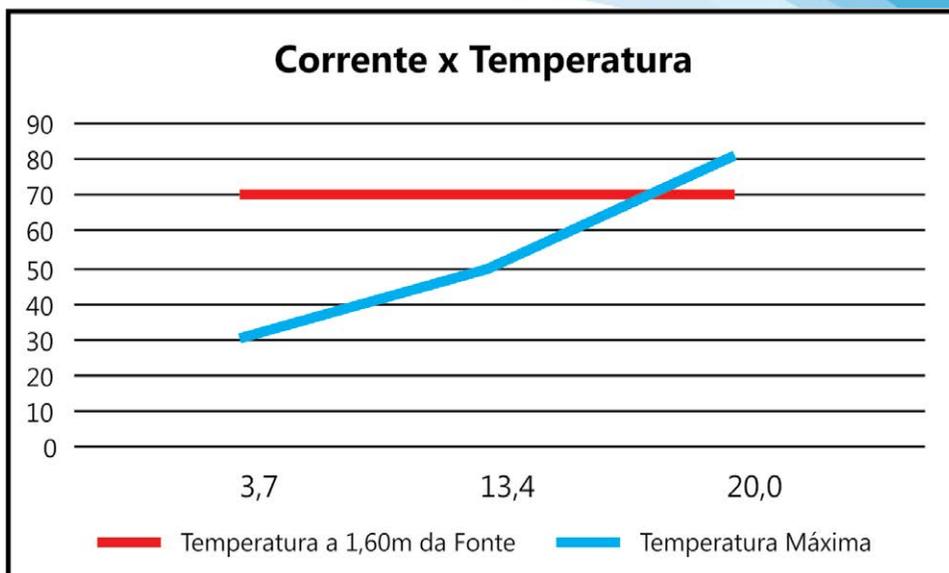
Foram realizadas seis simulações de passagem de corrente na amostra de cabos, sendo quatro simulações com tensão fixa de entrada de 127 V, variando-se a carga em valores fixos de 1.250, 2.600 e 3.950 W. Além destas, mais duas simulações foram realizadas, sendo denominadas de “fadiga térmica”, onde se manteve uma carga de 3.950 W, por um período de 15 minutos. A seguir apresentam os resultados das simulações.

### 5.1 - Simulação de passagem de corrente em cabo de 1,5 mm<sup>2</sup> “Desbitolado”

A tabela 4, o gráfico 1 e as imagens de 1 a 3, a seguir, apresentam os resultados referentes a passagem de corrente, a elevação da temperatura; e as imagens termográficas obtidas no decorrer da simulação nos trechos A e B do circuito elétrico, respectivamente a 1,6 m e 2,45 m da fonte de tensão.

**Tabela 4 - Resultados da simulação em cabo de Cobre PVC 70°C - 1,5 mm<sup>2</sup> - Desbitolado**

Início (Hora)	Final (Hora)	Potência aplicada (W)	Corrente na Carga (A)	Tensão na fonte (V)	Tensão a 3,20m da Fonte (V)	Tensão na Carga (V)	Queda de Tensão no Cabo (%)
12:49	12:58	1250	3,7	118	117	115	2,54
12:58	13:05	2600	13,4	110	106	105	4,54
13:05	13:11	3950	20,2	108	102	98	9,26

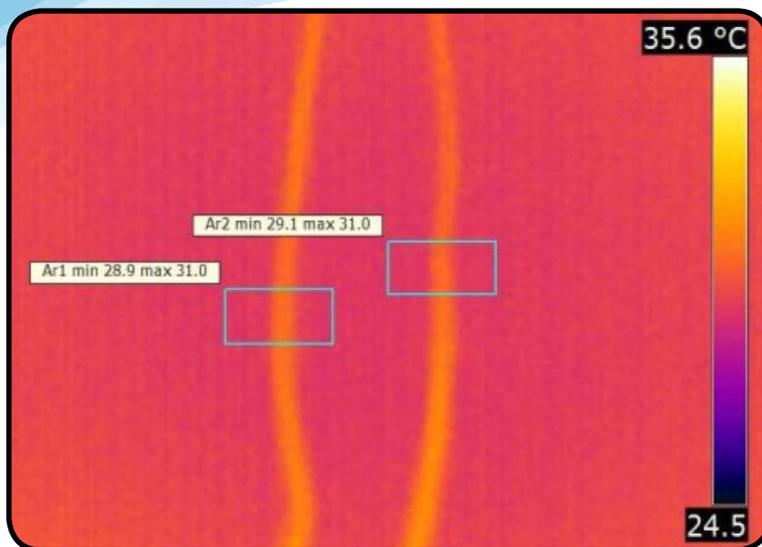


**Gráfico 1 - Variação da temperatura no cabo 1,5 mm<sup>2</sup> Desbitolado durante o tempo de simulação**



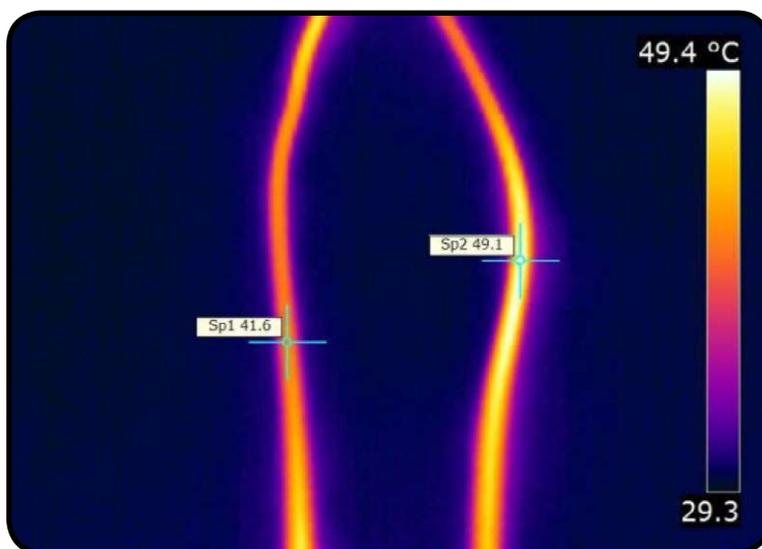
**Cabo de cobre 1,5 mm<sup>2</sup> (Desbitolado)**  
**Corrente: 3,7A**  
**Potência: 1250W**  
**Distância da Fonte: 1,60m**

**Imagem 1A - Efeitos com corrente aplicada de 3,7 A (Trecho 1,60m)**



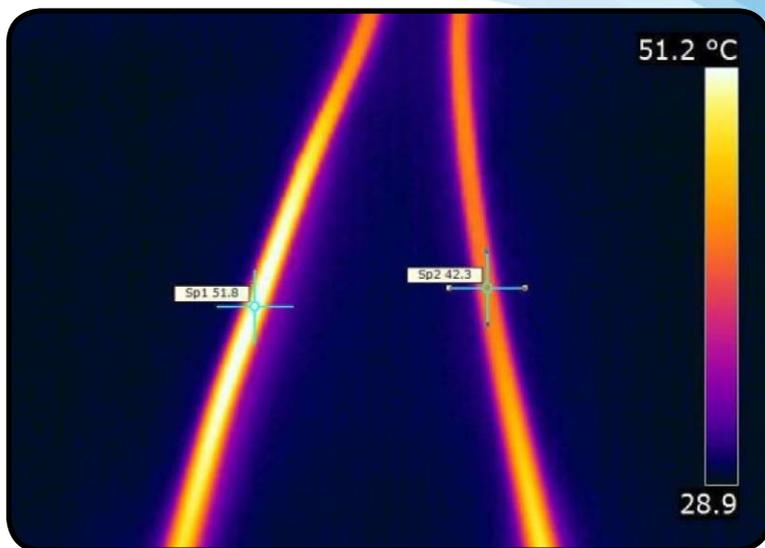
**Cabo de cobre 1,5 mm<sup>2</sup> (Desbitolado)**  
**Corrente: 3,7A**  
**Potência: 1250W**  
**Distância da Fonte: 2,45m**

**Imagem 1B - Efeitos com corrente aplicada de 3,7 A (Trecho 2,45m)**



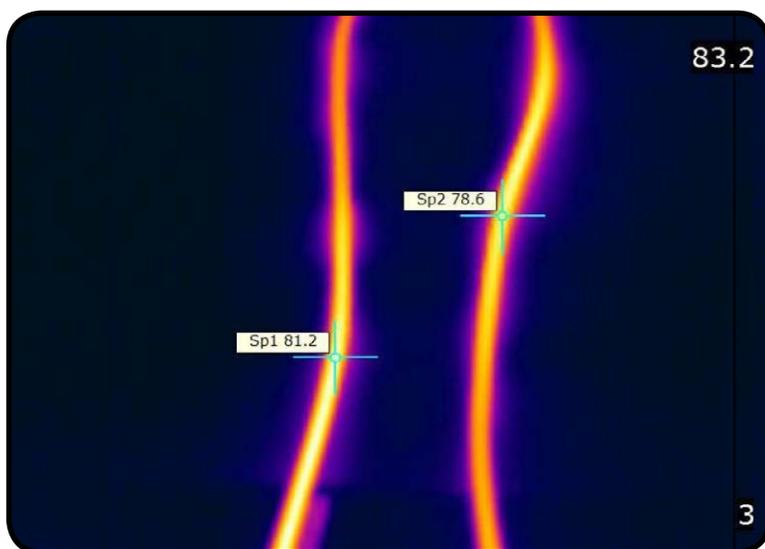
**Cabo de cobre 1,5 mm<sup>2</sup> (Desbitolado)**  
**Corrente: 13,4A**  
**Potência: 2600W**  
**Distância da Fonte: 1,60m**

**Imagem 2A - Efeitos com corrente aplicada de 13,4 A (Trecho 1,60m)**



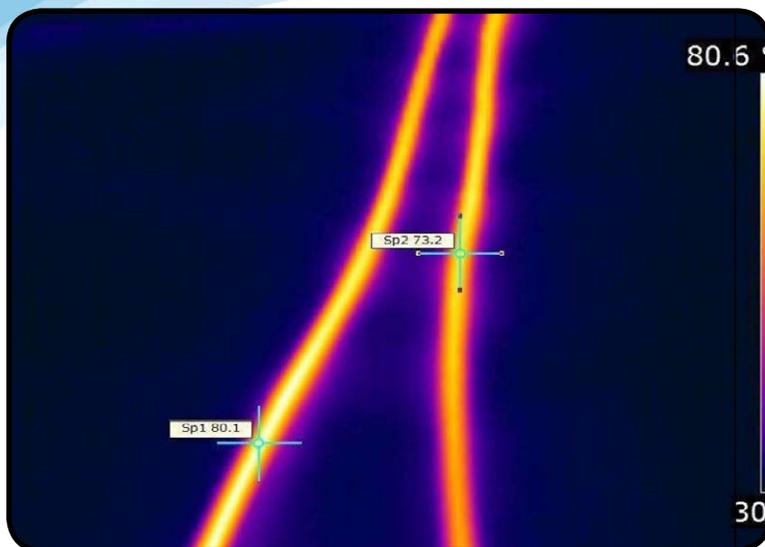
**Cabo de cobre 1,5 mm<sup>2</sup> (Desbitolado)**  
**Corrente: 13,4A**  
**Potência: 2600W**  
**Distância da Fonte: 2,45m**

**Imagem 2B - Efeitos com corrente aplicada de 13,4 A (Trecho de 2,45m)**



**Cabo de cobre 1,5 mm<sup>2</sup> (Desbitolado)**  
**Corrente: 20,2A**  
**Potência: 3950W**  
**Distância da Fonte: 1,60m**

**Imagem 3A - Efeitos com corrente aplicada de 20,2 A (Trecho de 1,60m)**



**Cabo de cobre 1,5 mm<sup>2</sup> (Desbitolado)**  
**Corrente: 20,2A**  
**Potência: 3950W**  
**Distância da Fonte: 2,45m**

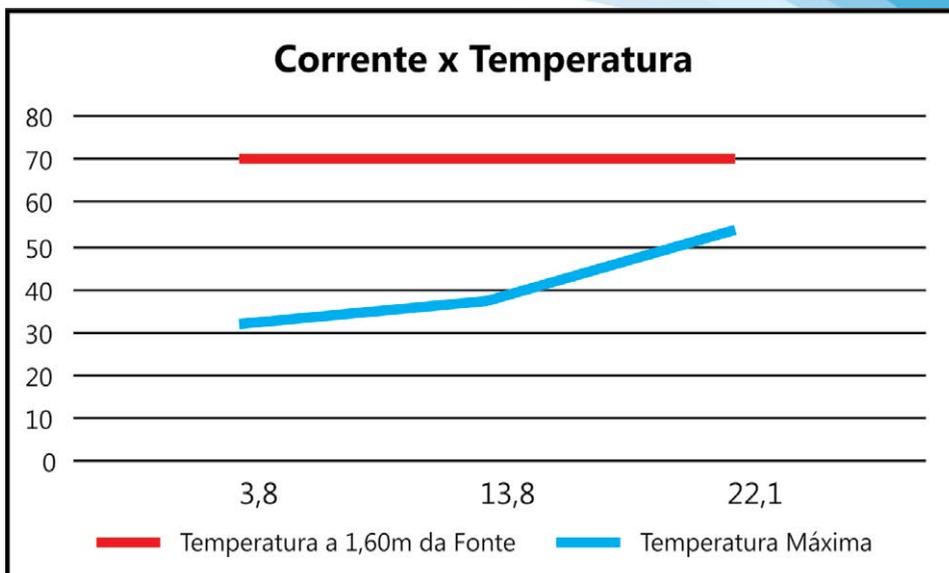
**Imagem 3B - Efeitos com corrente aplicada de 20,2 A (Trecho de 2,45m)**

## 5.2 - Ensaio de Corrente Aplicada - 1,5 mm<sup>2</sup> Normalizado

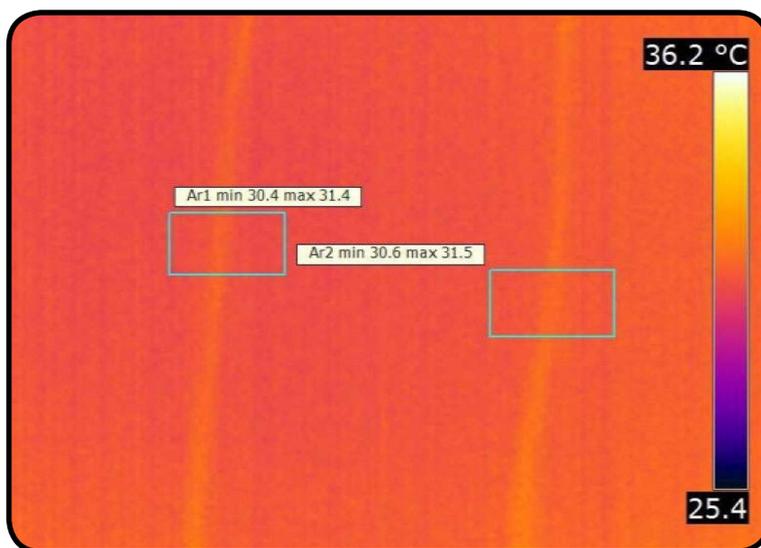
A tabela 5, o gráfico 2 e as imagens de 4 a 6, a seguir, apresentam os resultados referentes a passagem de corrente, a elevação da temperatura; e as imagens termográficas obtidas no decorrer da simulação nos trechos A e B do circuito elétrico, respectivamente a 1,6 m e 2,45 m da fonte de tensão.

**Tabela 5 - Resultados da simulação em cabo de Cobre PVC 70°C - 1,5 mm<sup>2</sup> - Normalizado**

Início (Hora)	Final (Hora)	Potência aplicada (W)	Corrente na Carga (A)	Tensão na fonte (V)	Tensão a 3,20m da Fonte (A)	Tensão na Carga (V)	Queda de Tensão no Cabo (%)
13:23	13:29	1250	3,8	117	117	117	0
13:29	13:33	2600	13,8	113	110	110	2,65
13:33	13:37	3950	21,2	108	104	103	4,63

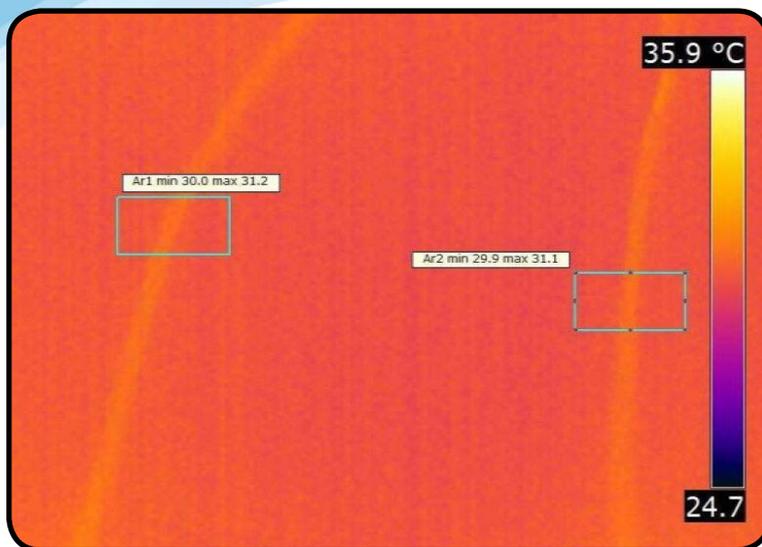


**Gráfico 2 - Variação da temperatura no cabo 1,5 mm<sup>2</sup>  
Normalizado durante o tempo de simulação**



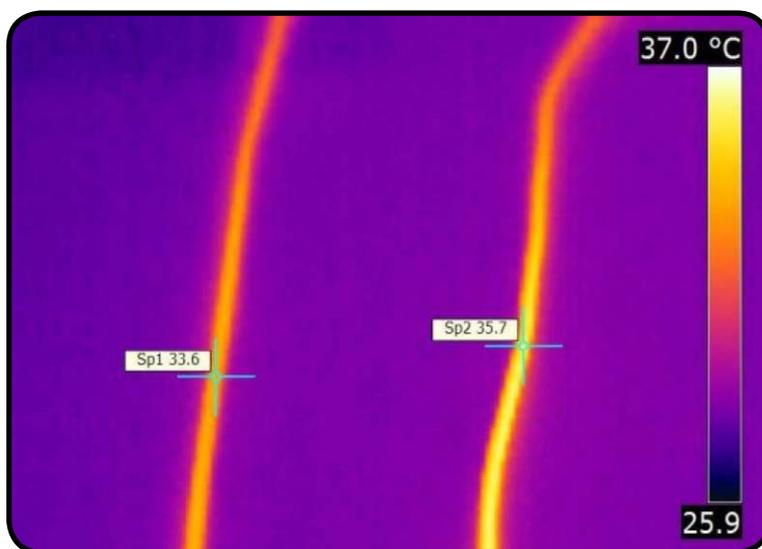
**Cabo de cobre 1,5 mm<sup>2</sup> (Normalizado)  
Corrente: 3,8A  
Potência: 1250W  
Distância da Fonte: 1,60m**

**Imagem 4A - Efeitos com corrente aplicada de 3,8 A (Trecho de 1,60m)**



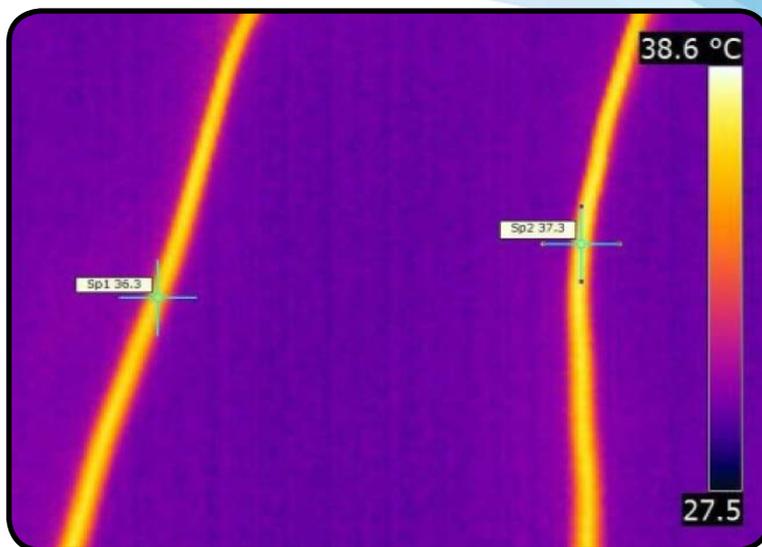
**Cabo de cobre 1,5 mm<sup>2</sup> (Normalizado)**  
**Corrente: 3,8A**  
**Potência: 1250W**  
**Distância da Fonte: 2,45m**

**Imagem 4B - Efeitos com corrente aplicada de 3,8 A (Trecho de 2,45m)**



**Cabo de cobre 1,5 mm<sup>2</sup> (Normalizado)**  
**Corrente: 13,8A**  
**Potência: 2600W**  
**Distância da Fonte: 1,60m**

**Imagem 5A - Efeitos com corrente aplicada de 13,8 A (Trecho de 1,60m)**



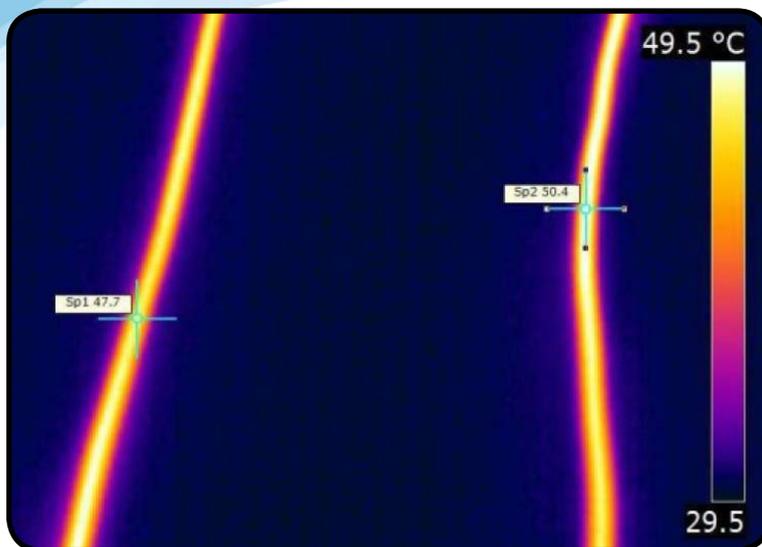
**Cabo de cobre 1,5 mm<sup>2</sup> (Normalizado)**  
**Corrente: 13,8A**  
**Potência: 2600W**  
**Distância da Fonte: 2,45m**

**Imagem 5B - Efeitos com corrente aplicada de 13,8 A (Trecho de 2,45)**



**Cabo de cobre 1,5 mm<sup>2</sup> (Normalizado)**  
**Corrente: 21,2A**  
**Potência: 3950W**  
**Distância da Fonte: 1,60m**

**Imagem 6A - Efeitos com corrente aplicada de 21,2 A (Trecho de 1,60m)**



**Cabo de cobre 1,5 mm<sup>2</sup> (Normalizado)**  
**Corrente: 21,2A**  
**Potência: 3950W**  
**Distância da Fonte: 2,45m**

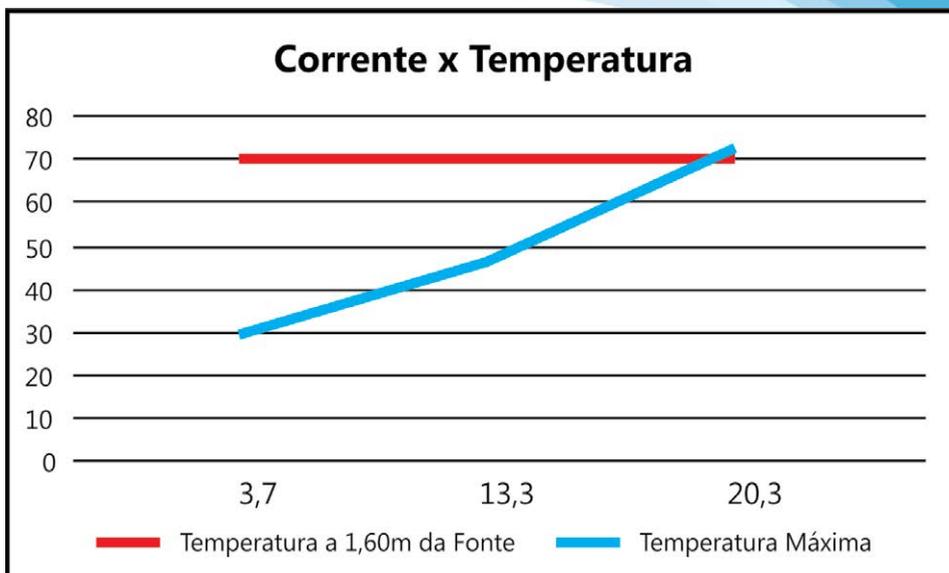
**Imagem 6B - Efeitos com corrente aplicada de 21,2 A (Trecho de 2,45m)**

### 5.3 - Ensaio de Corrente Aplicada - 2,5 mm<sup>2</sup> Desbitolado

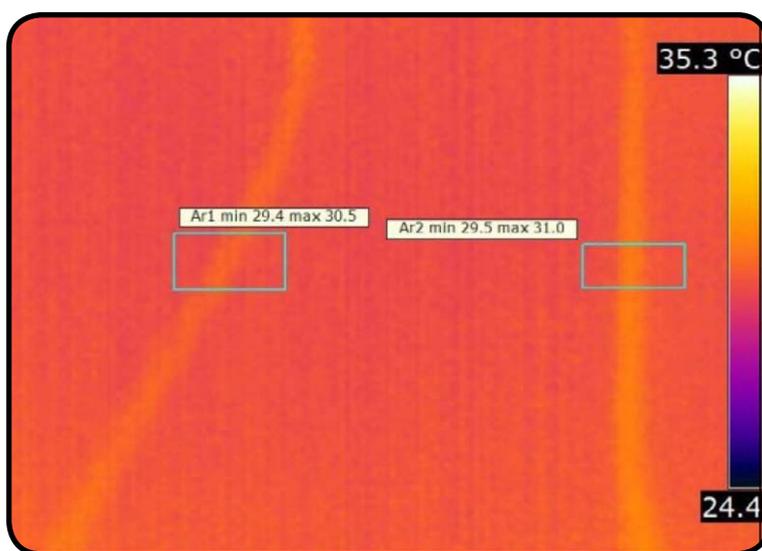
A tabela 6, o gráfico 3 e as imagens de 7 a 9, a seguir, apresentam os resultados referentes a passagem de corrente, a elevação da temperatura; e as imagens termográficas obtidas no decorrer da simulação nos trechos A e B do circuito elétrico, respectivamente a 1,6 m e 2,45 m da fonte de tensão.

**Tabela 6 - Resultados da simulação em cabo de Cobre PVC 70°C - 2,5 mm<sup>2</sup> - Desbitolado**

Início (Hora)	Final (Hora)	Potência aplicada (W)	Corrente na Carga (A)	Tensão na fonte (V)	Tensão a 3,20m da Fonte (A)	Tensão na Carga (V)	Queda de Tensão no Cabo (%)
13:47	13:52	1250	3,7	119	118	118	0,84
13:52	13:57	2600	13,3	113	110	109	3,54
13:57	14:02	3950	20,3	107	103	100	6,54

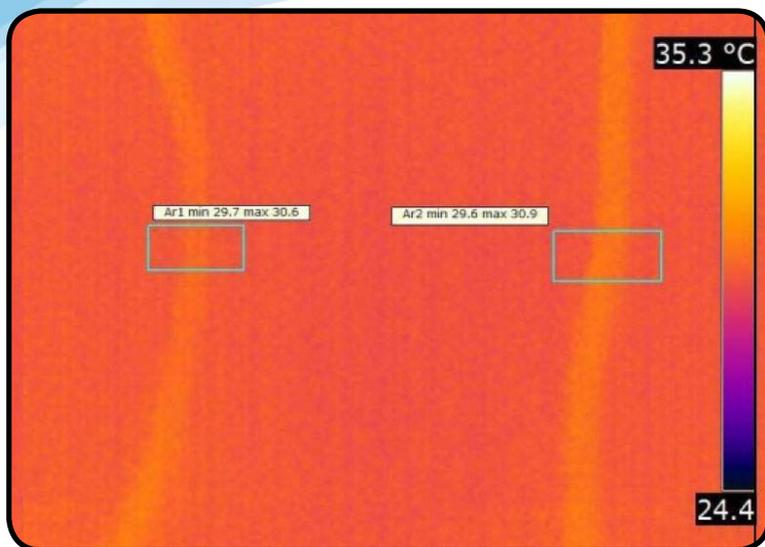


**Gráfico 3 - Variação da temperatura no cabo 2,5 mm<sup>2</sup> Desbitolado durante o tempo de simulação**



**Cabo de cobre 2,5 mm<sup>2</sup> (Desbitolado)**  
**Corrente: 3,7A**  
**Potência: 1250W**  
**Distância da Fonte: 1,60m**

**Imagem 7A - Efeitos com corrente aplicada de 3,7 A (Trecho de 1,60m)**



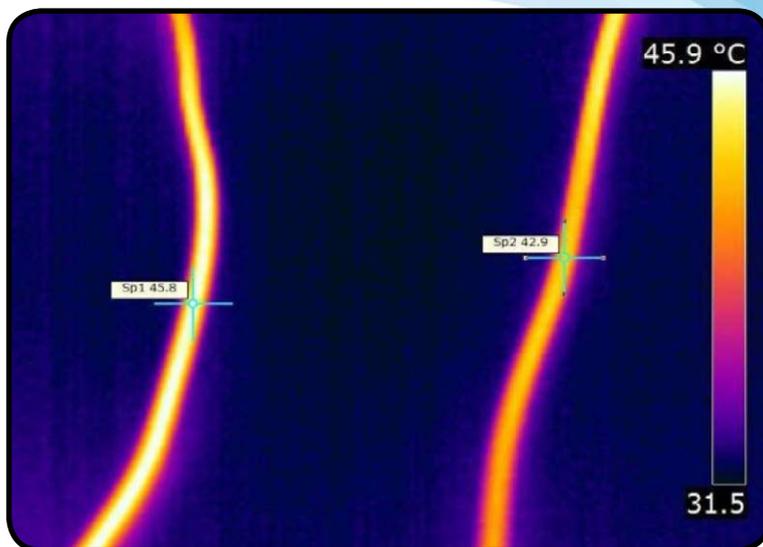
**Cabo de cobre 2,5 mm<sup>2</sup> (Desbitolado)**  
**Corrente: 3,7A**  
**Potência: 1250W**  
**Distância da Fonte: 2,45m**

**Imagem 7B - Efeitos com corrente aplicada de 3,7 A (Trecho de 2,45m)**



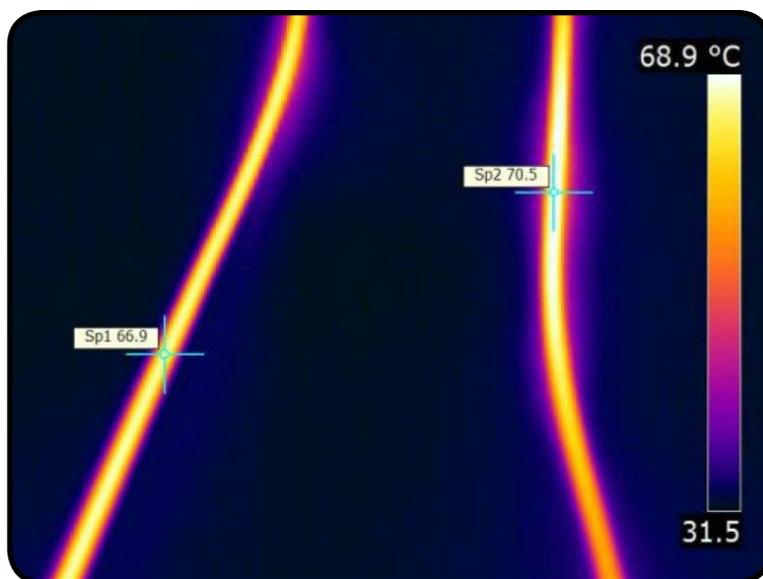
**Cabo de cobre 2,5 mm<sup>2</sup> (Desbitolado)**  
**Corrente: 13,3A**  
**Potência: 2600W**  
**Distância da Fonte: 1,60m**

**Imagem 8A - Efeitos com corrente aplicada de 13,3 A (Trecho de 1,60m)**



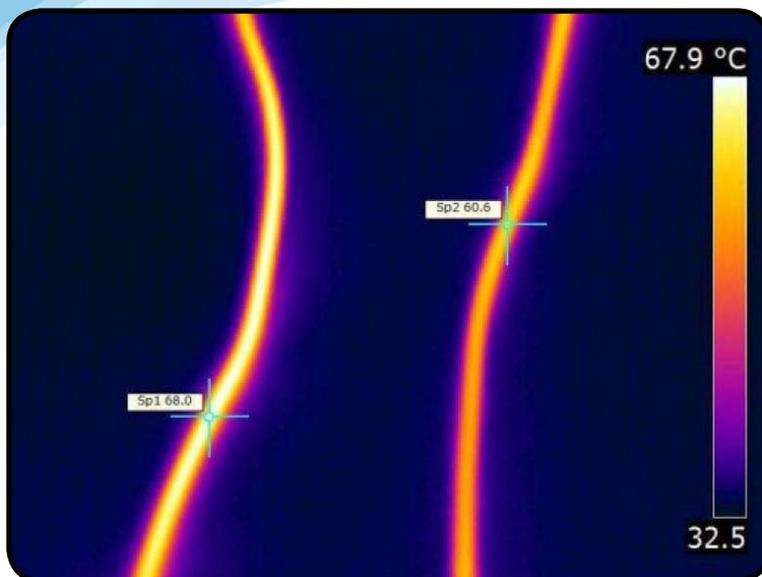
**Cabo de cobre 2,5 mm<sup>2</sup> (Desbitolado)**  
**Corrente: 13,3A**  
**Potência: 2600W**  
**Distância da Fonte: 2,45m**

**Imagem 8B - Efeitos com corrente aplicada de 13,3 A (Trecho de 2,45m)**



**Cabo de cobre 2,5 mm<sup>2</sup> (Desbitolado)**  
**Corrente: 20,3A**  
**Potência: 3950W**  
**Distância da Fonte: 1,60m**

**Imagem 9A - Efeitos com corrente aplicada de 20,3 A (Trecho de 1,60m)**



**Cabo de cobre 2,5 mm<sup>2</sup> (Desbitolado)**  
**Corrente: 20,3A**  
**Potência: 3950W**  
**Distância da Fonte: 2,45m**

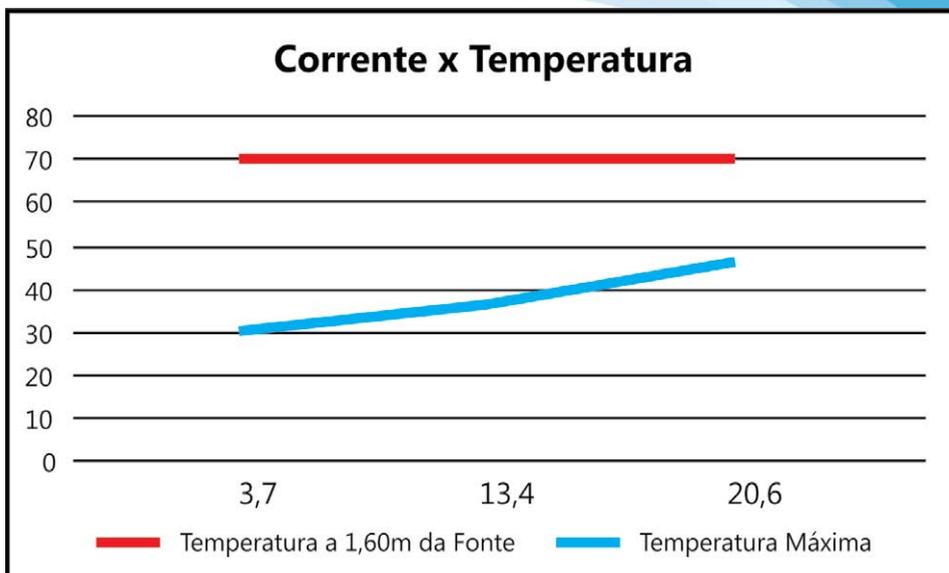
**Imagem 9B - Efeitos com corrente aplicada de 20,3 A (Trecho de 2,45m)**

#### **5.4 - Ensaio de Corrente Aplicada - 2,5 mm<sup>2</sup> Normalizado**

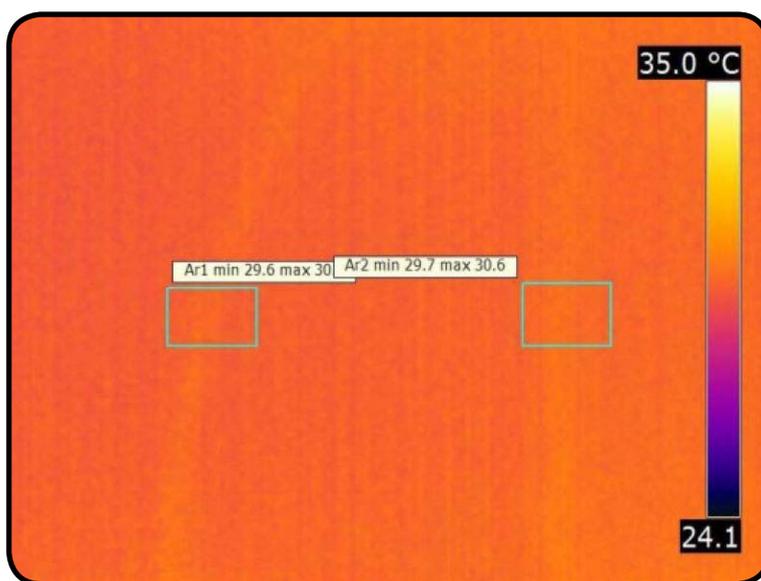
A tabela 7, o gráfico 4 e as imagens de 10 a 11, a seguir, apresentam os resultados referentes a passagem de corrente, a elevação da temperatura; e as imagens termográficas obtidas no decorrer da simulação nos trechos A e B do circuito elétrico, respectivamente a 1,6 m e 2,45 m da fonte de tensão.

**Tabela 7 - Resultados da simulação em cabo de Cobre PVC 70°C - 2,5 mm<sup>2</sup> - Normalizado**

Início (Hora)	Final (Hora)	Potência aplicada (W)	Corrente na Carga (A)	Tensão na fonte (V)	Tensão a 3,20m da Fonte (A)	Tensão na Carga (V)	Queda de Tensão no Cabo (%)
14:15	14:21	1250	3,7	118	118	118	0
14:21	14:27	2600	13,4	112	110	110	1,78
14:27	14:34	3950	20,6	106	103	102	3,77



**Gráfico 4 - Variação da temperatura no cabo 2,5 mm<sup>2</sup> Normalizado durante o tempo de simulação**



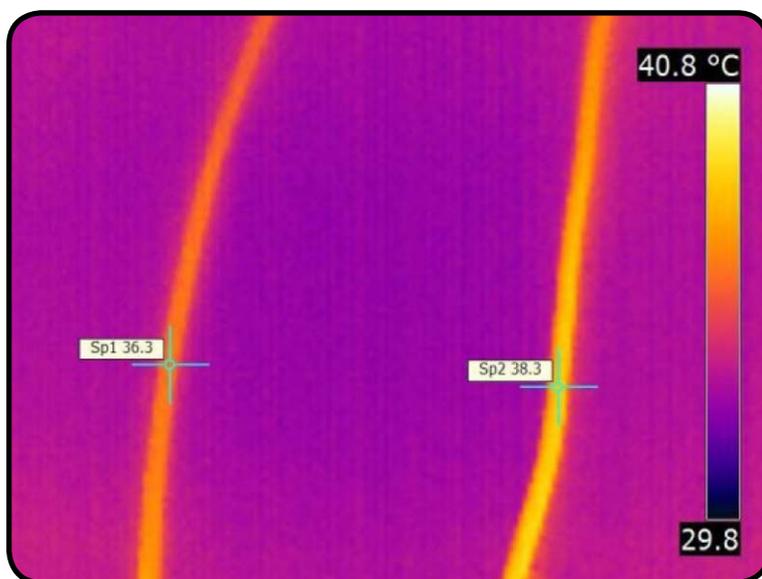
**Cabo de cobre 2,5 mm<sup>2</sup> (Normalizado)**  
**Corrente: 3,7A**  
**Potência: 1250W**  
**Distância da Fonte: 1,60m**

**Imagem 10A - Efeitos com corrente aplicada de 3,7 A (Trecho 1,60m)**



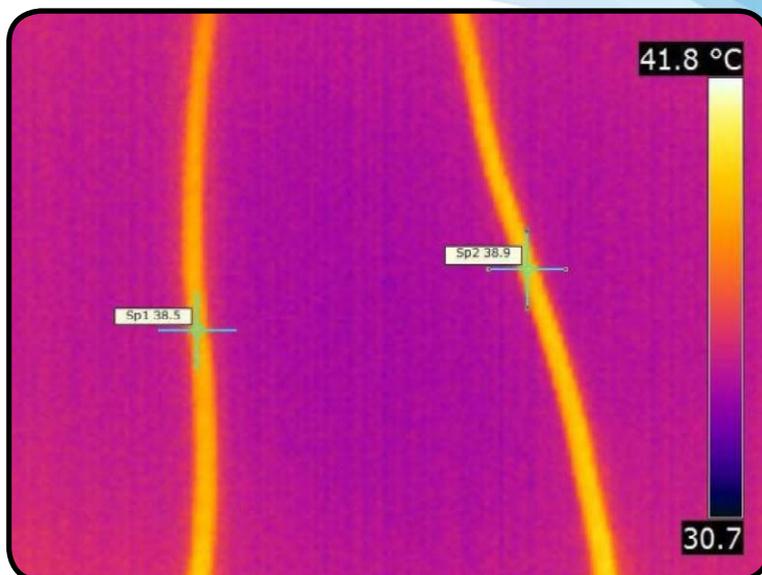
**Cabo de cobre 2,5 mm<sup>2</sup> (Normalizado)**  
**Corrente: 3,7A**  
**Potência: 1250W**  
**Distância da Fonte: 2,45m**

**Imagem 10B - Efeitos com corrente aplicada de 3,7 A (Trecho 2,45m)**



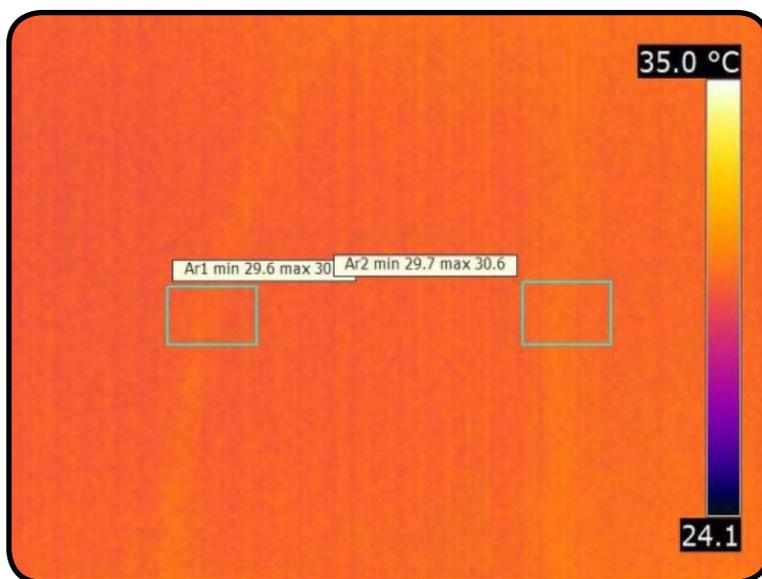
**Cabo de cobre 2,5 mm<sup>2</sup> (Normalizado)**  
**Corrente: 13,4A**  
**Potência: 2600W**  
**Distância da Fonte: 1,60m**

**Imagem 11A - Efeitos com corrente aplicada de 13,4 A (Trecho de 1,60m)**



**Cabo de cobre 2,5 mm<sup>2</sup> (Normalizado)**  
**Corrente: 13,4A**  
**Potência: 2600W**  
**Distância da Fonte: 2,45m**

**Imagem 11B - Efeitos com corrente aplicada de 13,4 A (Trecho de 2,45m)**



**Cabo de cobre 2,5 mm<sup>2</sup> (Normalizado)**  
**Corrente: 20,6A**  
**Potência: 3950W**  
**Distância da Fonte: 1,60m**

**Imagem 12A - Efeitos com corrente aplicada de 20,6 A (Trecho de 1,60m)**



**Cabo de cobre 2,5 mm<sup>2</sup> (Normalizado)**  
**Corrente: 20,6A**  
**Potência: 3950W**  
**Distância da Fonte: 2,45m**

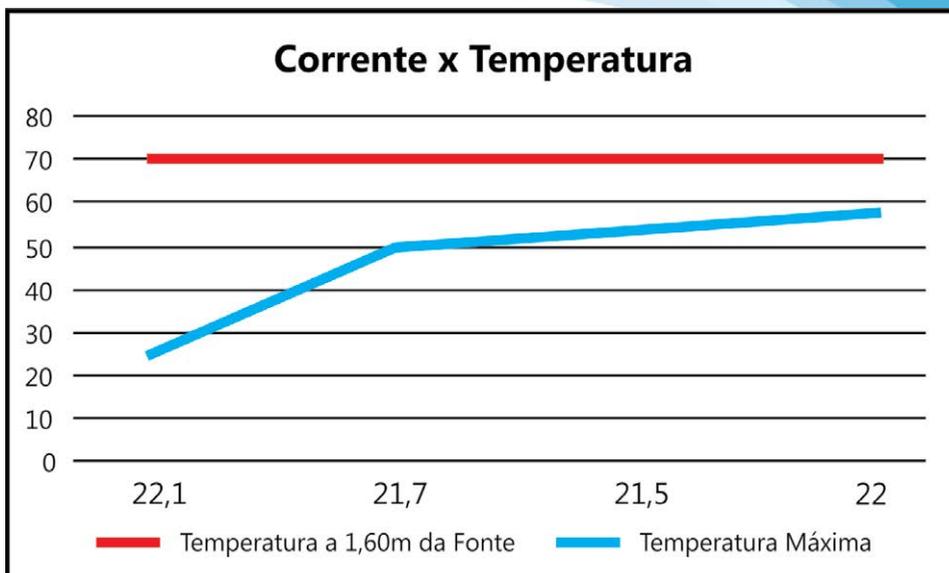
**Imagem 12B - Efeitos com corrente aplicada de 20,6 A (Trecho de 2,45m)**

### **5.5 - Simulação de passagem de corrente “Fadiga Térmica” em cabo 2,5 mm<sup>2</sup> Normalizado**

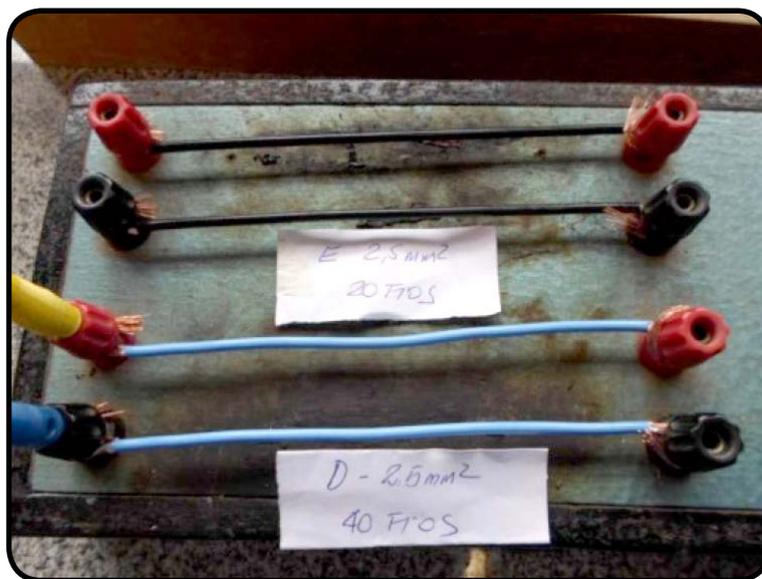
A tabela 8, o gráfico 5 e as imagens de 13 a 17, a seguir, apresentam os resultados referentes a passagem de corrente por um período de 15 minutos; a elevação da temperatura; e as imagens termográficas obtidas no decorrer da simulação num trecho do circuito elétrico.

**Tabela 8 - Resultados da simulação de passagem de corrente por 15 minutos em cabo de Cobre PVC 70°C - 2,5 mm<sup>2</sup> - Normalizado**

Tempo (Minutos)	Potência aplicada (W)	Tensão (V)	Corrente (A)	Temperatura (°C)
0	3950	106	22,1	33,4
5	3950	106	21,7	50,5
10	3950	106	21,5	53,0
15	3950	108	22,0	56,1



**Gráfico 5 - Variação da temperatura no cabo 2,5 mm<sup>2</sup> Normalizado durante o tempo de simulação**



**Imagem 13 - Circuito para análise da fadiga cabo 25 mm<sup>2</sup>**

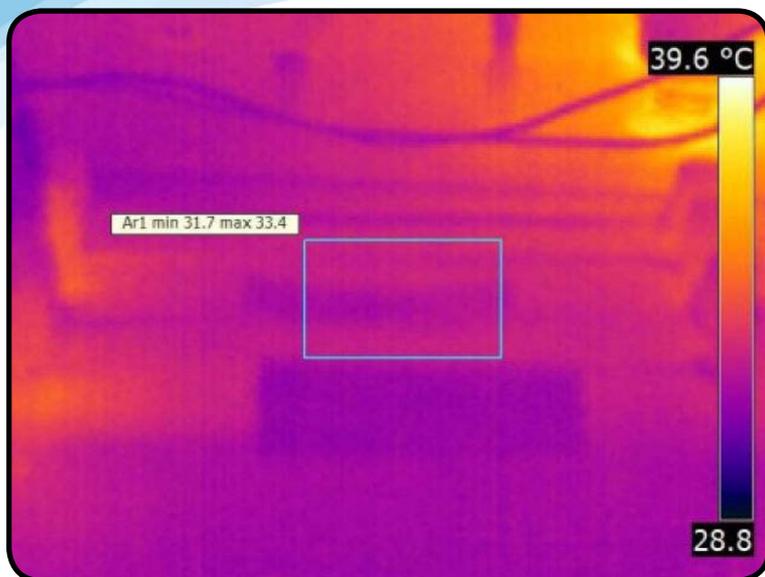
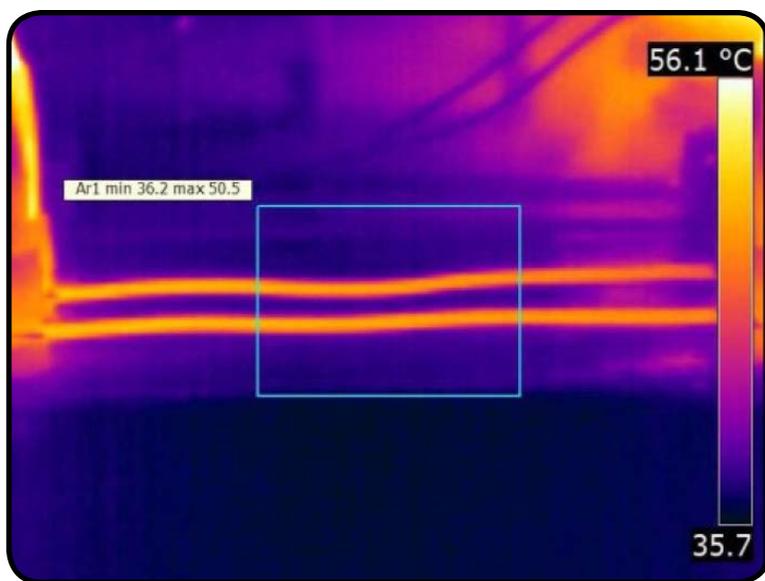
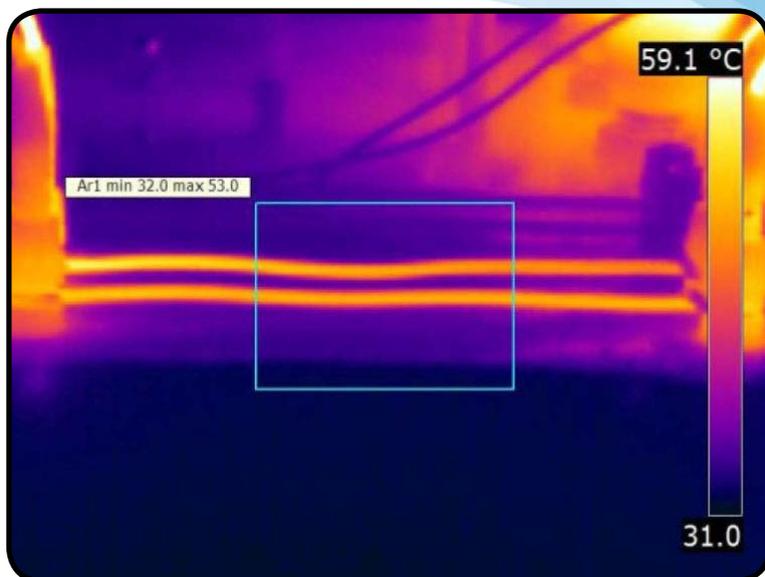


Imagem 14 - Efeitos com corrente aplicada de 22,1 A (no tempo 0 minuto)



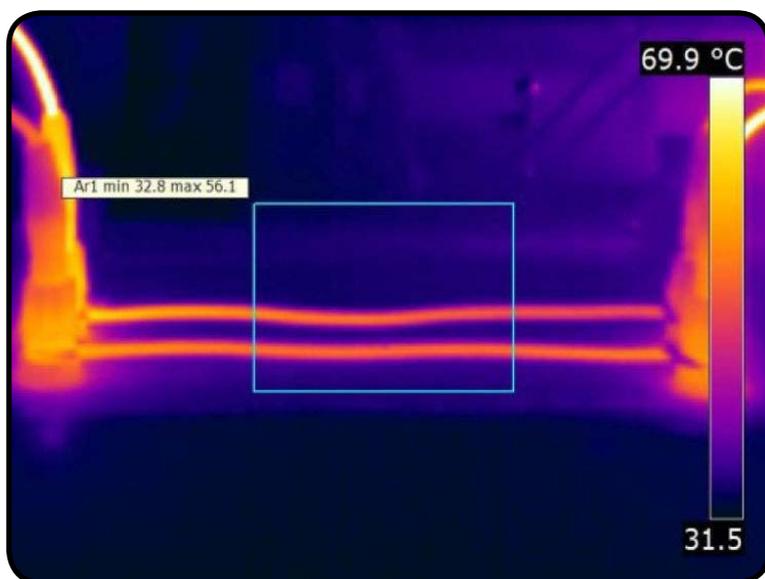
Cabo de cobre 2,5 mm<sup>2</sup> (Normalizado)  
Corrente: 21,7A  
Potência: 3950W  
Tempo: 5 Minutos

Imagem 15 - Efeitos com corrente aplicada de 21,7 A (no tempo 5 minutos)



**Cabo de cobre 2,5 mm<sup>2</sup> (Normalizado)**  
**Corrente: 21,5A**  
**Potência: 3950W**  
**Tempo: 10 Minutos**

**Imagem 16 - Efeitos com corrente aplicada de 21,5 A (no tempo 10 minutos)**



**Cabo de cobre 2,5 mm<sup>2</sup> (Normalizado)**  
**Corrente: 22,0A**  
**Potência: 3950W**  
**Tempo: 15 Minutos**

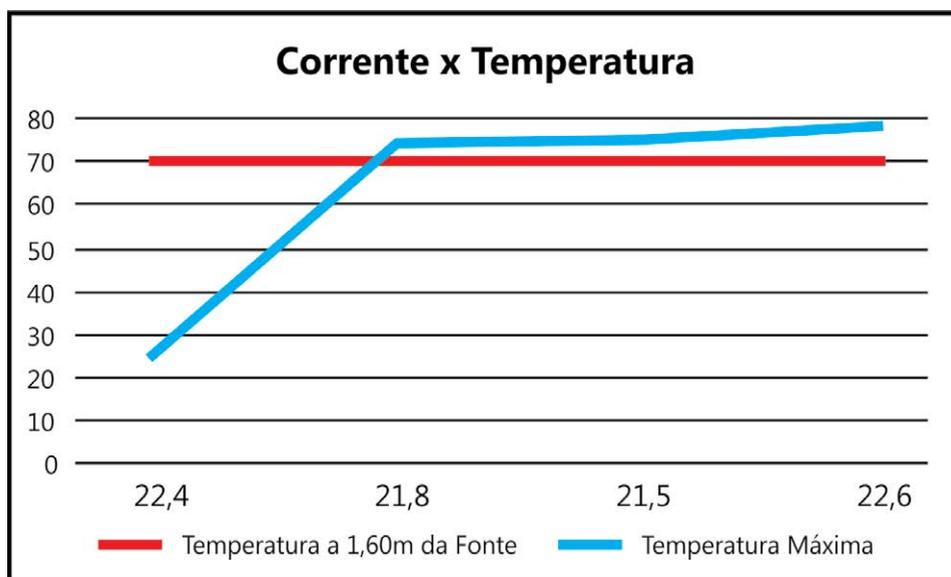
**Imagem 17 - Efeitos com corrente aplicada de 22,0 A (no tempo 15 minutos)**

## 5.6 - Simulação de passagem de corrente “Fadiga Térmica” em cabo 2,5 mm<sup>2</sup> Desbitolado

A tabela 9, o gráfico 6 e as imagens de 18 a 21, a seguir, apresentam os resultados referentes a passagem de corrente por um período de 15 minutos; a elevação da temperatura; e as imagens termográficas obtidas no decorrer da simulação num trecho do circuito elétrico.

**Tabela 9 - Resultados da simulação de passagem de corrente por 15 minutos em cabo de Cobre PVC 70°C - 2,5 mm<sup>2</sup> - Desbitolado**

Tempo ( Minutos)	Potência aplicada (W)	Tensão (V)	Corrente (A)	Temperatura (°C)
0	3950	109	22,4	38,0
5	3950	108	21,8	74,6
10	3950	107	21,5	74,5
15	3950	107	22,6	76,1



**Gráfico 6 - Variação da temperatura no cabo 2,5 mm<sup>2</sup> Desbitolado durante o tempo de simulação**

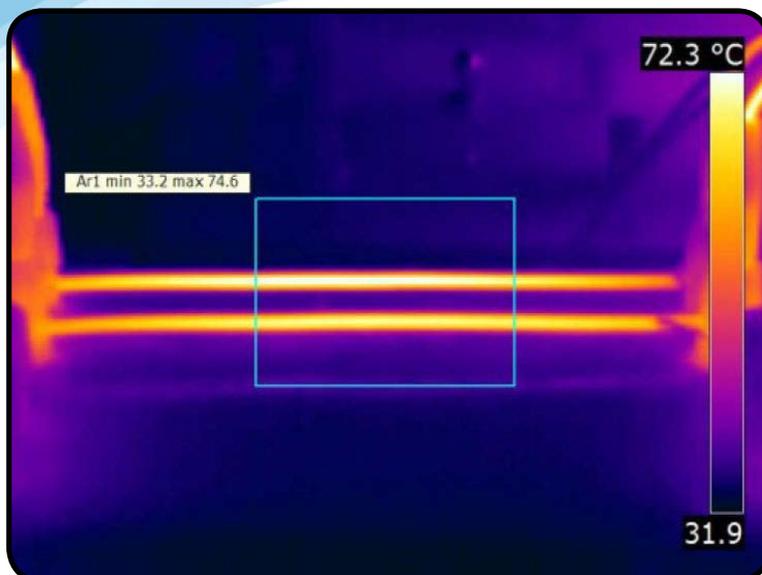


Imagem 18 - Circuito para análise da fadiga cabo 2,5 mm<sup>2</sup> "desbitolado"



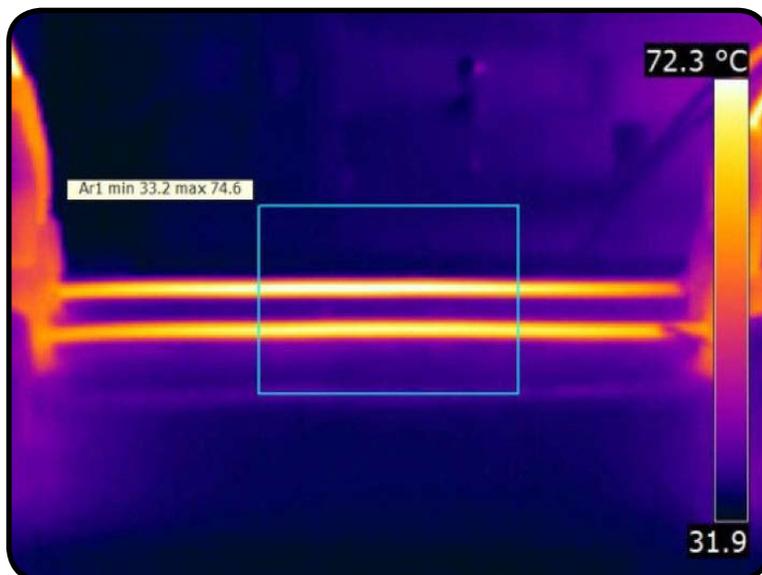
Cabo de cobre 2,5 mm<sup>2</sup> (Desbitolado)  
Corrente: 22,4A  
Potência: 3950W  
Tempo: 0 Minutos

Imagem 19 - Efeitos com corrente aplicada de 22,4 A (no tempo 0 minutos)



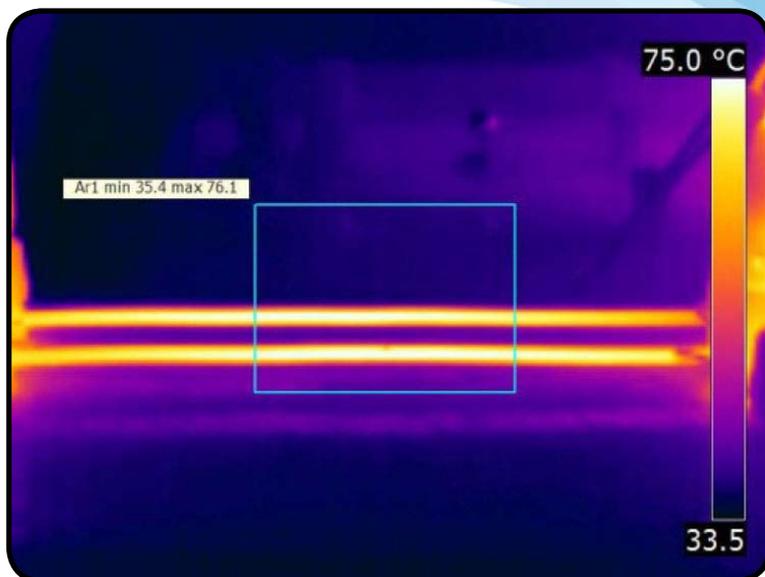
**Cabo de cobre 2,5 mm<sup>2</sup> (Desbitolado)**  
**Corrente: 21,8A**  
**Potência: 3950W**  
**Tempo: 5 Minutos**

**Imagem 20 - Efeitos com corrente aplicada de 21,8 A (no tempo 5 minutos)**



**Cabo de cobre 2,5 mm<sup>2</sup> (Desbitolado)**  
**Corrente: 21,5A**  
**Potência: 3950W**  
**Tempo: 10 Minutos**

**Imagem 21 - Efeitos com corrente aplicada de 22,5 A (no tempo 10 minutos)**



**Cabo de cobre 2,5 mm<sup>2</sup> (Desbitolado)**  
**Corrente: 22,6A**  
**Potência: 3950W**  
**Tempo: 15 Minutos**

**Imagem 22 - Efeitos com corrente aplicada de 22,6 A (no tempo 15 minutos)**

## 6 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Diante dos resultados dos valores de queda de tensão e elevação da temperatura resultantes das simulações de passagem de corrente, foi possível verificar que os cabos de cobre fabricados fora das normas técnicas vigentes (desbitolados), além de causarem um aumento no consumo de energia em virtude do aumento da temperatura acima dos valores permitidos, também colocam em risco a instalação, podendo causar curto-circuito e incêndio de pequenas proporções até risco iminente à vida.

Serve de alerta, desde já, que os profissionais estejam sempre atentos à qualidade de fios e cabos utilizados nas instalações prediais de eletricidade, de modo a sempre garantir condições seguras de uso da energia elétrica, tanto para os usuários como para as edificações evitando acidentes que muitas vezes são de grande monta e fatais.

Assim, diante dos resultados apresentados nas simulações, recomenda-se que sejam feitas verificações nos fios e cabos adquiridos, de modo a evitar o uso de produtos fora de padronização, evitando que se prolifere no mercado este tipo de produto.

Por fim, considera-se que a atuação consciente do profissional da engenharia é um meio de garantir a qualidade das instalações prediais de eletricidade, contribuindo para que se economize recursos, energia e, principalmente, elimine riscos à vida e a propriedade.



## EQUIPE PARTICIPANTE

As simulações foram conduzidas pelos seguintes profissionais:

- **Eng. Civil Douglas Barreto**

Formado pela UAM - 1984. M.Sc. BSE pela Heriot Watt University. Doutor pela FAUUSP e Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Civil da UFSCar. Atual Presidente da AEASC - Associação do Engenheiros, Arquitetos e Agrônomos de São Carlos.

- **Eng. Eletricista Fernando Trizolio Junior**

Formado pela Fundação Educacional de Barretos - Unifeb - 1996. Presidente AEARB - Associação dos Engenheiros, Arquitetos e Agrônomos de Bebedouro de 2013 a 2018. Inspetor chefe da CAF. Coordenador da Unacen no ano de 2017.

- **Eng. Químico e Químico Industrial Francisco Innocêncio Pereira**

Formado pela Universidade e Associação de Ensino de Ribeirão Preto - 1980/1988. Eng Segurança do Trabalho pela Universidade Cândido Mendes - 2018. Coordenador da Unacen no ano de 2018. Atual Presidente AEAAMA Associação dos Engenheiros Arquitetos e Agrônomos de Monte Alto.

- **Eng. Mecânico Carlos Tadeu Barelli**

Formado pela Escola de Engenharia de Piracicaba - EEP - 1995. Conselheiro da CEEMM de 2013 a 2017. Atual Presidente da AEAAT - Associação dos Engenheiros, Arquitetos e Agrônomos de Taquaritinga.

- **Eng. Agrimensor Gilberto Felipe**

Formado pela Faculdade de Engenharia de Agrimensura de Araraquara - 1993. e Pós graduado em Eng. Seg. do Trabalho pela Faculdade de Engenharia Civil de Araraquara - 1999 e Técnico em Eletrotécnica, formado em 1985 pela escola técnica de Barretos Ex-Presidente AEAAT - Taquaritinga 2015-2017

- **Técnico Eletrotécnico Marcos Vinícius Souza**

Formado pela Escola Técnica Estadual de 2º Grau - Paulino Botelho - 1990. Técnico do Laboratório de Eletricidade da UFSCar



## **AGRADECIMENTOS**

Ao CREA-SP por acreditar que a difusão do conhecimento e informações é o caminho para qualificar cada vez mais os profissionais do Sistema. Também à Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) que permitiu o uso do Laboratório de Instalações Elétricas para a realização das simulações.



## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão. 2008 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 209 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5471 - Condutores Elétricos – 1986 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 1986. 10 p.

PROCOBRE – Panorama da situação das instalações elétricas prediais no Brasil. São Paulo: Instituto Brasileiro do Cobre - PROCOBRE, 2014. 64 p.

BRASIL(a). Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - INMETRO. Portaria n.º 589, de 05 de novembro de 2012. Regulamento Técnico da Qualidade para Fios, Cabos e Cordões Flexíveis Elétricos. Rio de Janeiro- RJ. 107.p

BRASIL(b). Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - INMETRO. Portaria n.º 640, de 30 de novembro de 2012. Requisitos de Avaliação da Conformidade da Qualidade para fios, cabos e cordões flexíveis elétricos. Rio de Janeiro- RJ. 46.p

### **Sites consultados:**

<http://www.inmetro.gov.br/prodcert/certificados/lista.asp>

<https://www.abntcatalogo.com.br/>













**AEASC**

**APOIO:**



**CREA-SP**







**AEASC**



**APOIO:**



**CREA-SP**