

MONTAGEM DO PAINEL DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL: segurança em instalações elétricas

INDUSTRIAL AUTOMATION PANEL ASSEMBLY: safety in electrical installations

Ademir Rufino de Araújo[I]
Charles Mateus Cordeiro[II]
Maria Aparecida Bovério[III]
Dejaime Pereira da Silva[IV]

Área: A3. Gestão da Manutenção e Processos Industriais (GEMAPI)
Subárea: S1: Projeto de Fábrica e de Instalações Industriais

RESUMO

Os painéis de automação são projetados para alojarem todos os dispositivos utilizados em sua montagem. Os recursos tecnológicos nos painéis e acionamentos elétricos possibilitam a integração que permite a gestão de dados, geração de relatórios e controles detalhados de toda a operação, soluções para atender as demandas dentro da planta industrial, nos conceitos da Indústria 4.0. Considerando-se a importância dessa automação, o tema-problema de pesquisa foi pesquisar como deve ser a montagem de um painel de automação industrial que envolva segurança na instalação elétrica. Partiu-se da hipótese de que, para isso, é necessário seguir as normas regulamentadoras. O objetivo desse trabalho foi pesquisar como se faz a montagem do painel de automação industrial com segurança na instalação elétrica, por meio de um estudo de caso e pesquisa aplicada, na empresa Átomos Serviços Ltda. Como resultado foi possível fazer a montagem de um painel de automação industrial, com segurança em instalações elétricas e concluir que, para isso, se faz necessário seguir as normas que regulamentam essa instalação, confirmando-se a hipótese inicial. Concluiu-se que as normas existem para preservar a segurança de todos, pois é por meio delas que se garante a qualidade e a segurança do painel desenvolvido.

Palavras-chave: Painel. Automação. Indústria. Segurança.

ABSTRACT

Automation panels are designed to accommodate all the devices used in their assembly. The technological resources in panels and electrical drives enable the integration that allows data

[I] Estudante do curso superior de Tecnologia em Manutenção Industrial da Faculdade de Tecnologia Deputado Waldyr Alceu Trigo de Sertãozinho (Fatec-Stz) – São Paulo – Brasil. E-mail: ademir.araujo2@fatec.sp.gov.br
[II] Estudante do curso superior de Tecnologia em Manutenção Industrial da Faculdade de Tecnologia Deputado Waldyr Alceu Trigo de Sertãozinho (Fatec-Stz) – São Paulo – Brasil. E-mail: charles.cordeiro@fatec.sp.gov.br
[III]Profa. Dra. do curso superior de Tecnologia em Manutenção Industrial da Faculdade de Tecnologia Deputado Waldyr Alceu Trigo de Sertãozinho (Fatec-Stz) – São Paulo – Brasil. E-mail: maria.boverio@fatec.sp.gov.br
[IV] Engenheiro Eletricista pela Universidade de Araraquara (UNIARA), Master in Business Administration (MBA) - Gestão Empresarial pela Faculdade de Monte Alto-SP, Engenheiro de Manutenção - Maintenance Engineer na HUTCHINSON Brasil Automotive Ltda (HBA), Departamento Manutenção - Industry II - Maintenance Department. E-mail: dejaimesilva@gmail.com



management, reporting, and detailed control of the entire operation, solutions to meet the demands within the industrial plant, in the concepts of Industry 4.0. Considering the importance of this automation, the research topic-problem was "how should the assembly of an industrial automation panel that involves safety in the electrical installation be?" It was assumed that, for this, it is necessary to follow the regulatory standards. The objective of this work was to study, through a case study and applied research, how to assemble an industrial automation panel with safety in the electrical installation in the company Grupo Átomos. As a result, it was possible to carry out the assembly of an industrial automation panel with safety in electrical installations and to conclude that, for this, it is necessary to follow the standards that regulate this installation, confirming the initial hypothesis. It was concluded that the standards exist to maintain the safety of all, because it is through them that the quality and safety of the developed panel is guaranteed.

Keywords: Panel. Automation. Industry. Security.

Data de submissão do artigo: 24/05/2023.
Data de aprovação do artigo: 08/08/2023.
DOI: 10.33635/sitefa.v1i1.243

1 INTRODUÇÃO

Em uma planta industrial que apresenta operação manual há possibilidade de falhas de operação, que geralmente apresentam erros de dados coletados das variáveis de processo, como temperatura, pressão, nível, vazão, valor de corrente ou valor de tensão. Essas falhas causam prejuízos que, muitas vezes, tornam a operação muito cara e desvantajosa para a indústria, refletindo descontrole da planta e apresentando um produto de má qualidade. Nesse sentido, é proposto um sistema de operação inteligente no controle de variáveis de processo, que realiza operações de ótima qualidade (FRANCHI; CAMARGO, 2009).

Os painéis de automação são projetados para alojar todos os dispositivos de proteção como disjuntores (DPS), relés de proteção entre outras formas de proteger os circuitos elétricos empregados e equipamentos utilizados em sua montagem como, por exemplo, controladores programáveis e unidades terminais remotas, abrigando-as e protegendo-as de atmosferas explosivas, de poeiras e das intempéries, evitando-se a oxidação dos equipamentos e de componentes, além de oferecer dinamismo no controle de dados. As aplicações de recursos tecnológicos nos painéis e acionamentos elétricos possibilitam maior controle das variáveis de processo em uma planta industrial, que permite a gestão de dados, geração de relatórios e controles detalhados de toda a operação, soluções para atender as demandas dentro da planta industrial, dentro dos conceitos da Indústria 4.0 (ALTUS SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO S.A, 2017).

O Controlador Lógico Programável (CLP ou PLC), montado em um rack no interior do painel, apresenta entradas e saídas analógicas e digitais, por meio do qual são processadas todas as informações das variáveis de processo e armazenadas em sua *Central Processing Unit* (CPU) – unidade central de processamento, através do qual controla e fornece diagnóstico em tempo real, analisa a planta industrial, que são os variados tipos de máquinas que produzem produtos e bens, equipamentos, instalações, e processos destinados à produção em escala de bens e serviços (ALFACOMP AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL, 2020).



O CLP toma decisão quando o sensor de campo detecta alguma anomalia no processo, a exemplo: se um sensor de nível detectar que o nível do tanque está baixo ou acima do ideal estabelecido (*set-point*), o sensor envia uma informação para o controlador e ele analisa e toma a decisão, enviando uma informação para a válvula de alimentação ou de vazão (controles simultâneos de nível e vazão). O CLP possibilita o gerenciamento das aplicações de controle e administração da planta industrial, através da rede corporativa e industrial. Esse sistema inteligente controla todos os instrumentos de campo denominados de *slave* (escravos), que são sensores de temperatura, sensor de nível, sensor pressão, válvulas, atuadores, motores, entre outros. Os instrumentos de campo são muito importantes, pois sem eles não haveria, medição, transmissão, indicação, registro e controle de variáveis físicas em equipamentos nos processos industriais (ALFACOMP AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL, 2020).

O conceito de painel inteligente está ligado diretamente a indústria 4.0. Novos investimentos em tecnologias são cada vez mais empregados em busca de aperfeiçoamento, tais como: *big data*, internet das coisas, fábricas inteligentes e os sistemas *cyber-físicos*, que convivem em um cenário de conexão imediata de ambiente, máquina e ser humano, intercambiando informações em tempo real com as partes interessadas, gerando grande quantidade de dados, que devem ser usados de maneira efetiva e segura, uma vez que sua nova plataforma de existência é a nuvem (VOGEL-HEUSER; HESS, 2016).

As empresas buscam desenvolver painéis de alta qualidade e design, de fácil manuseio, através da aplicação de Interface Homem Máquina (IHM´s), do CLP e de instrumentos de campo (*slave*), possuem protocolos de comunicação como *Ethernet, Profinet*, entre outras formas de comunicação sendo assim, conversam entre si e fornecem dados das diversas variáveis de processo: tensão, corrente elétrica, pressão, vazão, nível, temperatura, transmissor de brix e concentração em micro-ondas Profibus etc. (VOGEL-HEUSER; HESS, 2016).

Durante a montagem do painel de automação industrial, pode existir vários possíveis problemas que devem ser evitados, tais como: cabos decapados ou soltos no interior da canaleta, que uma vez em contato direto com a parte metálica, trilho (DIM), chapa de montagem ou algum equipamento que apresente involucro metálico pode causar o risco de choque elétrico na carcaça do painel; parafuso mau apertado em conexão (borne) resulta em risco de choque ou curto elétrico e apresenta falha de alimentação nos equipamentos; cabos energizados com polaridade positiva ligados na barra terra, origina retorno de corrente, que oferece risco de choque elétrico e curto-circuito no sistema; erros de ligação na alimentação de equipamentos (por exemplo 24Vcc ligado em 220 Vac), que culminarão na queima, causando prejuízos. Esses exemplos demonstram a importância em se estudar e pesquisar o tema proposto.

Nesse contexto, o tema-problema deste estudo foi pesquisar como deve ser a montagem de um painel de automação industrial que envolva segurança na instalação elétrica, seja para o próprio equipamento ou para as pessoas.

Assim, considerando-se o problema estabelecido, o objetivo desse trabalho foi pesquisar como se faz a montagem do painel de automação industrial com segurança na instalação elétrica, a fim de evitar danos ao próprio painel, como às pessoas.

2 SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS NO PAINEL DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Existem circuitos que devido à sua função de distribuição da energia oferecem alto risco de acidente, sendo primordial obedecer às normas regulamentadoras. A fim de garantir a segurança de pessoas e animais e a conservação dos bens, segundo a NBR5410, é preciso elaborar um projeto que apresente um *layout* mecânico e diagrama elétrico conforme as normas da ABNT 5410, NR 10, IEC 60439, e que apresente em seus circuitos dispositivos de proteção que garantam



que os circuitos elétricos estejam corretamente dimensionados e setorizados. O uso de disjuntores de proteção, dispositivo de proteção contra surtos elétricos (DPS), diferencial residual (DR) detecta pequenas fugas de correntes em circuitos elétricos (MAPA DA OBRA, 2021).

Uma vez que toda a organização está conectada aos variados circuitos elétricos espalhados pela organização, a montagem do painel de automação industrial deve considerar as normas estabelecidas, para que possa proporcionar a segurança de toda a organização, envolvendo todo meio ambiente, o parque fabril (maquinários), departamentos (escritórios), os usuários como técnicos e operadores.

Atualmente existem 36 NRs e boa parte delas possui aplicação industrial. Dessas, existem 5 normas para a construção de painéis elétricos, mas ressaltamos que a NBR5410 traz uma série de regras que envolvem as instalações elétricas de baixa tensão e tem o intuito de garantir a segurança de pessoas e animais, bem como a conservação dos bens, e a NR10, que foca na saúde dos trabalhadores que atuam em serviços com eletricidade (90TI, 2020).

Ao observar e aplicar essas normas a garantia da segurança aumenta consideravelmente, pois impede risco de acidentes elétricos e danos ao patrimônio, às pessoas e aos animais. A montagem do painel de automação deve ser feita conforme o projeto apresentado por um *layout* mecânico e por um diagrama elétrico que garantam sua funcionalidade e a segurança dos usuários. Seu desenvolvimento é instruído pelas normas NR10 e ABNT NBR 5410.

A NR 10 “Segurança em instalações e serviços em eletricidade” é a Norma Regulamentadora que tem como objetivo estabelecer as condições mínimas de segurança para os trabalhadores que, na sua atuação, interagem direta ou indiretamente com instalações elétricas (DELTA PLUS BRASIL, 2022).

Existem no mercado painéis elétricos que são construídos conforme a norma NR12: ela apresenta o intuito de garantir a saúde e segurança dos colaboradores que operam máquinas e equipamentos. Fica claro que os painéis elétricos têm o seu papel definido nestas medidas de prevenção (ENGENHARIA ADEQUADA, 2021).

A ABNT NBR 5410 estabelece “as condições a que devem satisfazer as instalações elétricas de baixa tensão, a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens”.

A norma IEC 60439 tem foco nos painéis e no processo de fabricação e distribuição. O painel de automação é fundamental para o controle das variáveis de processo da planta industrial (ELEPAINEIS, 2023).

2.1 Circuito de alimentação

O circuito de alimentação do painel é muito importante, geralmente são utilizados transformadores (TRAFO) para alimentação dos circuitos elétricos. Ao gerar tensão alternada em seus terminais o transformador fornece tensão e corrente alternada em que serão alimentados todos os equipamentos que usam 220 Vac e corrente elétrica alternada, medida em amper è (A). Os transformadores possuem sistemas de alimentação monofásico na qual se tem uma fase e um neutro, bifásico onde há duas fases de alimentação (chamadas L1 e L2), fornece energia elétrica a diversos equipamentos que usam tensão e corrente alternada como no caso fonte, CPU, relé inteligente, relé de proteção etc. (BT NEWS DO BRASIL, 2022).

Outras fontes de alimentação também são utilizadas no caso de tensão contínua (Vcc) e corrente contínua (DC), a exemplo da alimentação em 125 Vcc, também muito empregada em vários sistemas de alimentação. Bancos de baterias, fontes de alimentação Ac para Dc, são formas



de gerar corrente contínua que possibilita a alimentação de equipamentos eletrônicos sem serem danificados. Esses equipamentos utilizados são Controladores Lógicos Programáveis (CLP's), dispositivos equipados com várias portas de comunicação (SWITH), dispositivos de controle ou aquisição de informação de campo (I/O REMOTAS), terminador da rede PROFIBUS PA ou DP entre diversos equipamentos, muito utilizados na planta industrial, desta forma observa-se a importância desses sistemas de fontes alimentação seja ela alternada ou contínua (INTELBRAS,2023; ILUMINIM,2018)

2.2 Dispositivos de proteção

O painel é alimentado por tensão alternada 220Vac, cuja alimentação vem da subestação de alta, depois passa por outro transformador rebaixador, até chegar na alimentação do painel. No próprio painel tem um transformador, e caso a tensão seja de 380Vac ele a transforma para 220Vac, que é a do painel onde alimenta cada equipamento, como por exemplo, a fonte CLP. Nesse painel é aplicado, no circuito, dispositivos de proteção como disjuntores, dispositivo de proteção contra surtos elétricos (DPS), diferencial residual (DR), que consegue detectar pequena fuga de corrente elétrica, que pode ser medido em miliamper (mA) nos circuitos elétricos onde houver falhas, pode ser em cabos, em terminal mau conectado. Essas aplicações devem ser utilizadas no circuito de alimentação para garantir a proteção elétrica dos equipamentos e das pessoas envolvidas com manutenções futuras no painel (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 5410:2004).

Os dispositivos de segurança têm a obrigação de apresentar o valor de corrente nominal, o tipo de curva (B,C), capacidade de interrupção e a garantia da segurança dos circuitos elétricos, proporcionando corretamente seu dimensionamento. Tipos de dispositivos: disjuntores, fusíveis, DPS, DR. São dispositivos que aumentam a segurança nos circuitos elétricos, evitando-se choques elétricos e danos ao patrimônio, curto-circuito, queima de equipamentos e até mesmo incêndios (MAMEDE FILHO, 1997).

A curva de ruptura B, para um disjuntor, estipula que sua corrente de ruptura está compreendida entre 3 e 5 vezes a corrente nominal, um disjuntor de 10A. Nesta curva deve-se operar quando a corrente atingir valores entre 30 A e 50 A. Disjuntores curva B: são usados onde se espera um curto-circuito com baixa intensidade, ou seja, a corrente elétrica é muito pequena, na faixa de micro amperè. Normalmente utiliza-se a curva B, cargas resistivas em residências, nas tomadas de uso comum, em que a demanda de corrente de partida do equipamento é baixa. A curva de ruptura C, para um disjuntor, estipula que sua corrente de ruptura está compreendida entre 5 e 10 vezes a corrente nominal. Um disjuntor de 10 A, nesta curva, deve operar quando sua corrente atingir entre 50 A e 100 A. Os disjuntores de curva C são aplicados onde se espera um curto-circuito de intensidade média e onde a demanda de corrente para partida de equipamentos é mediana. Normalmente cargas indutivas, como motores, sistemas de comando e controle, circuitos de iluminação em geral e ligação de bobinas utilizam a curva C (MATTEDE, 2023), conforme demonstrado no quadro 1.

Quadro 1 – corrente de ruptura, exemplo e aplicação

Disjuntor	Corrente de ruptura	Exemplo	Aplicação
B	3 a 5 vezes a corrente nominal	O disjuntos 10A opera quando a corrente atinge entre 30A e 50A	Demanda de corrente baixa
C	5 a 10vezes a corrente nominal	O disjuntor 10A opera quando a corrente atinge entre 50A e 100A	Demanda de corrente média

Fonte: elaborado pelos autores (2023)



A aplicação do circuito de aterramento garante a vida útil dos equipamentos onde serão utilizadas barras terras (PE) e bornes terra para a conexão com o circuito de aterramento já instalado na planta industrial. Esse procedimento garante a segurança dos técnicos em manutenção e dos eletricistas que realizam inspeção e manutenção periódicas (INVERTRONIC SOLUÇÕES INDUSTRIAIS, 2023).

Esse sistema obedece a diretriz da norma NBR 5410, exige que um condutor-terra (PE) seja instalado em cada um dos circuitos elétricos. De acordo com as empresas Macro Painel Industria e Comércio Ltda (2008) e P3 Engenharia Elétrica (2020), as normas que orientam a construção de painéis elétricos são:

- NBR IEC 60529 – graus de proteção providos por invólucros (Códigos IP) que envolvem as medidas construtivas aplicadas aos invólucros de equipamentos de forma a assegurar a proteção contra o ingresso de poeira e de água ao seu interior.
- NBR IEC 62271-200 - conjunto de manobra e controle de alta-tensão em invólucro metálico para tensões acima de 1kV até e inclusive 52 kV.
- NR 10 - segurança em instalações e serviços em eletricidade.
- NBR 5410 - instalações elétricas em baixa tensão.
- NBR 14039 - instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV.
- NBR IEC 62208 – invólucros Vazios destinados a Conjuntos de Manobra e Controle de Baixa.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Esta pesquisa envolveu uma revisão da literatura e uma pesquisa documental nas normas regulamentadoras citadas nesse trabalho. De posse dos conhecimentos obtidos, realizou-se um estudo de caso, como entendimento de que se trata de uma estratégia de pesquisa que examina um fenômeno atual em seu ambiente real e as variáveis que o afetam (PRODANOV; FREITAS, 2013). Nesse estudo de caso, os pesquisadores realizaram uma pesquisa aplicada, por meio do qual se fez a montagem de um painel de automação industrial, na empresa Átomos Serviços Ltda.

3.1 Métodos: procedimentos de montagem

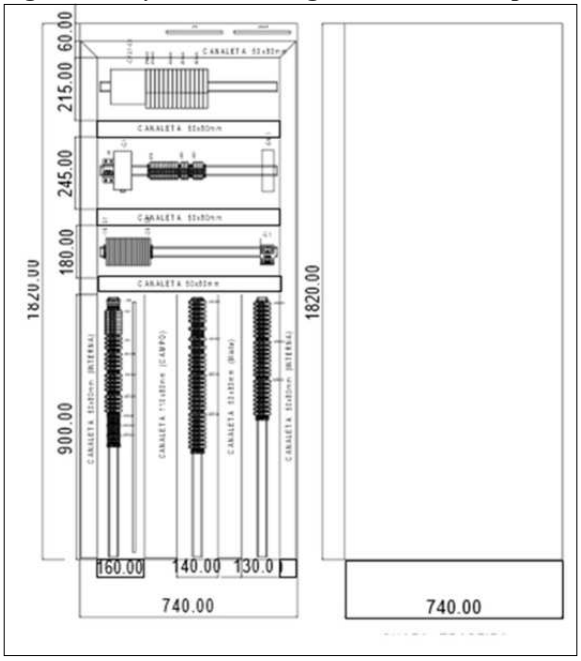
O primeiro passo para montar o painel de automação foi verificar as dimensões do cubículo (fotografia 1), como exemplo, um cubículo (involucro vazio) com medidas de 800 mm de largura, 1900 mm de altura e 600 mm de profundidade, da chapa de montagem com medida de 740 mm de largura e 1820 mm altura, onde foi montado o layout mecânico que contém canaletas de 50x80 mm, para comissionar os cabos elétricos, barramento terra para o circuito de aterramento, trilho (DIM) para fixação das borneiras de alimentação, entradas e saídas analógicas e digitais, trilho para fixação do controlador logico programável (CLP), fonte de alimentação para os equipamentos eletrônicos, que constituem a estrutura do painel, São utilizados variados tipos de configurações a exemplo de dois ou mais cubículos acoplados, ou de apenas um, a depender de como e onde o painel será instalado em conformidade do local adequado. O painel utilizado nessa pesquisa possui as medidas de 1900 mm altura x 800 mm largura x 600 mm profundidade.

O segundo passo foi verificar as dimensões da chapa de montagem que apresenta as medidas de 1820 mm x 740 mm, cor laranja Munsell 2,5YR6/14 seguindo a orientação da norma NBR 8755: sistemas de revestimentos protetores para painéis elétricos que define quadros e painéis: cor cinza claro, referência Munsell N6.5, Placa de Montagem: cor laranja, referência Munsell 2,5YR6/14 (NORMA TÉCNICA SABESP NTS 266, 2006).

Com a chapa em mãos foi traçado o *layout* da montagem mecânica onde foi definida a instalação das canaletas, trilhos, barras terra, neutra e terra analógico. Na sequência foram instalados os equipamentos, fonte, bornes fusíveis, disjuntores, DPS, CLP, tomada, borne relé, borneiras e sistema de aterramento.

A figura 1 mostra o *layout* do desenho mecânico e ao lado a chapa de montagem de (1820 x 740mm) vazia, onde é desenhado as medidas das canaletas de dimensão de (50 x 80 mm), o espaçamento entre cada seção onde os trilhos e barras de cobre é instalado. Com o auxílio de uma trena, régua de metal e lápis ou lapiseira é realizada sua a traçagem. As canaletas servem para alojar os condutores elétricos; em cada seção são fixados trilhos para instalação dos equipamentos e acessórios e barra de cobre.

Figura 1 - *Layout* da montagem mecânica do painel



Fonte: Átomos Serviços Ltda (2022)

Fotografia 1 - cubículo utilizado na pesquisa



Fonte: Átomos Serviços Ltda (2022)

Os trilhos DIM TS 35 foram fixados na chapa de montagem, servem para a montagem de todas as borneiras e equipamento que possui encaixe tipo DIM TS 35.

As barras de aterramento servem para o caso de anomalia (descarga elétrica) no circuito elétrico sejam conduzidas para o circuito de aterramento, localizado na estrutura da edificação e aterrado no chão (terra), na planta industrial da organização (empresa).

Na barra neutra, são conectadas todas as fases negativas dos variados equipamentos contidos no painel, para que esteja funcionando ou seja precisamos de uma fase positiva que é conectada na borneira de alimentação dos equipamentos (fontes, CPU, tomada, borneira em 220Vca, borne relé entre outros) e outra negativa para que haja diferencial de potência a conhecida ddp, o mesmo serve para corrente contínua usamos a barra Terra Analógica ou Zero Volt´s. é indicado por positivo (+) e negativo (-).

A fotografia 2 apresenta a chapa de montagem vazia e a fotografia 3 apresenta a chapa de montagem com o *layout*.

Fotografia 2 - Foto da chapa de montagem vazia



Fonte: Átomos Serviços Ltda (2022)

Fotografia 3 - chapa de montagem com o layout



Fonte: Átomos Serviços Ltda (2022)

O terceiro passo foi a instalação dos equipamentos e borneiras de alimentação, borneiras de entradas e saídas analógicas, borneiras de entradas e saídas digitais, de 220Vac, de 24Vcc. A fotografia 4 apresenta a chapa com layout e equipamentos.

Fotografia 4 - chapa com *layout* e equipamentos



Fonte: Átomos Serviços Ltda (2022)

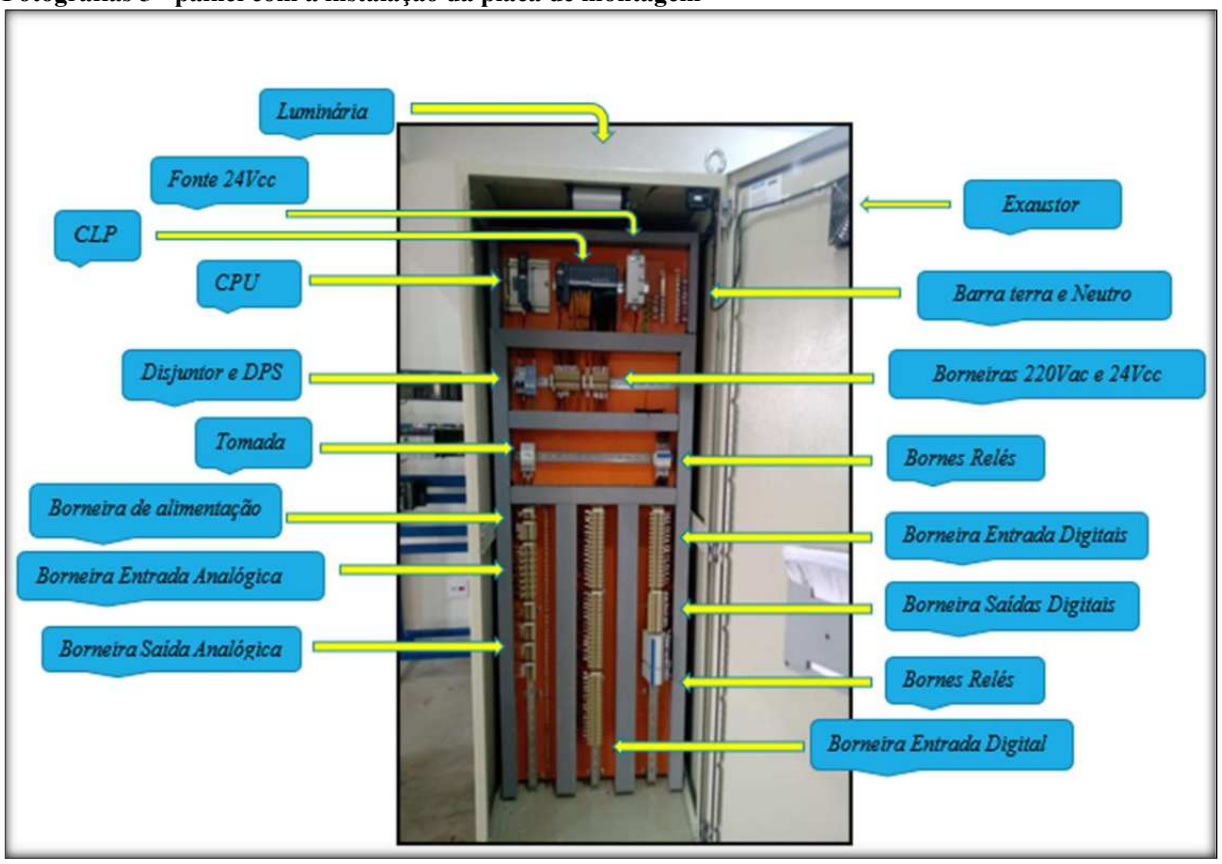
O quarto passo foi a montagem do diagrama elétrico na chapa de montagem. Para isso, cada circuito apresenta uma característica, e não se pode misturar os circuitos, porque possuem tensões diferentes e, por isso, pode causar danos nos equipamentos quando o teste e configuração do painel estiverem sendo feitos. Assim, foram feitos: diagrama elétrico do circuito de alimentação, que possui 220 Vac, *layout* do *rack* do controlador logico programável, diagrama elétrico das entradas analógicas, diagrama elétrico das saídas analógicas, diagrama elétrico das entradas digitais e diagrama elétrico das saídas digitais.

4 RESULTADOS

Para chegar ao resultado desse trabalho, foi preciso seguir as normativas de segurança mencionadas anteriormente. A fotografia 5 apresenta o painel com a instalação da placa de montagem.



Fotografias 5 - painel com a instalação da placa de montagem



Fonte: Átomos Serviços Ltda (2022)

Após a montagem do painel, a equipe de teste realizou os procedimentos a seguir, feitos por um técnico de automação habilitado:

- inspeção visual da pintura e peças mecânicas bem instaladas;
- conferência de todos os equipamentos e os cabos utilizados durante a montagem;
- teste de continuidade ponto a ponto nos cabos elétricos de todos os circuitos do painel com o uso de um multímetro calibrado;
- teste de fuga de corrente elétrica em que é medido por aparelhos que detectam anomalias;
- O procedimento de energização, por meio do qual é medida a tensão nominal do painel que pode ser de 220Vac ou alimentado por *nobreack*;
- As configurações são descarregadas no controlador lógico programável (CPL) e realizado seu funcionamento.
- Concluídos esses procedimentos foi liberado para o setor de expedição.

5 CONCLUSÃO

Por meio do desenvolvimento dessa pesquisa, foi possível concluir o quão importante é o painel de automação, desde o projeto inicial que visou atender a necessidade da planta industrial até a sua conclusão, observando-se atentamente cada uma das normas que o regulamenta, para que haja segurança, seja para o próprio painel, mas, principalmente, para as pessoas. Isso visa o respeito à vida dos operadores, bem como a preocupação com toda a parte industrial.



O painel possibilitou automatizar sistemas que antes eram operados por pessoas, produzindo, agora, em escala muito superior, relatórios em tempo real e administração imparcial das variáveis de processo.

Pode-se inferir que o objetivo do trabalho foi atingido, uma vez que foi possível fazer a montagem do painel de automação industrial, com segurança na instalação elétrica, na empresa Átomos Serviços Ltda, seguindo-se as normas regulamentadoras apresentadas nessa pesquisa: NBR IEC 60529, NBR IEC 62271-200, NR-10, NBR 5410, NBR 14039, NBR IEC 62208, NBR IEC 60529.

Conclui-se, finalmente, que as normas existem para preservar a segurança de todos, pois é por meio delas que se garante a qualidade e a segurança do painel desenvolvido.

REFERÊNCIAS

ALFACOMP AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL. **Controlador lógico programável**. 2020. Disponível em: https://alfacomp.net/portfolio-item/clp/. Acesso em: 03 maio 2023.

ALTUS SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO S.A. **Atendimento total às diretivas da NR-10**. 2017. Disponível em: https://www.altus.com.br/produto/22/paineis-quasar. Acesso em: 03 maio 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14039** - instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

_____. **NBR IEC 60529** – graus de proteção providos por invólucros (códigos IP). Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

_____. **NBR IEC 62208** – invólucros Vazios destinados a Conjuntos de Manobra e Controle de Baixa Tensão – Regras Gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

_____. **NBR IEC 62271-200** - conjunto de manobra e controle de alta-tensão em invólucro metálico para tensões acima de 1kV até e inclusive 52 kV. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

_____. **NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ÁTOMOS SERVICOS LTDA. **Arquivo interno**. 2022.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR10**: segurança em instalações e serviços em eletricidade. 2019.

BT NEWS DO BRASIL. **Transformador: Qual é a função? Como funciona?** 2022.Disponível em: https://botecocabidinho.com.br/transformador-qual-a-funcao-como-funciona/ . Acesso em: 20 junh.2023

DELTA PLUS BRASIL. **O que é NR 10 e por que ela é tão importante?** 2022. Disponível em: https://deltaplusbrasil.com.br/blog/o-que-e-nr10/Acesso em: 02 mar. 2023

FRANCHI, C. M.; CAMARGO, V.L.A. **Controladores lógicos programáveis**. 10. ed. Érica, 2009.

90TI. **A importância das normas de eletricidade NBR 5410 e NR-10. Disponível em:** https://noventa.com.br/nbr-5410-e-nr-10/. Acesso em 02 julh.2023



ENGENHARIA ADEQUADA. **Painel NR12: normas e especificações para painéis elétricos**. Disponível em: https://adequada.eng.br/painel-eletrico-nr-12/. Acesso em: 03 jul. 2023

INTELBRAS. **Fontes de alimentação para projetos de segurança: saiba como escolher a melhor** https://blog.intelbras.com.br/fontes-de-alimentacao-para-projetos-de-seguranca/. Acesso em 21 junh.2023

ILUMINIM. **Fontes de alimentação: o que é e para que serve?** 2018. Disponível em: https://blog.iluminim.com.br/fonte-de-alimentacao-o-que-e-e-para-que-serve/. Acesso em: 20 junh.2023.

INVERTRONIC SOLUÇÕES INDUSTRIAIS. **Montagem de Painéis Elétricos.** 2023**.** Disponível em: https://invertronic.com.br/montagem-de-paineis-eletricos/ **.** Acesso em: 05 maio 2023

MACRO PAINEL INDÚSTRIA E COMERCIO LTDA. **Normas**. 2010. Disponível em: http://www.macropainel.com.br/normas.php . Acesso em: 27 abr. 2023

MAPA DA OBRA**. Painel elétrico ao cuidado com a segurança.** 2021. Disponível em: https://www.mapadaobra.com.br/capacitacao/paineis-eletricos-seguranca-residencial/ . Acesso em: 16 junh.2023

MAMEDE FILHO, J. **Instalações Elétricas Industriais**, 5. ed., Livros Técnicos e Científicos S.A., Rio de Janeiro, RJ, 1997.

MATTEDE, Henrique. **Quais são e para que servem as curvas dos disjuntores?** 2023. Disponível em: https://www.mundodaeletrica.com.br/quais-sao-e-para-que-servem-as-curvas-dos-disjuntores/ . Acesso em: 27 abr. 2023.

NORMA TÉCNICA SABESP NTS 266**. NBR 8755 – Sistemas de Revestimentos Protetores para Painéis Elétricos.** 2006. Disponível em: https://www.cswsolucoes.com.br/wp-content/uploads/2015/11/NORMA-SABESP-QE.pdf. Acesso em: 18 jun. 2023

90TI. **Veja 5 dados sobre segurança do trabalho na construção civil**. 2020. Disponível em: https://noventa.com.br/veja-5-dados-sobre-seguranca-do-trabalho-na-construcao-civil/. Acesso em: 04 jul. 2023.

P3 ENGENHARIA ELÉTRICA, PROJETOS ELÉTRICOS**. Montagem de painéis elétricos.** 2020. Disponível em: https://p3engenharia.com.br/blog/service/montagem-de-paineis-eletricos/ . Acesso em: 02 mar. 2023

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernâni Cesar de. **Metodologia do trabalho científico** [recurso eletrônico] : métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

VOGEL-HEUSER, B.; HESS, D. **Guest editorial Industry 4.0**–prerequisites and visions. IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, 2016.