



## XVIII Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica

SENDI 2008 - 06 a 10 de outubro

4 Olinda - Pernambuco - Brasil

### Aplicação das Primeiras Terminações 3M Contráteis a Frio para Cabos Isolados de 69/72kV na USIMINAS.

<b>Luis Cláudio S. Oliveira</b>	<b>José Paulo S. Okumoto</b>
<b>3M do Brasil LTDA</b>	<b>3M do Brasil LTDA</b>
lsoliveira@mmm.com	jsokumoto@mmm.com

#### 1. Palavras-chave

Atender a NR 33  
Classe de Tensão 69/72kV  
Contrátil a Frio  
QTII 7672-S8 RW na Usiminas  
Terminação 3M para Cabos Isolados

#### 2. Resumo

Etapas da aplicação em campo das novas terminações de borracha de silicone contráteis a frio de 69/72kV realizadas na USIMINAS.

Passo a passo e os cuidados empregados nesse trabalho de instalar seis terminações para cabos de cobre isolados.

#### 3. Introdução

As terminações contráteis a frio foram desenvolvidas há cerca de 40 anos para condutores de média tensão e tem como características básicas a redução do tempo de aplicação, diminuição da interferência humana nas etapas passíveis de erros e principalmente não ser necessário empregar chama para fazer a contração dos seus componentes de borracha de silicone. Por isso atendem aos preceitos da Norma Regulamentadora NR 33 quando necessitam ser instaladas em espaços confinados.

A Norma Regulamentadora - NR 33 que tem como objetivo estabelecer os requisitos mínimos para identificação de espaços confinados e o reconhecimento, avaliação, monitoramento e controle dos riscos existentes, de forma a garantir permanentemente a segurança e saúde dos trabalhadores que interagem direta ou indiretamente nestes espaços confinados. Definindo Espaço Confinado como sendo qualquer área ou ambiente não projetado para ocupação humana contínua, que possua meios limitados de entrada e saída, cuja ventilação existente é insuficiente para remover contaminantes ou onde possa existir a deficiência ou enriquecimento de oxigênio.

Nas galerias e dutos e elétricos ainda havia a necessidade do uso de maçarico para fazer a contração dos terminais contrariando NR 33 que estabelece que teremos que antecipar e reconhecer os riscos nos espaços confinados e adotar medidas para eliminar ou controlar os riscos de incêndio ou explosão em trabalhos a quente, tais como solda, aquecimento, esmerilhamento, corte ou outros que liberem chama aberta, faíscas, calor, incêndio, choques elétricos, eletricidade estática, queimaduras, quedas, escorregamentos, impactos, esmagamentos, amputações e outros que possam afetar a segurança e saúde dos trabalhadores.

Também as novas tecnologias têm propiciado a criação de condutores com diâmetros das camadas de isolamento cada vez menores, dificultando a concepção e aplicação de terminações e emendas para esses condutores de diâmetros de isolamento reduzida. A QT-III 7672-S8 pode atender condutores isolados com as seções de 120 -1000 mm<sup>2</sup>. Com espírito inovador e a incansável busca por materiais capazes de satisfazer essas necessidades do mercado e atendimento das normas vigentes foi possível o desenvolvimento e aplicação abaixo demonstrada.

#### 4. Procedimento da Instalação

4.1 - A escolha da terminação ocorreu usando a seguinte tabela

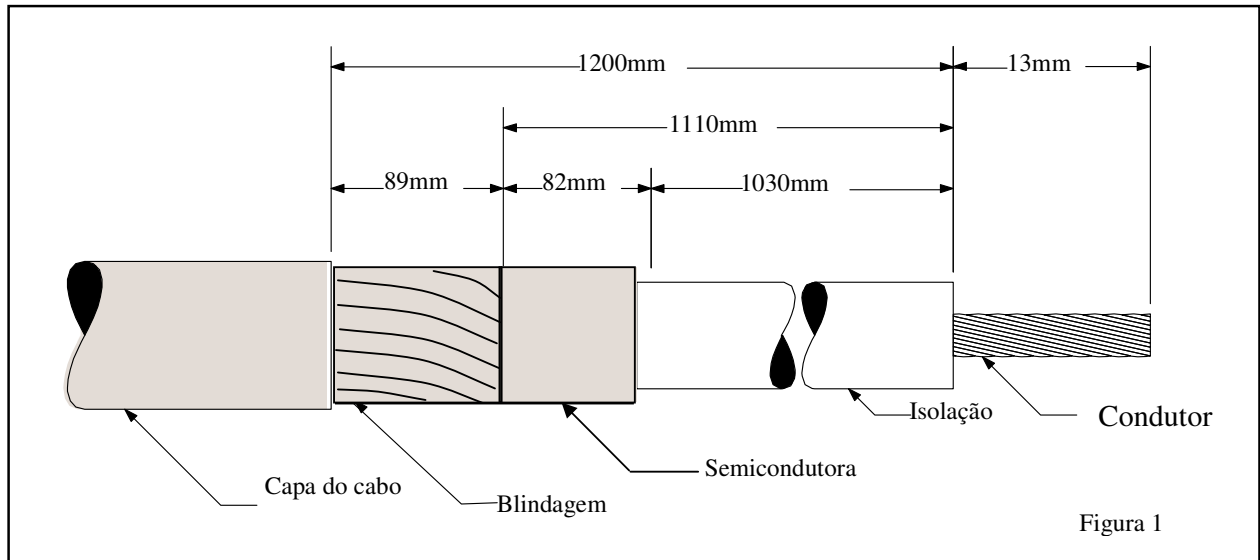
<b>TABELA DE ESPECIFICAÇÃO DA TERMINAÇÃO CONTRÁTIL A FRIO PARA CABOS ISOLADOS</b>						
<b>ESPECIFICAÇÃO DO CONJUNTO</b>	<b>CLASSE DE TENSÃO</b>	<b>SEÇÃO NOMINAL DO CONDUTOR</b>	<b>DIÂMETRO EXTERNO DA ISOLAÇÃO PRIMÁRIA DO CONDUTOR</b>	<b>DIÂMETRO EXTERNO DA COBERTURA DO CONDUTOR</b>	<b>FEITA PARA ISOLAR CONDUTORES</b>	<b>ATENDE E ATÉ EXCEDE OS LIMITES DAS NORMAS</b>
<b>QT-III 7672-S8 (RW)</b>	kV	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(mm)	Cobre ou Alumínio	IEC 60840 e IEEE 48 classe 1
	69/72,5	120 -1000	36,6 - 65,5	49,5 - 79,0		

Tabela 1

## 4.2 - Preparamos o Condutor



Fizemos a retirada da cobertura do condutor, da blindagem a fio, da camada semicondutora e a isolação procedemos com mostra ilustra a Figura 1.



### 4.3- Instalamos a malha de aterramento

Passamos o cabo por dentro do conjunto de fios da blindagem de aterramento conforme a figura 2.

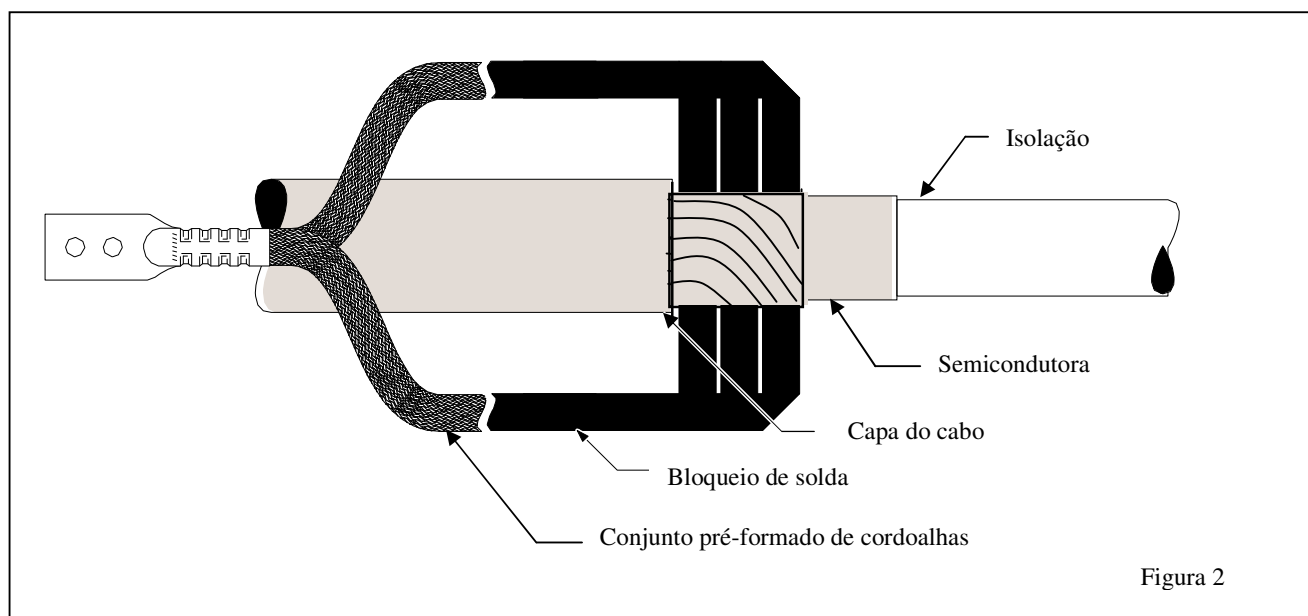
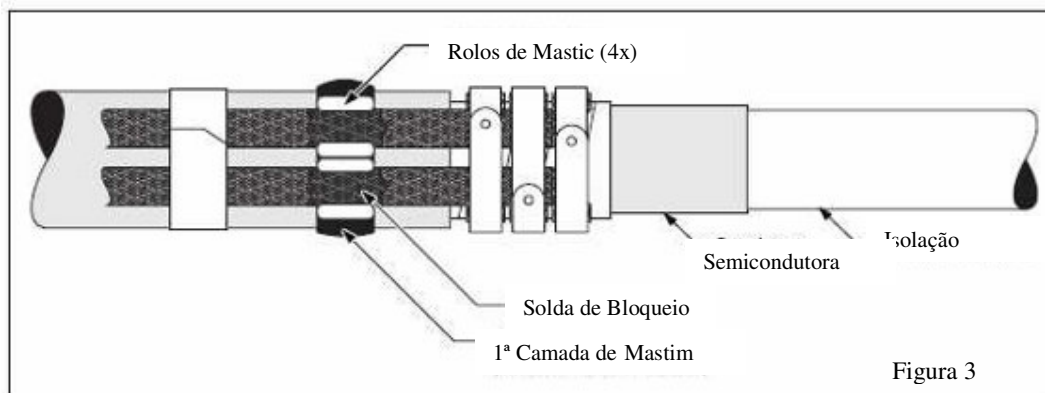


Foto 2

#### 4.4 - Fixamos as cordoalhas de aterramento:

As molas foram sequencialmente desenroladas seguindo o procedimento de começar pela que está mais próxima da cobertura do condutor, atentando para que a volta seguinte ficasse exatamente sobreposta a camada inferior conforme Figura 3.



#### 4.5 – Vedamos a cordoalha de aterramento.

Aplicamos Mastic enrolado sobre a cobertura do condutor sobre o ponto da cordoalha de aterramento que tem bloqueio de solda de estanho para evitar a penetração de água na terminação. Nesta etapa ainda foi feita a demarcação com fita de PVC sobre a cordoalha conforme Figura 4.

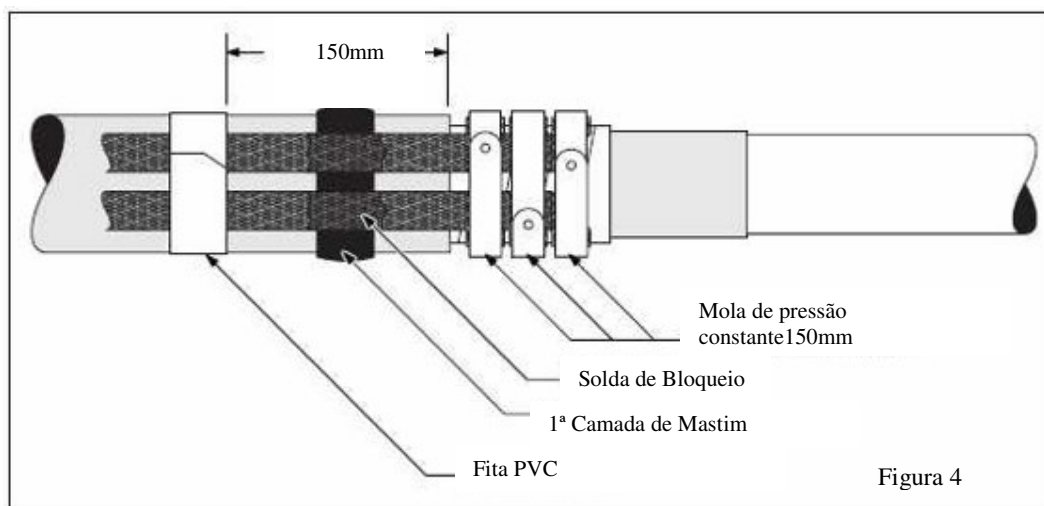




Foto 3

Cortamos 4 tiras de 25mm de fita Mastic, retirado o liner e formado pequenos rolos como mostrado na Figura 5.

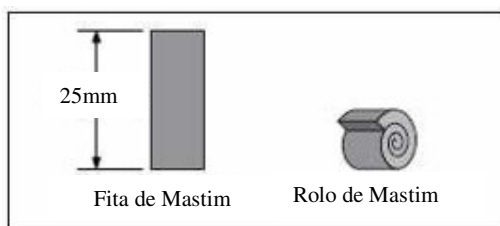


Figura 5

Com moderada pressão colocamos as fitas de Mastic sobre cada uma das laterais do bloqueio de solda das cordoalhas, conforme Figura 6 e Figura 7.

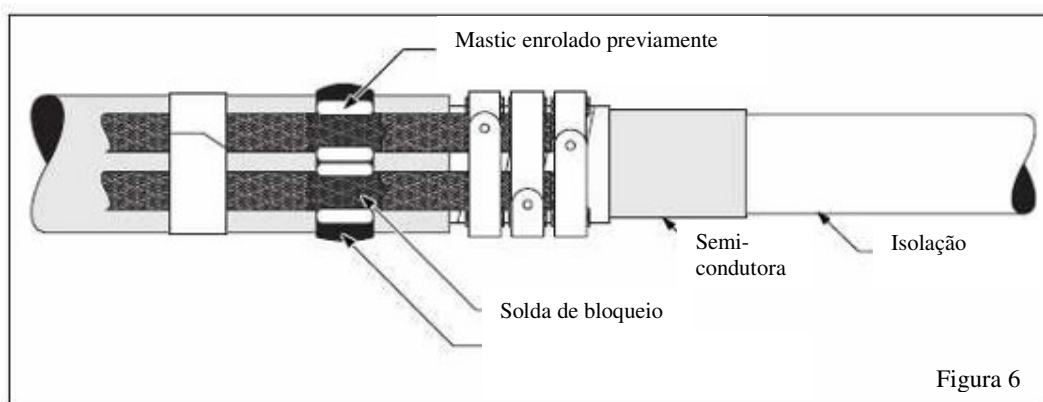
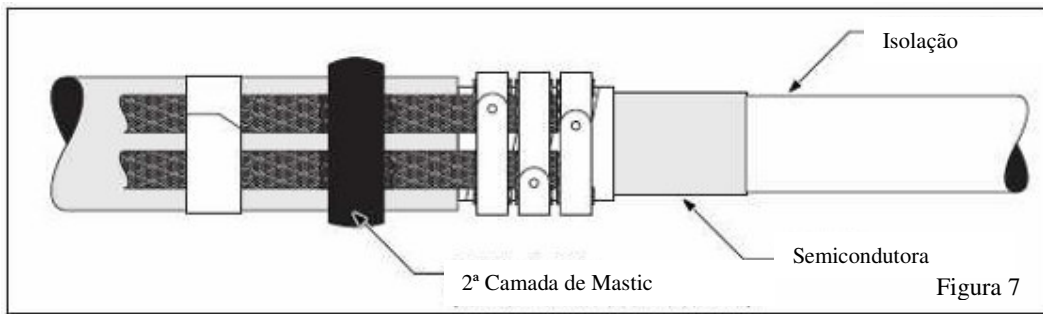
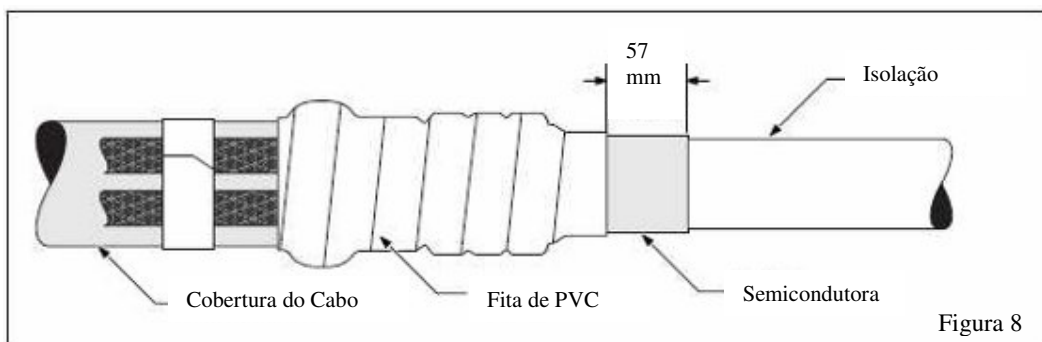


Figura 6





Aplicamos 2 camadas em meia sobreposição de fita de PVC Catch® Sapir 88, iniciando sobre a tira de Mastic aplicada anteriormente e terminando a uma distância de 57mm sobre o final da camada semicondutora, conforme Figura 8.



#### 4.6 - Limpamos o conjunto

Depois de limpamos muito bem a isolação do cabo, retiramos cuidadosamente os resíduos semicondutores existentes sobre a mesma de forma a não contaminar com resíduos condutores ou semicondutores na isolação do cabo.

#### 4.7 - Instalamos o Tubo Adaptador Contrátil a Frio

Instalada a tira de Mastic de Alta Constante Dielétrica (branco), removendo o liner aplicamos sobre a camada semicondutora e a isolação do cabo, de forma que metade do Mastic ficasse sobre a camada semicondutora e metade ficou sobre a isolação do cabo, conforme apresentado na Figura 9.

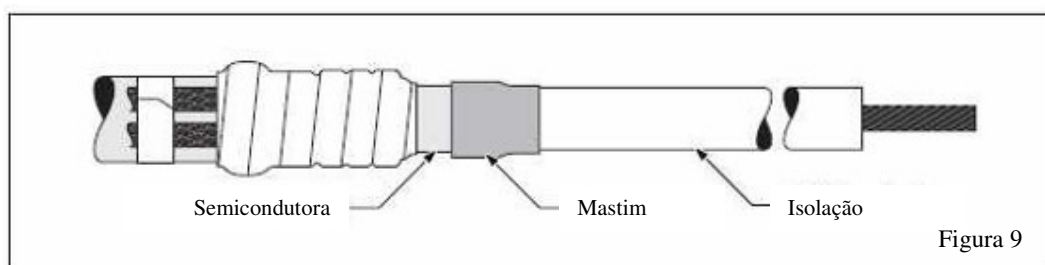


Figura 9

Aplicamos então 2 camadas em meia-sobreposição de fita de PVC Sapir 88 sobre o Mastic branco, deixando aproximadamente 3 mm do Mastic exposto em cada uma das pontas, conforme Figura 10. Posteriormente, afinamos as bordas das camadas expostas de Mastic, pressionando-as levemente com as pontas dos dedos, como apresentado na Figura 10.

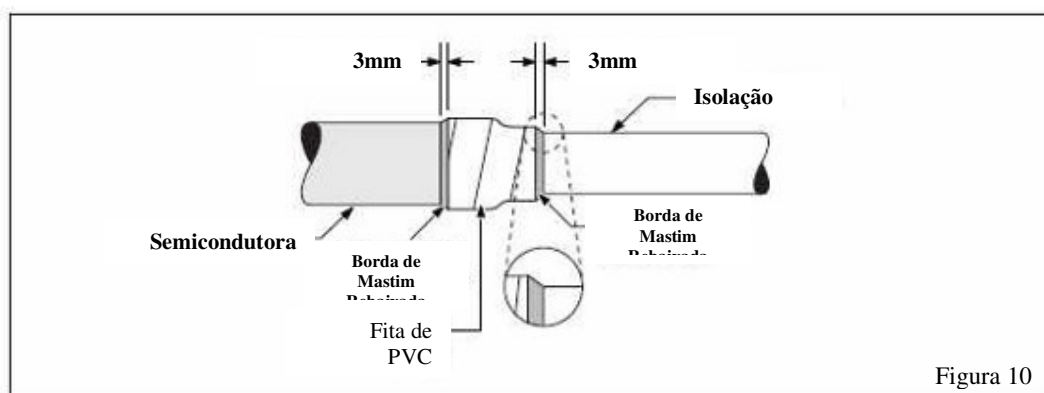
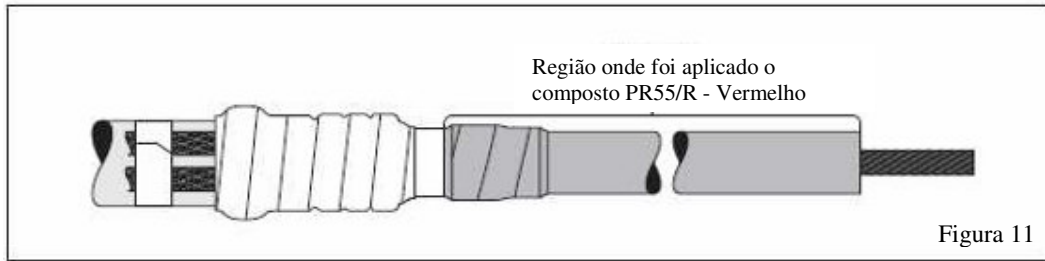


Figura 10



Aplicamos 2 tubos do composto P55/R Vermelho sobre a isolamento do cabo e a camada de fita de PVC Sapir 88, conforme Figura 11.



Introduzimos o Tubo Adaptador Contrátil a Frio no cabo, e forma que a ponta solta do núcleo plástico ficasse voltada para a ponta do cabo. Alinhamos o tubo com o início da camada de fita de PVC Sapir 88 demarcada anteriormente, conforme Figura 12 e em seguida removemos o núcleo plástico, iniciando pela ponta que estava solta, girando no sentido anti-horário, provocando a contração do tubo e conseqüentemente sua conseqüente adaptação ao cabo.

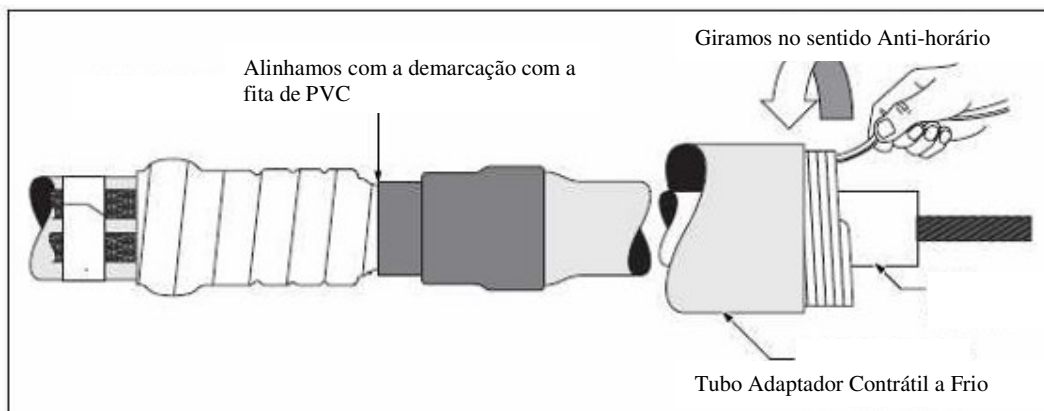




Foto 7

#### 4.8 - Instalamos o Tubo Isolador de Silicone

Removemos o liner do PAD de Mastic Branco, posicionamos o mesmo sobre o cabo, de forma que este cobrisse uma distância de 25mm sobre a parte escura (semicondutora) do tubo isolador e 127 mm sobre a parte cinza do tubo isolador (Figura 13). Usando força moderada, envolvemos 2 voltas do PAD sobre o cabo, sobrepondo-se o ponto de início de aplicação do mesmo por uma distância de aproximadamente 6 mm. Ao final, pressionamos levemente a ponta do PAD de Mastic branco.

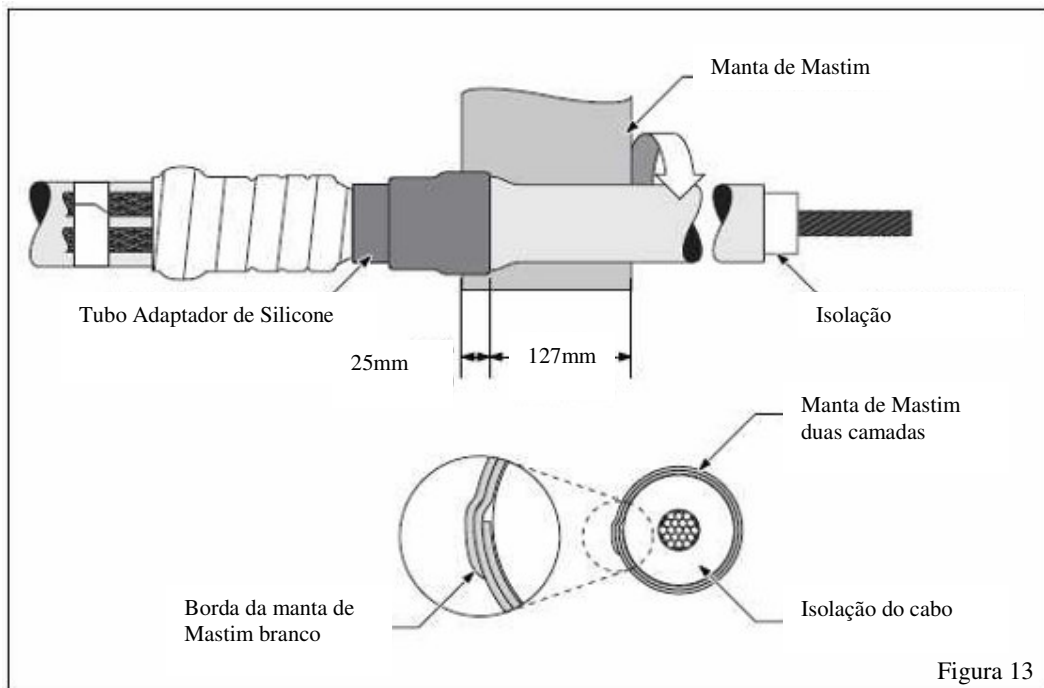




Foto 8

Aplicamos 2 camadas em meia-sobreposição de fita de PVC Sapir 88 sobre o PAD de Mastic Branco, deixando aproximadamente 3 mm de Mastic exposto em cada uma das bordas. Posteriormente, afinamos as bordas das camadas expostas de Mastic, pressionando-as levemente com as pontas dos dedos, como apresentado na Figura 14.

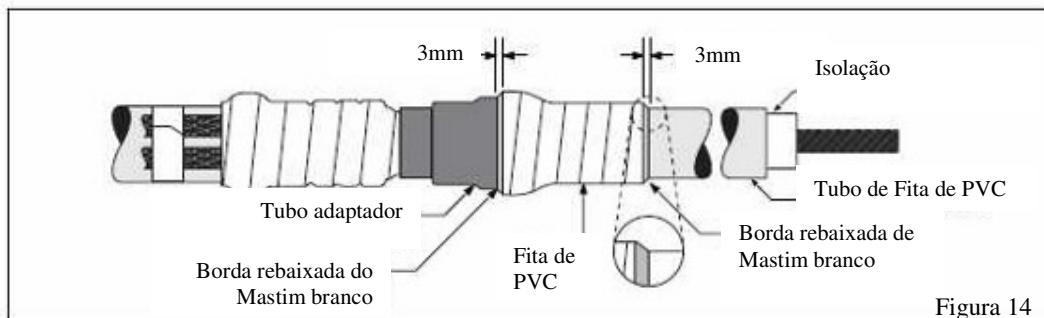
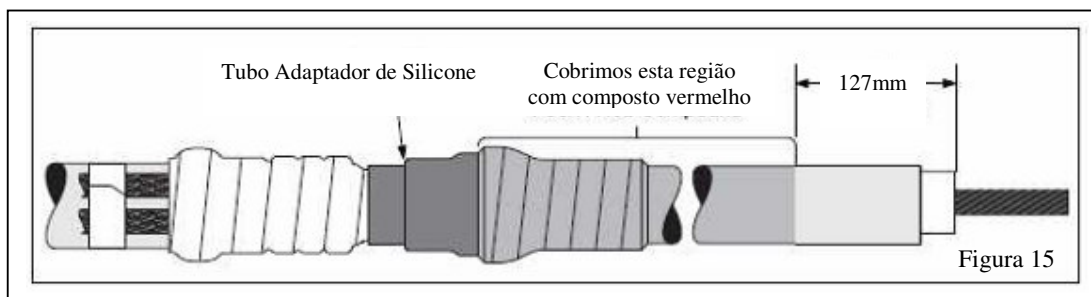


Figura 14



Foto 9

Iniciamos a uma distância de 127 mm do final da isolação, aplicando 2 tubos do composto P55/R Vermelho sobre a camada exposta da isolação e a camada de fita de PVC Sapir 88, conforme apresentado na Figura 15.



Selecionamos o Tubo Contrátil a Frio de Alta Constante Dielétrica (tubo preto de comprimento médio, com núcleo plástico branco) e inserimos o mesmo no cabo, com a ponta solta do núcleo plástico voltada para o final do condutor. Posicionamos o tubo sobre o final do degrau da parte semicondutora do tubo adaptador de silicone, conforme Figura 16. Em seguida, removemos o núcleo plástico, iniciando pela ponta solta, girando no sentido anti-horário, provocando a contração do tubo e sua perfeita acomodação no cabo. Foi feita uma limpeza da isolação exposta logo após esta aplicação.

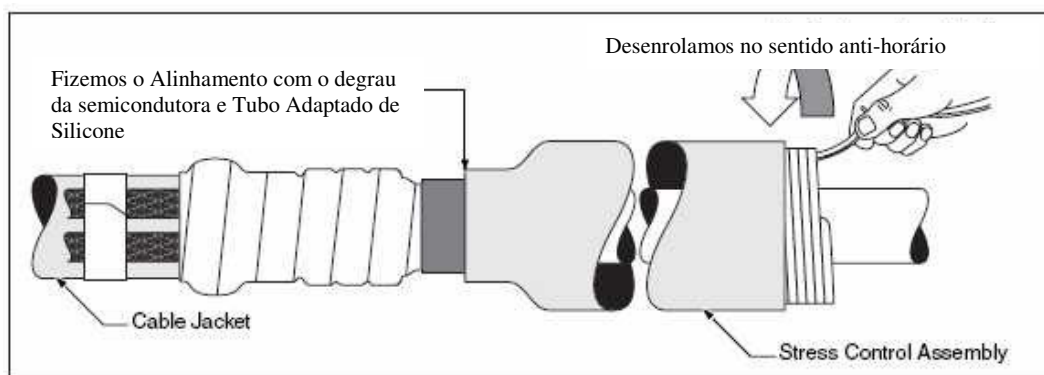


Figura 16



Foto 10

Fizemos a remoção do liner da tira de Mastic branco e o envolvemos no condutor posicionando a tira de forma que metade da mesma cobrisse o Tubo de Alta Constante Dielétrica e metade cobrisse a isolamento do cabo, conforme apresentado na Figura 17.

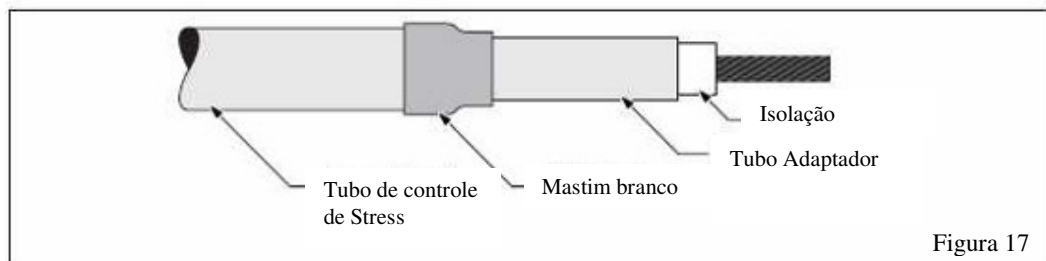


Figura 17

Aplicamos 2 camadas em meia-sobreposição de fita de PVC Sapir 88 sobre a camada de Mastic branco, deixando aproximadamente 3mm de Mastic exposto em cada uma das bordas. Posteriormente, afinamos as bordas das camadas expostas de Mastic, pressionando-as levemente com as pontas dos dedos, como apresentado na Figura 18.

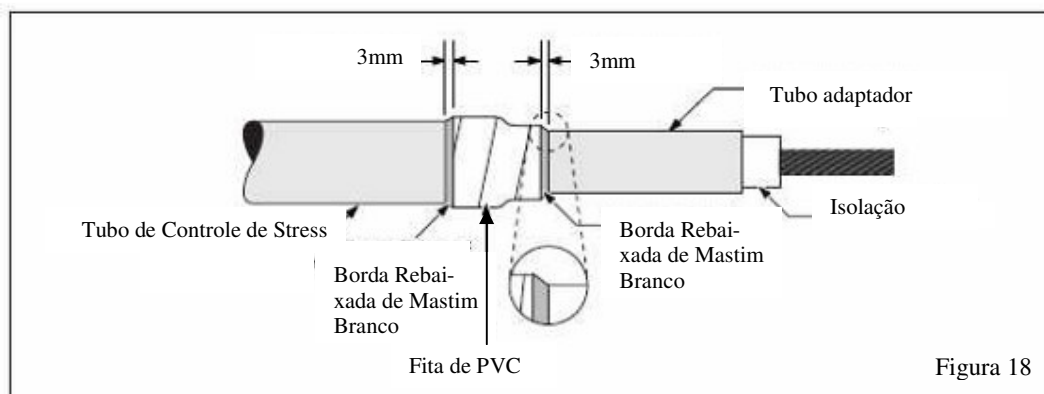


Figura 18

#### 4.9 Instalamos o Conector Terminal

Instalamos o conector terminal, de acordo com os procedimentos recomendados pelo fabricante do conector. Depois disso retiramos o liner de mais uma tira de Mastic branco dobramos ao meio a tira por 2 vezes em seu comprimento, conforme Figura 19.

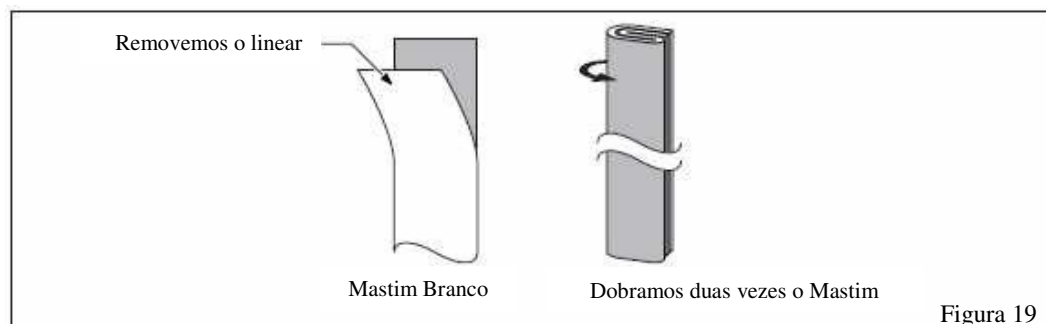
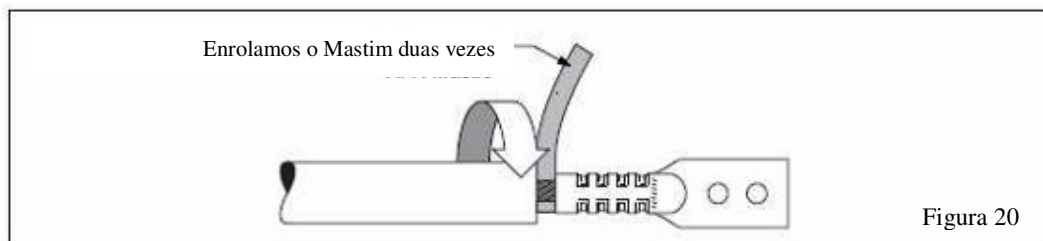


Figura 19

Aplicamos uma volta do Mastic dobrado sobre o espaço entre a isolamento do cabo e o conector terminal instalado, cobrindo completamente esse espaço, conforme Figura 20.



Aplicamos outras tiras de Mastic Branco (não dobradas), cobrindo uma distância de 25 mm sobre o Tubo Adaptador e uma distância de 50 mm sobre o conector terminal, conforme Figura 21.

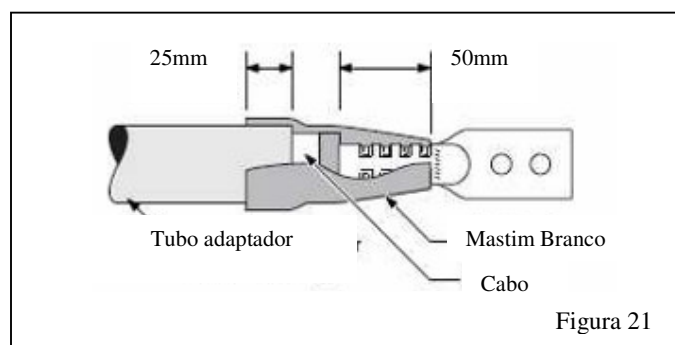






Foto 12

Aplicamos usando tensão moderada, 2 camadas em meia-sobreposição de Fita de Silicone 70 sobre o Mastic branco, deixando aproximadamente 3 mm de Mastic exposto em cada uma das bordas. Posteriormente, afinamos as bordas das camadas expostas de Mastic, pressionando-as levemente com as pontas dos dedos, como mostrado na Figura 22.

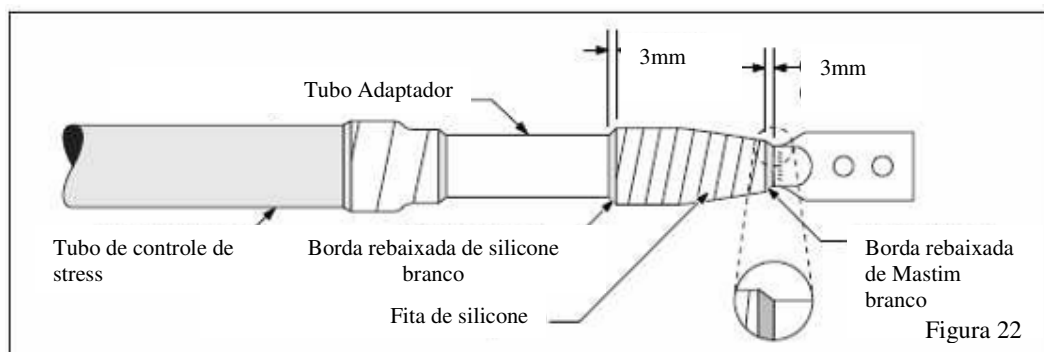


Figura 22

Aplicamos 1 bisnaga do Composto P/55R Vermelho sobre a isolamento do Tubo Adaptador, iniciando rente ao Mastic da ponta do cabo e estendendo por uma distância de 100 mm e também sobre a camada de fita de silicone, a uma distância de 50 mm, conforme Figura 23.

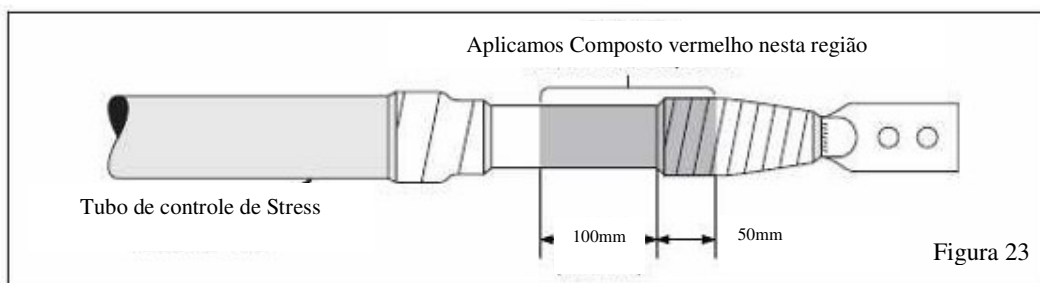
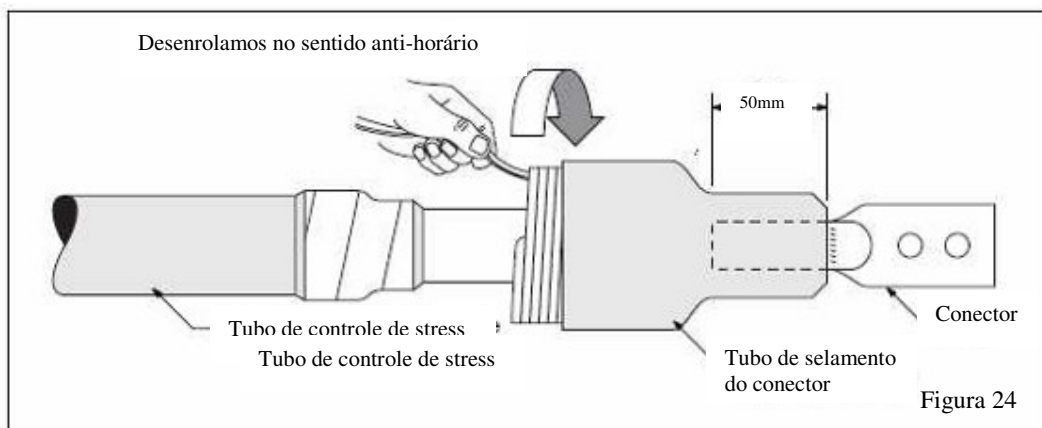


Figura 23

Selecionamos o Tubo Contrátil a Frio para selagem do conector (tubo de menor comprimento) e insira o mesmo no cabo, com a ponta solta do núcleo plástico voltada para a isolamento do cabo. Inicie a contração a uma distância de 50 mm sobre corpo do conector terminal, conforme Figura 24. A seguir, remova o núcleo plástico, iniciando pela ponta solta, girando no sentido anti-horário, provocando a contração do tubo e sua conseqüente adaptação ao cabo.



Aplicamos 3 tubos do Composto P55/R Vermelho sobre todo o trecho do Tubo de Controle de Alta Constante Dielétrica até a borda do Tubo de selamento do Conector, conforme [Figura 25](#). Tomando muito cuidado para não aplicar o Composto P55/R Vermelho sobre o Tubo de selamento do Conector.

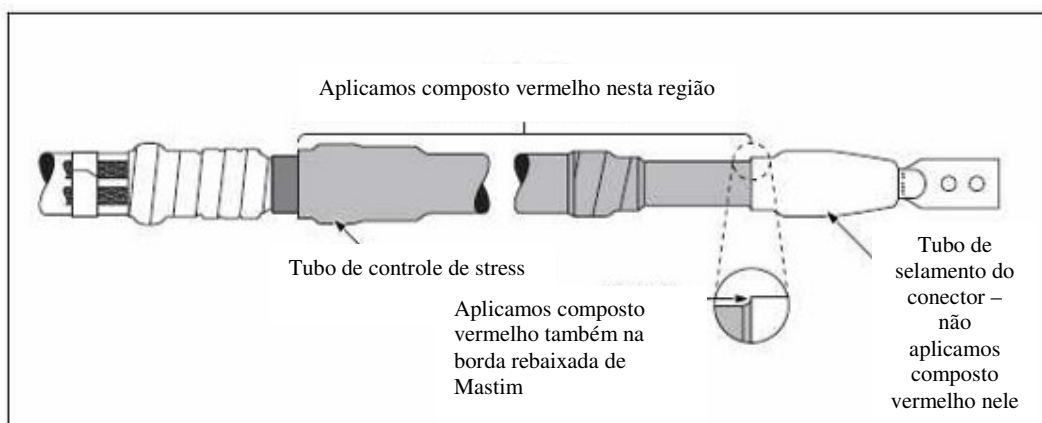


Foto 13

Selecionamos o Tubo Isolador Contrátil a Frio (tubo mais longo, sem as saias) e inserimos no cabo com a ponta solta apontada voltada em direção à capa do cabo. Alinhamos o tubo com o final do Tubo de Selamento do Conector, conforme [Figura 26](#). A seguir, remova o

núcleo plástico, iniciando pela ponta solta, girando no sentido anti-horário, provocando a contração do tubo e sua conseqüente adaptação ao cabo.

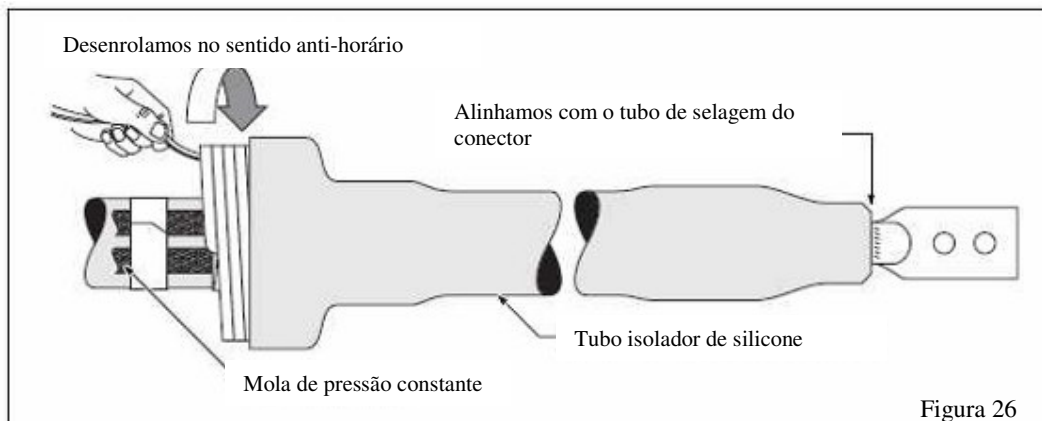


Foto 14

Selecionamos o Tubo Isolador Contrátil a Frio com saias, removendo cuidadosamente o núcleo plástico vermelho em seu interior e inserimos o tubo no cabo, com a ponta solta do núcleo plástico voltada para a capa do cabo. Alinhamos a extremidade do tubo com a borda do Tubo Isolador previamente instalado, conforme Figura 27. Em seguida removemos o núcleo plástico, iniciando pela ponta solta, girando no sentido anti-horário, provocando a contração do tubo e sua conseqüente adaptação ao cabo.

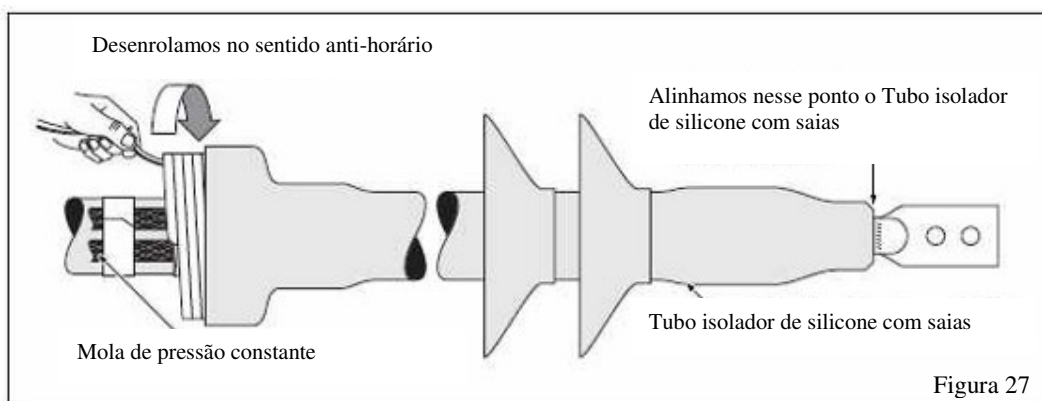




Foto 15

Concluimos a instalação do Terminal Contrátil a Frio QT-III.

#### **5. Conclusões**

Concluimos a instalação do Terminal Contrátil a Frio QT-III em 45 minutos e por não possuir componentes catalisadores, endurecedores a terminação pode conectada instantaneamente ao circuito logo após a sua montagem. Sem a utilização de chama para a contração do terminal

#### **6. Referências bibliográficas**

Manual de Normas Técnicas, Portaria 3214 de 08 Julho de 1978.  
IMEL nº. 147, Instrução de Montagem 3M, revisão 02-08.

#### **7. Biografias**

##### **Luis Cláudio S. Oliveira.**

Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade de Mogi das Cruzes - SP  
Especialista em Manutenção em Linha de Transmissão, Subestações e Redes de Distribuição.  
MBA – Gestão Empresarial – Fundação Getúlio Vargas

##### **José Paulo S. Okumoto.**

Graduado em Engenharia Elétrica na Universidade Santa Cecília  
Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho  
Especialista em Manutenção de Sistemas Elétricos Industriais e em Redes de Distribuição e Subterrâneos.