

Estado da arte de Barramentos Blindados – “Busway”: recebimento, armazenagem, manuseio, instalação, ensaios de comissionamento e gestão de manutenção preventiva

Busway State of the art: receipt, storage, handling, installation, commissioning tests, and preventive maintenance management

Renato Morel^{1,2}, Lucia Vieira¹

¹ - Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, Universidade do Vale do Paraíba (IP&D/UNIVAP), Av. Shishima Hifumi, nº2911, CEP 12244-000, São José dos Campos, SP, Brazil

² – *Maxbarramentos Ind & Com Ltda*, Joaquim Vaz, 137, CEP: 03618-080 – Vila Marieta- SP- Brasil

Email: renatomorel@maxbarramentos.com.br ; lucia.vieira@univap.br

RESUMO

A tecnologia ao qual conhecemos hoje como Barramentos blindados ou em terminologia técnica normativa (linhas elétricas pré-fabricadas), também conhecida no mercado como **busway**, conforme normativa IEC 61.439-6 “Conjunto de manobra e controle de baixa tensão – Parte 6 - sistemas de linhas elétricas pré-fabricadas” conhecido por “Busbar Trunking System” com a sigla (BTS), foi desenvolvido para substituir sistemas convencionais de transporte e distribuição de energia através de cabos de cobre.

Conforme indícios a criação do sistema de linhas elétricas pré-fabricadas é datado da década de 20, desenvolvido dentro da indústria automobilística. Porém, ao longo dos anos acabou aumentando exponencialmente o leque de áreas na utilização dos barramentos blindados, como nas indústrias pesadas, shopping centers, galpões logísticos, hospitais, aeroportos, e nas últimas décadas grande aplicação na construção civil, para edifícios residenciais e comerciais.

Nos últimos 15 (quinze) anos a aplicação de barramentos blindados cresceu exponencialmente na construção civil, em contrapartida o valor do condutor de alumínio no mercado nacional representa 1/3 do valor do condutor de cobre. Auxiliando a impulsionar ainda mais a fabricação e comercialização de barramentos blindados de alumínio, chegando a representar praticamente 70 a 80% dos empreendimentos corporativos e residenciais dos estados brasileiros.

Considerando que o barramento blindado segue as normativas orientativas ABNT NBR IEC 61.439-1 “Conjunto de manobra e controle de baixa tensão - Parte 1- Regras gerais” e ABNT NBR IEC 61.439-6 “Conjunto de manobra e controle de baixa tensão – Parte 6 - sistemas de linhas elétricas pré-fabricadas” como normativas que regem desde o projeto, construção, ensaios construtivos, fabricação e ensaios em fábrica propriamente

ditos, tendo complementarmente às normativas construtivas, a norma orientativa de instalações elétricas de baixa tensão ABNT NBR 5410 “Norma de instalações elétricas de baixa tensão” como uma norma base para quaisquer situações de instalação de equipamentos de baixa tensão .

Finalmente, visando orientar sob condições mínimas de instalação dos sistemas de barramentos blindados, passando por toda cadeia desde o recebimento do material no empreendimento, auxiliar no que tange a armazenamento, instalação, testes, colocação em operação e manutenções preventivas, os profissionais de mercado junto a ABNT entendendo o crescente mercado das linhas elétricas pré-fabricadas criou uma normativa brasileira denominada ABNT NBR 16.019 “Linhas elétricas pré-fabricadas (barramentos blindados) de baixa tensão- requisitos para instalação”. Este artigo, contém uma visão técnica, ilustrativa e comentários de todo processo de acordo com a norma ABNT NBR 16.019.

Palavras-chave: Linhas elétricas pré-fabricadas, “*Busway*”, Norma ABNT NBR 16019, concessionárias de energia, medição eletrônica.

ABSTRACT

The technology that we know today as busbars or in normative technical terminology (prefabricated electrical lines), also known in the market as *busway*, according to the IEC 61.439-6 regulation “Low voltage switchgear and control kit – Part 6 - control systems prefabricated electrical lines” known as “Busbar Trunking System” with the acronym (BTS), was developed to replace conventional systems of transmission and distribution of energy through copper cables.

According to indications, the creation of the system of prefabricated electrical lines dates to the 1920s, developed within the automobile industry. However, over the years, the range of areas in which “*busways*” are used has increased exponentially, such as in heavy industries, shopping malls, logistics warehouses, hospitals, airports, and in recent decades, great application in civil construction, for residential and commercial buildings.

In the last 15 (fifteen) years, the application of “*busways*” has grown exponentially in civil construction, on the other hand, the value of the aluminum conductor in the national market represents 1/3 of the value of the copper conductor. Helping to further boost the manufacture and sale of armored aluminum busbars, representing practically 70 to 80% of corporate and residential projects in the Brazilian states.

Considering that the “*busways*” follows the orientative standards ABNT NBR IEC 61.439-1 “Low voltage switchgear and control set - Part 1- General rules” and ABNT NBR IEC 61.439-6 “Low voltage switchgear and control set – Part 6 - systems of prefabricated electrical lines” as normatives that govern from the design, construction, constructive tests, manufacture and factory tests themselves, having in addition to the constructive norms, the guideline normative for low voltage electrical installations ABNT NBR 5410 “ Low voltage electrical installations standards” as a basic standard for any situation of installation of low voltage equipment.

Finally, with a view to providing guidance on the minimum installation conditions for “*busways*”, going through the entire chain from receipt of the material to the undertaking, assisting regarding storage, installation, testing, commissioning and preventive maintenance, considering that the professionals of the market and ABNT entities standards understanding the growing market of “*busways*”, they created a

brazilian standard called ABNT NBR 16.019 “Prefabricated low voltage power lines (busbars) – installation requirements”. This article contains a technical and illustrative view and comments on the entire process in accordance with the ABNT NBR 16.019 standard.

Keywords: Prefabricated low voltage power lines, “*busways*”, ABNT NBR 16019 Standard, Electrical distributors, electronic measurement.

1 - Introdução

A utilização da energia elétrica é cada vez mais necessária, com diversas aplicações em todo o mundo, da área industrial a hospitalar, aeroportuário a grandes centros comerciais, grande incidência nos últimos anos na construção civil, edifícios residências e corporativos. Para atender a todos estes locais é necessário a utilização de condutores que sejam capazes de transportar e distribuir a energia elétrica com alta eficiência (ZIMMERMANN Bruno, 2019).

O principal material utilizado nestes condutores é o cobre, porém sua utilização no Século XXI leva a algumas problemáticas, como a limitada disponibilidade deste material com relação a demanda exigida, além das novas aplicações deste material, utilizado em eletrônicos, veículos elétricos, motores elétricos, entre diversas outras, nos deparamos com o aumentando dos custos de condutores de cobre e reduzindo assim seu custo-benefício (ZIMMERMANN Bruno, 2019).

Os Barramentos blindados são condutores de energia em substituição aos cabos comuns, contendo barras de alumínio como condutores de fase e neutro dentro de um involucro externo em chapa de aço galvanizado, formando um corpo único (ZIMMERMANN Bruno, 2019).

Os barramentos blindados devem suportar a passagem de uma determinada corrente elétrica de forma contínua, com a possibilidade de picos de corrente, para isso são utilizados materiais, como o cobre e o alumínio, apesar do cobre ser o material mais comum para este tipo de sistema, devido a sua boa condutividade. Por outro lado, a aplicação do alumínio vem se expandindo ao longo dos últimos anos por seu fácil manuseio e quantidade disponível a nível nacional, possibilitando custos menores de fabricação e atendendo a demanda cada vez maior do crescente mercado de Barramentos blindados para a construção civil, aeroportos, shopping centers, hospitais e diversas industriais ao redor do mundo. (ZIMMERMANN Bruno, 2019).

Considerando a diversidade de materiais e equipamentos eletromecânicos no mercado mundial, pode-se dizer que no Brasil as linhas elétricas pré-fabricadas (Barramentos blindados) possuem um grande diferencial, pois possuem uma normativa específica criada para instalações dos barramentos blindados de acordo com ABNT NBR 16.019 “Linhas elétricas pré-fabricadas (barramentos blindados) de baixa tensão requisitos para instalação”, ABNT NBR 5410 “Norma de instalações elétricas de baixa tensão”. (ABNT ABINEE, 2022)

Levando em consideração a grande viabilidade técnico-comercial das linhas elétricas pré-fabricadas frente aos sistemas de cabos de energia convencionais, certos cuidados devem ser tomados desde a mobilização deste material dentro das fábricas de barramentos blindados até a instalação final e testes em obra propriamente ditos.

Na sequência serão apresentados os tópicos de acordo com ABNT NBR 16.019 “Linhas elétricas pré-fabricadas (barramentos blindados) de baixa tensão requisitos para instalação”, sobre o processo de recebimento, armazenagem, manuseio, instalação, ensaios de comissionamento, gestão de manutenção preventiva e preditiva.

2 - Recebimento

Os barramentos blindados devem ser transportados em embalagens e ou paletes. As embalagens devem chegar intactas sem danos durante o transporte, os produtos dentro da embalagem não devem conter arranhões ou deformações que possam afetar o funcionamento correto do produto;

As embalagens devem estar livres de vestígios de água, poeira ou outras substâncias nocivas;

Recomenda-se realizar relatório fotográfico e averiguar se não houve nenhuma avaria nas calhas condutoras e demais peças ou acessórios, caso seja identificada alguma anomalia reportar imediatamente ao fabricante

3 - Armazenagem

Os barramentos blindados devem ficar armazenados, e devem permanecer embalados até o momento da instalação, mesmo que por um curto período, de maneira a preservar sua integridade e características originais. Os barramentos não podem sofrer ação de agentes em

ambientes de construções, como pó de cimento, gesso cal, tintas, solventes químicos, água, líquidos, respingos de tintas, de cimento ou ainda respingos de líquidos de qualquer natureza, a menos que uma embalagem especial seja previamente acordada no momento do pedido, para acondicionamento especial. Lembrando que o grau de proteção original dos barramentos blindados somente será atingida na finalização da montagem de todo sistema, incluindo emendas, tampas de fechamento, acoplamento de cofres de derivação PLUG-Ins ou caixas de medição eletrônica sobrepostos e conectados aos barramentos blindados distribuídos ao longo da prumada.

Outros materiais não podem ser armazenados sobre as embalagens contendo os barramentos blindados e todo cuidado deve ser tomado para que não sofram colisão durante a movimentação ou mesmo colisão de carga ao seu redor.

4 - Manuseio e Movimentação

Durante a fase que antecede a montagem dos barramentos blindados, o manuseio e movimentação das calhas condutoras e as peças que compõem o sistema de barramentos blindados devem ser realizados de acordo com as instruções a seguir.

Figura 1 contém um desenho esquemático referente ao modo de movimentação com uso de cintas, sendo pouco recomendado, para evitar danos aos produtos ou riscos às pessoas;

Para atender a esta prescrição são recomendadas, entre outras, as seguintes ações: Planejamento da operação de forma a se evitem interferências com outras atividades da obra e manutenção da embalagem até o local específico da instalação;

Os Barramentos Blindados deveram ser movimentados em sua embalagem original o mais próximo possível do local de instalação. É necessário verificar previamente se o espaço é suficiente para o movimento dos componentes;

Na retirada da embalagem, o barramento blindado e demais acessórios devem ser inspecionados visualmente e não podem apresentar danos que comprometam o seu desempenho;

Durante a movimentação os barramentos blindados não devem ser expostos a torções, choques, impactos ou movimentos bruscos que possam danificar componentes internos. Alguns fabricantes informam que a não observância deste tipo de recomendação pode causar a rescisão da garantia do produto.



Figura 1: Representação esquemática de movimentação incorreta de barramentos blindados através de cintas ou soltos.

A Figura 2 contém um desenho esquemático referente ao modo incorreto de movimentação do Barramento Blindado, pois o mesmo não deve ser arrastado pelo chão podendo causar um dano permanente.

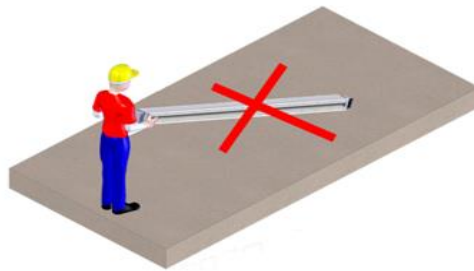


Figura 2: Barramento blindado sendo movimentado de forma indevida, podendo ocasionar avarias ao mesmo

A Figura 3 contém um desenho esquemático referente ao modo correto com uso de uma empilhadeira usada para movimentar o Barramento Blindado.

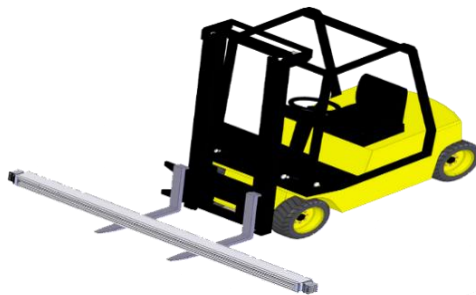


Figura 3: Movimentação do Barramento blindado de forma correta através de empilhadeira

A Figura 4 contém um desenho esquemático referente movimentação incorreta de Barramentos Blindados montados. Esta configuração de movimentação com barramentos montados poderá forçar as conexões elétricas e causar avarias.

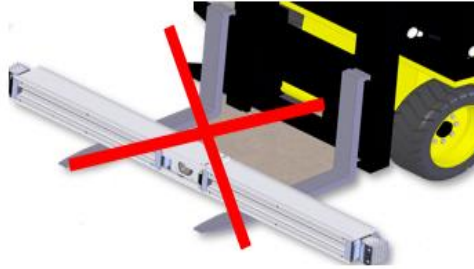


Figura 4: Movimentação dos Barramentos blindados de forma incorreta através de empilhadeira

5 - Instalação

Para instalar corretamente os Barramentos Blindados, recomenda-se seguir as instruções referente a temperatura média do local durante as estações do ano, pois deve ser observado que a corrente nominal é garantida à temperatura máxima de 40 °C.

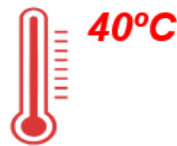


Figura 5: temperatura média máxima do ambiente para garantir a corrente nominal.

Os Barramentos Blindados deverão estar protegidos de qualquer tipo de sujeira, como por exemplo: poeira, respingos de tinta, ou ainda qualquer influência externa que possa prejudicar o correto funcionamento.

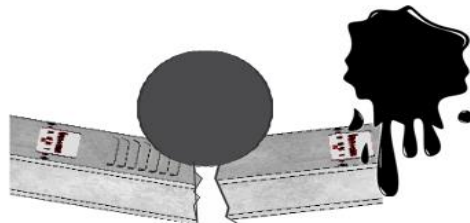


Figura 6: Proteger os barramentos blindados de reagentes, tintas e solventes

Um modo de fixação do barramento blindado pode ser por meio de suportes metálicos através de barras roscadas e perfil “U”: A Figura 7 contém uma representação esquemática do modo de fixação dos suportes metálicos com barras roscadas e perfil “U”.

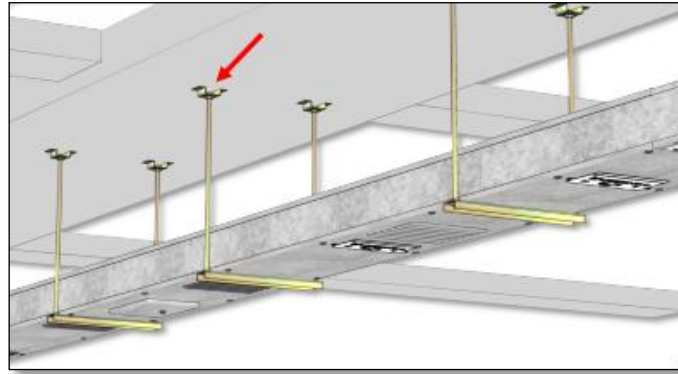


Figura 7: Suportes metálicos com barras roscadas e perfil “U”

A Figura 8 contém um desenho esquemático de um outro modo de fixação do barramento blindado pode ser por meio de Mão-francesa *fixada* na parede.



Figura 8: Mão-francesa, através de suportaçao na parede e atracamento lateral

A Figura 9 contém um desenho esquemático de um terceiro modo de fixação do barramento blindado utilizando um suporte individual de teto, através de fixação suspensa por atracamento.

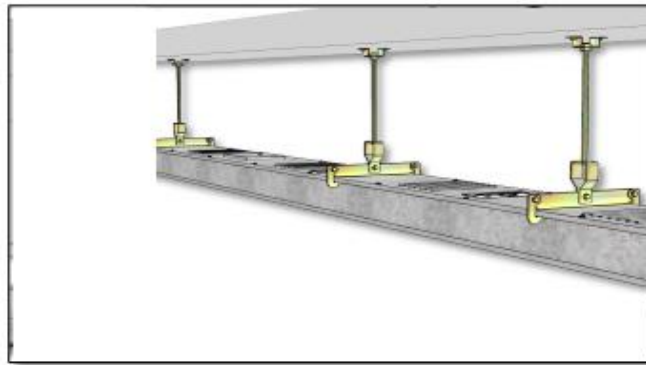


Figura 9: Suporte individual de teto, através de fixação suspensa por atracamento das laterais do barramento blindado.

Os elementos de fixação, devem ser adequados às características da instalação e fixados de forma a suportar os esforços mecânicos e eletrodinâmicos a que a instalação possa ser submetida. A Figura 10 (a) mostra uma representação esquemática referente aos cuidados que se devem ter durante a fixação dos suportes metálicos e as tampas de junções conhecidas como emendas monoblocos, ou seja, as suportações não devem coincidir com estas tampas ou junções de monoblocos. Observa-se na Figura 10 (b) que as suportações devem possuir distancias máximas de 1500 mm umas das outras, sem remontar sobre as tampas de emenda.

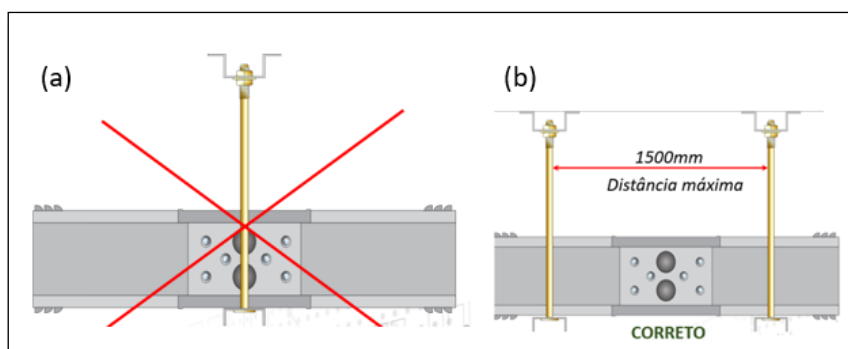


Figura 10: Suporte metálicos: As suportações não podem ser montados nas tampas de junção, ou emendas monoblocas.

6 - Alinhamento e Nivelamento

Para instalar corretamente os Barramentos Blindados, recomenda-se alinhar e nivelar toda sua extensão, seja na instalação horizontal ou na vertical, pois ele poderá apresentar defeitos inerentes à má qualidade de instalação. A Figura 11 contém uma representação esquemática do posicionamento do medidor de Nível em relação ao barramento na horizontal na Figura 11(a) e na vertical na Figura 11(b) visando linearidade e prumo em ambos os sentidos.

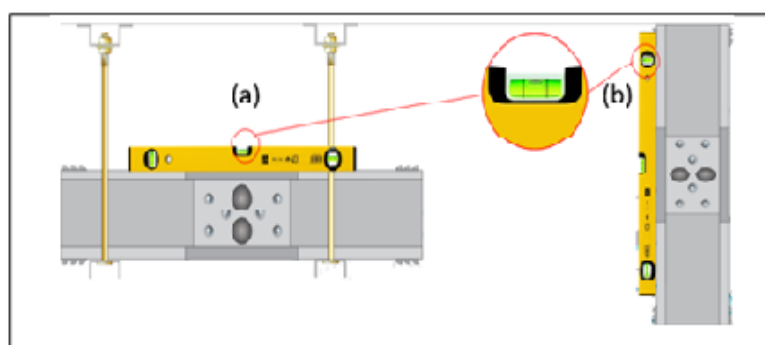


Figura 11: Alinhamentos horizontal e vertical de Barramentos Blindados durante a instalação.

7 - Verificação Final

Quando da finalização da instalação dos barramentos blindados, antes de colocar em operação deverá ser realizado inspeção visual, verificação de integridade estrutural, integridade de todas as emendas monoblocos, suporte de fixação horizontal, suportes de fixação vertical, bem como testes finais dielétricos, como sequência de fase e resistência de isolamento do sistema.

7.1 - Ensaio

Recomenda-se realizar os seguintes ensaios nos barramentos blindados antes da colocação em operação. Verificação da sequência de fases, visando evitar ligações elétricas invertidas, podendo ocasionar injeção de tensões incorretas em circuitos que não suportam ou alteração em rotação de sistemas motores. Em contrapartida, caso esteja tudo certo com sequenciamento deve-se testar a integridade de todos os condutores isolados e aparentes dos sistemas de barramentos blindados, bem como os periféricos interligados a ele.

Sendo assim, deve-se realizar verificação da resistência de isolamento de acordo com a norma ABNT NBR IEC 61.439-1.

As medidas de resistência de isolamento devem ser no mínimo 1000Ω por volts de tensão nominal aplicado entre Neutro e Fases ou Fase-Fase conforme mostra a fotografia na Figura 12, Local do ensaio de resistência de isolamento inicial (a) No barramento blindado instalado no “Flange de entrada” da entrada principal do sistema do barramento blindado (b), utilizando-se Megôhmetro digital(c).

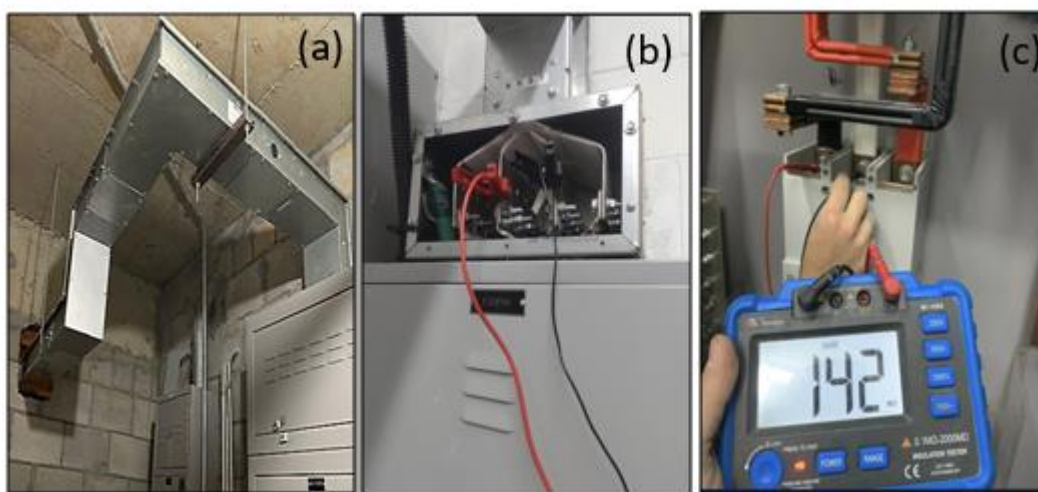


Figura 12: Ensaios de resistência de isolamento em barramento blindado (a) na entrada principal do sistema do barramento blindado “Flange de entrada” (b), utilizando-se Megôhmetro digital(c).

7.2 - Comparação de Informações teóricas x aplicações práticas

Considerando as solicitações das normas ABNT NBR 16.019 “Linhas elétricas pré-fabricadas (barramentos blindados) de baixa tensão- requisitos para instalação”. e ABNT NBR IEC 61.439-6 supra descritas no tocante aos mínimos níveis de resistência de isolamento de 1000Ω por volts de tensão nominal, para aplicação em campo, pós-instalação.

Pela norma, teoricamente para um sistema de distribuição em 220/127 volts nos remeteria a uma isolamento mínima de $220 \text{ K } \Omega$ na aplicação de 1.000 volts com Megôhmetro digital, contudo, levando em consideração a experiência de profissionais e fabricantes nacionais e multinacionais um sistema de barramentos blindados instalados jamais poderia ser ligado considerando a isolamento teórica. Para se obter liberação de ligação do empreendimento, somente com valores acima de 40 a 50 $\text{M}\Omega$ para aplicação de 1.000 volts de tensão nominal

entre Neutro-Fase e Fase-Fase, logicamente temos ainda a componente distancia para tal relação apresentada. Portanto, tal relação estaria coerente para um sistema não acima de 100 a 120 metros de comprimento total .

No caso de não conformidade dos testes deverá ser verificado possíveis pontos que levam a baixa da resistencia de isolamento. Portanto separar em 3 (três) iniciais e identificar quais dos 3 (três) trechos possuem isolamento comprometida, de igual forma deve-se atuar isoladamente nos mesmos ate identificar e corrigir todos possíveis pontos de baixa resistência de isolamento.

8 - Manutenção

Além da norma ABNT NBR 16.019 “Linhas elétricas pré-fabricadas (barramentos blindados) de baixa tensão- requisitos para instalação”, para a manutenção do sistema de barramentos blindados deve estar em conformidade com a norma ABNT NBR 5410 “Norma de instalações elétricas de baixa tensão”, bem como ABNT NBR IEC 61.439-1 “Conjunto de manobra e controle de baixa tensão - Parte 1- Regras gerais” e ABNT NBR IEC 61.439-6 “Conjunto de manobra e controle de baixa tensão – Parte 6 - sistemas de linhas elétricas pré-fabricadas”

Considerar como boas práticas referenciar aos manuais de instalação, testes e manutenção, bem como catálogos e databooks dos fabricantes de barramentos blindados. Pois entende-se que os mesmos já obtiveram uma grande quantidade de experiências no tocante a aplicação, instalação , grau de poluição, adversidades de alimentação de carga, tendo as mais diversas condições e situações no mercado industrial pesado, corporativo, hospitalar, transporte e distribuição de energia através de sistemas de barramentos blindados

Conforme instruções e boas práticas dos manuais dos fabricantes de barramentos blindados que consideram que após energização do sistema de barramentos blindados após ocupação dos empreendimentos verticais chegarem próximo aos 12 meses ou 50% de taxa de ocupação física (mecânica estrutural) e elétrica (consumo de cargas efetivas) deverá ser previsto plano de manutenção seguindo o roteiro abaixo:

1. Realizar ensaio de termografia pelo lado externo, tentando acessar temperaturas de conexões de blocos de pincas de caixas de medicao eletrônica, superfícies de percursos horizontais, como interligações Transformador- QGBT, transporte em percuros de garagem, subsolos e galerias;
2. Identificando possivelmente alguma anomalia, realizar devido reaperto das emendas próximas onde identificado temperatura excessiva;

3. Ensaaios de resistência de isolamento, devendo estar dentro dos parâmetros já informados no item 7.2;
4. Caso os valores estejam abaixo dos parâmetros mínimos estabelecidos, rastrear possível peça com eventual nível de isolamento baixo e corrigi-la.

9 – Conclusão

Considerando a situação atual da construção civil no Brasil, bem como o nível de desinformação dos profissionais na área de aplicação de barramentos blindados, a criação da norma ABNT NBR 16.019 “Linhas elétricas pré-fabricadas (barramentos blindados) de baixa tensão- requisitos para instalação”, tem o intuito e objetivo de ser uma normativa orientativa mínima, que se bem aplicada a experiência de profissionais de engenharia, campo, projetos e instalação estará auxiliando a mitigar possíveis inconformidades nas obras.

O mercado nacional demanda de muita dedicação e capacitação, os profissionais que detêm conhecimento devem contribuir para disseminação da tecnologia de uma forma mais interativa e didática possível

instruir uma grandíssima quantidade de possíveis engenheiros, montadores, instaladores e profissionais em contato com os barramentos blindados para busca constante e incessante para se atingir a excelência técnica e operacional

10 - Referências Bibliográficas

ZIMMERMANN Bruno, 2019

ABNT NBR IEC 61.439-1 Conjunto de manobra e controle de baixa tensão – Parte 1 regras gerais, 2017

ABNT NBR IEC 61.439-6 Conjunto de manobra e controle de baixa tensão – parte 6 sistemas de linhas elétricas pré-fabricadas ano, 2018

NBR 5410 Norma de instalações elétricas de baixa tensão, 2021

ABNT NBR 13534 Atmosferas explosivas – Parte 14 – Projeto, seleção e montagem de instalações, 2008

ABNT NBR 13570 Instalações elétricas em locais de afluência de público – requisitos específicos 2021