

PROTÓTIPO DE PROTEÇÃO DE MÁQUINAS ELÉTRICAS: UM ESTUDO DA NR-12

PROTOTYPE FOR ELECTRICAL MACHINE PROTECTION: A STUDY OF NR-12

SAMUEL DE OLIVEIRA MEIRELES^{1*}; IVAN ROSSATO CHRUN²

1. Acadêmico do curso de pós-graduação do curso de Especialização em Gerenciamento de Projetos da Faculdade de Engenharia e Inovação Técnico Profissional; 2. Prof. Me. Ivan Rossato Chrun da Faculdade de Engenharia e Inovação Técnico Profissional.

* Rua Paraíso, n° 500, Vila Marumby, Maringá, Paraná, Brasil. CEP: 87005-260. samucameireles@gmail.com

Recebido em 07/07/2024. Aceito para publicação em 15/08/2024

RESUMO

Considerando o cenário atual no Brasil, onde a quantidade de acidentes de trabalho ainda é alta, a importância da adoção de medidas preventivas é crucial. A Norma Regulamentadora No. 12, revisada pela última vez em 30 de julho de 2019, foca na prevenção de acidentes e doenças ocupacionais durante a fase de projeto e utilização de máquinas e equipamentos elétricos. No entanto, muitos locais de trabalho ainda não conhecem bem essa norma, e a falta de adequação dos equipamentos expõe os trabalhadores a maiores riscos. Este artigo teve como objetivo entender a aplicação da NR-12, explorar a forma correta de adaptar os equipamentos elétricos às suas exigências, avaliar o custo-benefício dessa implementação, desenvolver um projeto e criar um protótipo que cumpra as exigências da norma. Usando materiais elétricos e seguindo as diretrizes do Governo Federal, conseguimos desenvolver a base de um equipamento elétrico adaptável a várias máquinas, cumprindo os requisitos de segurança. Esse protótipo também serve como uma ferramenta educacional para demonstrar como a NR-12 pode ser aplicada para prevenir riscos e defeitos.

PALAVRAS-CHAVE: Norma Regulamentadora N° 12; Segurança do Trabalho; Acidentes no trabalho; Doenças do trabalho; Máquinas Elétricas.

ABSTRACT

The high incidence of workplace accidents in Brazil underscores the urgent need for effective preventive measures. Regulatory Standard No. 12 (NR-12), last revised on July 30, 2019, is one such measure, focusing on safety during the design and use phases of electrical machines and equipment. Unfortunately, many workplaces still either lack awareness or do not fully adhere to this standard, unnecessarily exposing workers to risks. This article examines the practical application of NR-12, the correct way to adapt electrical equipment to its requirements, evaluates the cost-benefit of its implementation, develops a project, and creates a prototype that meets the standard's requirements. By using electrical materials and following the Federal Government's guidelines, we were able to develop the basis for an electrical equipment adaptable to various machines, fulfilling safety requirements. This prototype also serves as

an educational tool to demonstrate how NR-12 can be applied to prevent risks and defects.

KEYWORDS: Regulatory Standard No. 12; Workplace Safety; Accidents at Work; Occupational Diseases; Electric Machines.

1. INTRODUÇÃO

Em 2022, no Brasil, foram registrados 612,9 mil acidentes e 2.518 óbitos, ocasionadas no local de trabalho, apenas considerando pessoas com carteira assinada, apresentando assim, uma maior taxa, comparada aos últimos anos¹. Durante o período de análise, de 2012 até 2022, o Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho comunicou a ocorrência de mais de 6,7 milhões de acidentes, além do falecimento de 25.492 trabalhadores, chegando a estimativa de que uma morte acontece a cada 3 horas, 47 minutos e 3 segundos. Estima-se que nesse escopo de tempo, de onze anos, os gastos que o INSS obteve por conta de natureza acidentária, em que incluem ocorrências como auxílios-doença, aposentadoria por invalidez, pensões por morte e auxílios-acidente relacionados ao trabalho, extrapolem os R\$ 136 bilhões de reais¹.

Por conta deste cenário preocupante, nota-se necessário o investimento na prevenção de acidentes, sendo-o embasado as Normas Regulamentadoras (NR), originalmente publicadas pela Portaria Mtb n° 3.214, salientando que, tais obrigações, direitos e deveres exigidos por tais normas, buscam garantir a qualidade e a segurança de maneira preventiva, no campo laboral, evitando acidentes e doenças no trabalho². As NR's se complementam, porém, dando ênfase na segurança do trabalho no ramo da eletricidade, destacam-se a NR-10, que estabelece requisitos e condições mínimas para garantir a segurança dos trabalhadores que interagem com instalações e serviços em eletricidade, e a NR-12², na qual priorizaremos neste artigo, objetivando na redução de eventualidades causadas na atuação de maquinários, em que, tem o princípio de evitar acidentes causados pela falta de atenção no manuseio das máquinas elétricas, enquanto acionadas. Sua aplicabilidade, após diversas alterações, oportunizou

uma melhora significativa em condições laborais relacionada a prensas e terminais, injetoras e equipamentos de uso geral³.

Tornando cada vez mais necessária à sua aplicabilidade, o conhecimento quanto ao funcionamento de equipamentos que estão adequados a NR-12, mostra-se essencial, de forma que, não apenas possibilite a adequação de um funcionamento preventivo ideal, como também, a manutenção dos mesmos. Espera-se, com sua empregabilidade, a norma especificada para a segurança no trabalho em máquinas e equipamentos, proponha-se a proteger o empregador de obter diversos prejuízos, como interdição, custos médicos em casos de acidentes, multas e prejuízos em casos de o funcionamento do maquinário ser interrompido por eventualidades, além da prevenção a possíveis processos cíveis e criminais.

Desta forma, abordando esta lacuna que se evidencia em relação à segurança no trabalho no Brasil, o respectivo artigo científico busca, enfatizar de forma ética a urgência ao tema de prevenção à acidentes laborais, a necessidade crucial em aprofundar-se a aplicabilidade da Norma Regulamentadora 12 (NR-12) nos equipamentos, discutir a importância de adequação dos mesmos, além de, realizar uma análise sobre a projeção de um dispositivo de proteção que atendeu as exigências, compreendendo os custos e benefícios propiciados nesta adequação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente artigo foi elaborado com o caráter exploratório. Seu embasamento está fundamentado em Normas Regulamentadoras, artigos acadêmicos, constituição brasileira, obras escritas referentes a segurança e saúde no trabalho, além da serventia de dados estatísticos/relatórios disponibilizados pelo Anuário Estatístico da Previdência Social, demonstrando sua importância, características de funcionamento, necessidade de aplicação e como as máquinas elétricas possam ser adequadas.

2.1. Segurança do Trabalho

Uma fonte de inspiração que atravessa os séculos é a obra "*De Morbis Artificum Diatriba*" de Bernardino Ramazzini, conhecido como o pioneiro da Medicina do Trabalho. Essa obra inovadora, publicada no século XVII, enfatizou os efeitos das condições de trabalho na saúde dos trabalhadores daquela época; ela identificou várias doenças ocupacionais e estabeleceu as bases para a compreensão moderna dos riscos laborais⁴.

A relação entre o trabalho pioneiro de Ramazzini e a legislação moderna brasileira, particularmente o artigo 19 da Lei 8.213/91⁵, destaca a importância persistente de suas ideias na promoção da saúde e segurança no ambiente de trabalho. De acordo com esta lei, um acidente de trabalho é definido como qualquer evento que resulte em lesão corporal ou incapacidade funcional temporária, com possibilidade de consequências permanentes ou até mesmo fatais em casos extremos. Conforme o artigo 20, inciso II, a lei

também aborda as chamadas doenças do trabalho, ou mesopatias, além dos acidentes.

Diante das perdas econômicas e humanas significativas causadas por acidentes e doenças no ambiente de trabalho, a importância da segurança laboral se destaca cada vez mais. Estudos indicam que aproximadamente 4% do PIB global é perdido anualmente devido a esses eventos, o que equivale a cerca de R\$ 400 bilhões de reais no contexto brasileiro, considerando os dados de 2022¹. Essa preocupação é respaldada por informações do Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho, uma iniciativa conjunta do Ministério Público do Trabalho e da Organização Internacional do Trabalho, que revelam que, no ano de 2022, os acidentes relacionados à operação de máquinas e equipamentos representaram 15% do total de ocorrências, sendo responsáveis pela maioria dos acidentes fatais entre os trabalhadores¹.

Frente a esse contexto, a OIT enfatiza a importância de estabelecer uma cultura nacional de segurança e saúde no trabalho, na qual o direito a um ambiente laboral seguro e saudável seja priorizado em todas as esferas da sociedade. Para promover um ambiente de trabalho seguro, dessa cultura é necessária a colaboração ativa entre governos, empregadores e trabalhadores. A prevenção é o princípio fundamental⁶.

Como resultado, é fundamental aumentar a conscientização, o conhecimento e a compreensão dos riscos e perigos associados ao trabalho, bem como das estratégias de proteção disponíveis⁶.

O reconhecimento público dos efeitos perigosos da exploração econômica e social durante a Primeira Revolução Industrial levou ao surgimento das primeiras normas trabalhistas. Ao longo desse tempo, ficou claro que as condições de trabalho precárias causavam doenças, mortes e danos à saúde, o que levou o estado a intervir, inicialmente na Grã-Bretanha. Ao impor regras às relações entre empregadores e empregados, o objetivo era reduzir os riscos laborais⁷. Investir na segurança no trabalho é benéfico para ambas as partes envolvidas, já que aumenta a produtividade ao eliminar a insatisfação dos trabalhadores com situações de risco desnecessárias no dia a dia, além de prevenir perdas relacionadas à produção e a pagamentos de indenizações⁸.

Investir na saúde física e mental dos colaboradores e garantir um ambiente de trabalho seguro não só promove uma estrutura laboral mais robusta, mas também contribui para um clima organizacional positivo, garantindo o bem-estar de todos os envolvidos⁹. Nesse sentido, encarar a segurança no trabalho como um investimento estratégico é fundamental, considerando que, os custos decorrentes de acidentes têm um impacto considerável nos custos operacionais de qualquer atividade produtiva¹⁰. Ao realizar uma análise criteriosa desses custos, a gestão empresarial pode perceber que um programa de segurança eficaz não é apenas uma despesa, mas sim um investimento que impacta positivamente a produtividade. Em comparação com os custos

associados aos acidentes, os investimentos em prevenção geralmente têm um custo menor e contribuem para uma imagem positiva da empresa perante a sociedade¹¹.

Entendendo sua importância e benefícios, o protótipo desenvolvido busca implementar dispositivos que garantam a segurança e estejam de acordo com as normativas.

2.2. Acidentes de Trabalho

A incidência recorrente de acidentes de trabalho é resultado de uma série de fatores multifacetados. Entre eles, destaca-se a falta de conscientização sobre os riscos presentes no ambiente laboral¹². Nessa mesma linha de raciocínio, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)¹³ aponta que fatores pessoais, como inexperiência, fadiga e até mesmo o consumo de álcool, contribuem para situações acidentárias. Outro aspecto relevante é a negligência por parte dos trabalhadores, que muitas vezes desconsideram as normas de segurança, resultando em falhas humanas, como a utilização inadequada de equipamentos projetados para a proteção individual. Adicionalmente, a condição do ambiente de trabalho desempenha um papel crítico, especialmente quando as medidas de proteção coletiva são insuficientes ou inexistentes¹³.

Ao analisar os dados apresentados pelo Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho, constata-se que em 2022, aproximadamente 612,9 mil acidentes de trabalho foram registrados e liquidados pelo INSS, representando um aumento de 7% em relação ao ano anterior¹. Essa tendência ascendente indica uma crescente preocupação com a segurança ocupacional à medida que o tempo avança. No entanto, é necessário ressaltar que esses dados são limitados aos trabalhadores que contribuem para a Previdência Social, excluindo assim os trabalhadores não celetistas, o que restringe a generalização desses resultados para toda a realidade brasileira.

Ao examinar a situação dos acidentes de trabalho no país, percebemos que a utilização do poder coercitivo e punitivo do Estado, através de ações indenizatórias com um caráter educativo, pode ser um meio eficaz de conscientizar os empregadores sobre suas responsabilidades em relação aos riscos laborais, garantindo a dignidade de seus empregados e promovendo a segurança e a capacitação no ambiente de trabalho¹⁴. Seguindo essa linha de pensamento, é enfatizado que a responsabilidade nas atividades laborais, abordada em várias áreas do direito, é de extrema importância para a atualização da legislação brasileira. Essa responsabilidade está diretamente ligada à proteção judicial dos princípios constitucionais fundamentais da República Federativa do Brasil, mais precisamente nos artigos 1 e 5, que garantem a todos os indivíduos o direito à vida digna, à liberdade, à igualdade, à segurança e à propriedade, sem qualquer tipo de distinção¹⁵.

Na abordagem desses temas, fica claro o compromisso estabelecido pela Constituição Federal

em assegurar a saúde de todos os cidadãos, delineando políticas sociais e econômicas voltadas à mitigação dos riscos à saúde. Nesse sentido, o artigo 196 destaca a responsabilidade estatal nesse processo, enquanto o artigo 114 confere à Justiça do Trabalho a competência para lidar com disputas entre empregadores e empregados, incluindo aquelas relacionadas a acidentes de trabalho¹⁵. Alinhado a esses princípios, a Convenção nº 155 da Organização Internacional do Trabalho (OIT) advoga pela formulação e implementação de políticas nacionais coesas em segurança e saúde laboral, com o intuito de prevenir acidentes e danos à saúde no ambiente de trabalho, conforme as condições e práticas específicas de cada país⁶. Em resumo, a legislação nacional e os tratados internacionais enfatizam a importância das políticas de segurança e saúde ocupacional para minimizar os riscos e proteger os trabalhadores, enfatizando a relevância de promover locais de trabalho seguros e saudáveis.

Sabendo das consequências causadas em acidentes operacionais, o equipamento de segurança é projetado a prevenir de qualquer eventualidade, mitigando assim, possíveis riscos.

2.3. Análise de Eventos Adversos

Para garantir a segurança e saúde dos trabalhadores, é crucial a adoção de medidas preventivas para identificar e mitigar riscos no ambiente profissional¹⁶. Seguindo as NRs, as empresas devem capacitar os colaboradores para reconhecerem os perigos existentes e monitorar as condições de Segurança e Saúde no Trabalho (SST), além de fornecer informações sobre os riscos envolvidos. Um melhor entendimento dos fatores imprevistos em processos industriais é essencial para aprimorar as práticas de fiscalização e cuidados, resultando em uma redução de erros previsíveis e maior eficácia preventiva¹⁷.

O Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT) e a Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) enfatizam a importância de uma equipe multidisciplinar que trabalhe em vários níveis hierárquicos em investigações no setor. Este método permite que a equipe use sua experiência gerencial e prática para garantir que as medidas de prevenção sejam adequadas para todos no departamento. Além disso, é claro que a capacitação da equipe é fundamental para conduzir esse processo, o que garante um alto nível de excelência na coleta de informações e na proposta de controles baseados nos riscos avaliados¹⁶.

O Ministério do Trabalho e Emprego, por meio de seus auditores fiscais, está realizando um estudo para melhorar a prevenção de acidentes de trabalho. A realização dessas fiscalizações tem vários objetivos principais, incluindo a necessidade de que as empresas adotem políticas de prevenção eficazes, fornecer subsídios para a revisão das NRs, criar um banco de dados de ocorrências para sugerir medidas corretivas mais eficazes e ajudar outras instituições a realizar

investigações de acidentes. Essas medidas são tomadas para garantir que as pessoas tomem as medidas necessárias para criar um ambiente de trabalho seguro e saudável¹⁶.

Nesse contexto, os dispositivos empregados no protótipo desenvolvido auxiliam a verificação de eventos adversos, priorizando a segurança das pessoas e da instalação, evitando assim, que um acidente pode ocorrer, e o meio de contorná-lo.

2.4. Materiais e Aplicação

Dado a importância dos padrões de segurança discutidos pelas normas, é necessário que o protótipo esteja em conformidade com essas normativas, garantindo uma operação tranquila e segura aos operadores

Dessa forma, para o protótipo atue corretamente, utilizou-se de uma série de componentes essenciais para garantir a segurança e a operação eficiente do sistema. Incluindo contatores, botões de impulso iluminados (verde e azul) e sinalizadores LED vermelhos para indicar estados críticos. Este equipamento conta com um sensor magnético de segurança, controle de parada de emergência, relé de falta de fase, disjuntor motor, fusível de 24V, e um transformador de comando. Esses componentes trabalham em conjunto para garantir a proteção elétrica e a operação correta do sistema, refletindo uma abordagem moderna e rigorosa na construção de dispositivos de segurança.

A Tabela 1 faz uma relação de preços e aquisições gastas em materiais, para a montagem do protótipo, durante o período de maio de 2024:

Tabela 1 – Relação de materiais

COMPONENTE	VALOR UN. (R\$)	QTD (Nº)
CONTATOR 32A 1NA+1NF 24V 50/60HZ	307,10	2
BOTOEIRA VAZIA 4 FUIROS 22 CZ IP65	69,65	1
SINALIZADOR MONOBLOCO LED 24VCA/CC VERM.	24,90	1
BOTAO IMPULSO ILUMINADO VERDE	28,60	1
BLOCO CONTATO FRONT-BACK 1NA	23,10	2
BLOCO C/ LED VERDE 24VCA/CC FRONT-BACK	31,10	1
BOTAO IMPULSO ILUMINADO AZUL	28,60	1
BLOCO C/ LED AZUL 24VCA/CC FRONT-BACK	27,35	1
BOTAO SOCO GIRAR DESTRAVAR VERM.	38,10	2
BLOCO CONTATO FRONT-BACK 1NF	23,10	2
PAINEL CC PLAST (45X30X20) TAMPA TRANSPARENTE	935,00	1
CANALETA - RECORTE ABERTO – 30x50	30,15	1
TRILHO TS35 LISO – 1m	10,30	1
DISJUNTOR MOTOR 2,50-4,00A	242,00	1

RELE FALTA FASE 200-240V 50/60HZ	164,95	1
CONTROLE PARADA EMERG 24VCA/CC	583,35	1
PRENSA CABO BSP - (3/4")	4,30	5
TRAFO COMAN. MONO 50 VA 220V-24V	195,55	1
SENSOR MAGNETICO SEGURANCA 2NA+1NF CABO 2m 30cm	191,10	1
FUSIVEL 24V	3,00	2
BLOCO DE MONITORAÇÃO BCM01F-CSW	32,60	4
ATUADOR CODIF. P/SENSOR MAG. SEG. 30	26,55	1
TOTAL: R\$ 3.529,85		

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Com os dispositivos mostrados na Tabela 1, e seguindo como base a NR12 (a qual é discutida as partes mais relevantes a este trabalho na próxima seção), utiliza-se componentes voltados a critérios e pontos de segurança, buscando sempre utilizar componentes específicos para atingir esse objetivo. Na sequência será discutido em especificidade a função de alguns dos dispositivos utilizados.

O disjuntor-motor foi usado para fornecer proteção magnética contra curto-circuitos e proteção térmica contra sobrecargas. Esse componente é necessário para à proteção de circuitos elétricos e equipamentos.

O relé de segurança monitora as chaves de segurança e os botões de emergência verificando continuamente as entradas e saídas, conforme as diretrizes da NR-12 para sistemas de segurança, assegurando que, qualquer defeito em contatos ou equipamentos.

O motor é acionado por contatores, e o projeto inclui um relé de monitoramento para proteger o circuito de comando e a carga. Essa medida é essencial para evitar danos ao equipamento e garantir a continuidade operacional de acordo com as normas de segurança.

Um transformador é usado para reduzir a tensão de 220V para 24V para alimentar o relé de segurança e outras partes importantes, como os sensores utilizados para monitorar se houve violações que possam causar inseguranças e a utilização de botoeiras para o acionamento dos contatores, cumprindo os requisitos de segurança. Ao mesmo tempo, fusíveis foram adicionados para proteger o relé de segurança contra correntes anômalas. Os LEDs são um indicativo de quando o sistema está pronto para rearmar e quando a carga está ativada. Além de fornecer aos operadores uma comunicação eficaz sobre o estado do equipamento, oferece uma visualização imediata e clara do status operacional, conforme a norma.

De maneira a assegurar um funcionamento confiável e eficaz, protegendo tanto os operadores quanto o equipamento, esses componentes e medidas foram escolhidos e implementados com cuidado. Um desenvolvimento mais aprofundado sobre o funcionamento do equipamento será abordado nos capítulos posteriores, como também, o seu

comportamento em diversas possíveis situações.

3. DESENVOLVIMENTO

A Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT), publicada em 1943, foi um marco ao unificar diversas legislações relacionadas ao direito do trabalho, à segurança e à saúde ocupacional. No entanto, seu enfoque primordialmente corretivo impulsionou a necessidade de uma abordagem mais preventiva, o que culminou na criação das NRs pelo Ministério do Trabalho¹⁸. Estabelecidas pelo art. 200 da Lei Nº 6.514/1977¹⁹ e subsequentemente aprovadas pela Portaria Nº 3.214/1978²⁰, as NRs visam garantir a segurança e a qualidade nos ambientes de trabalho, promovendo medidas preventivas contra acidentes e doenças ocupacionais. O Ministério do Trabalho e Previdência Social (MTPS), por meio de seu portal oficial, ressalta que essas normas são elaboradas e revisadas seguindo o sistema tripartite paritário preconizado pela Organização Internacional do Trabalho (OIT), envolvendo representantes do governo, empregadores e trabalhadores em sua formulação².

Os inspetores do trabalho, designados pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), contam com NRs como guia para a fiscalização dos ambientes laborais, conferindo-lhes autoridade legal para aplicar sanções administrativas²¹. Essas normas, além de servirem como referência para os fiscais, representam uma garantia fundamental: a redução dos riscos inerentes ao trabalho, conforme estabelecido no artigo 7º, inciso XXII, da Constituição Federal¹⁸. Com um total de 37 normas, as NRs abordam uma ampla gama de questões relacionadas à saúde, higiene e segurança no ambiente de trabalho, proporcionando um quadro abrangente para a fiscalização das condições laborais em conformidade com os riscos identificados¹².

As NRs são constantemente revisadas para atender à necessidade de permanecer atualizadas e adaptadas às demandas modernas. Como ressaltado, a criação dessas normas requer a colaboração de uma comissão tripartite composta por representantes do governo, do setor empresarial e dos trabalhadores. Esse método permite uma visão mais ampla e integrada das preocupações de saúde e segurança no trabalho, levando em consideração os interesses e perspectivas de todas as partes envolvidas²².

O cumprimento das disposições das NRs é obrigatório para todas as empresas que tenham trabalhadores regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), tanto no setor privado quanto no público. Isso significa que as normas se aplicam não apenas às empresas privadas, mas também a todos os órgãos e entidades da administração pública direta e indireta, garantindo a proteção da saúde e segurança dos trabalhadores em todos os ambientes laborais¹⁸.

3.1. Norma Regulamentadora Nº 12

As normas referentes a máquinas e equipamentos têm uma abrangência específica, que se estende a dispositivos impulsionados por forças não humanas,

destinados a usos não domésticos, sejam eles novos ou usados¹⁸. Essas normas são essenciais para garantir a segurança dos trabalhadores durante suas operações, exigindo a adaptação adequada dos equipamentos. De acordo com o capítulo V, Seção XI, da legislação nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977¹⁹, é mandatório o uso de mecanismos de partida e interrupção em máquinas, e qualquer fabricação, importação, venda, locação ou uso de dispositivos inadequados é considerado uma infração legal. O Superintendente Regional do Trabalho é responsável por determinar a proibição de máquinas ou dispositivos que não estejam em conformidade com as condições estabelecidas pela norma²³.

A NR-12 estabelece que, em seu Art. 12.5.10, "as máquinas e equipamentos que apresentem risco de ruptura de suas partes, projeção de materiais, partículas ou substâncias, devem possuir proteções que garantam a segurança e a saúde dos trabalhadores" devido à necessidade premente de prevenir riscos relacionados à exposição de materiais que possam representar perigo à saúde humana³. Para máquinas e equipamentos elétricos, é necessário um sistema de acionamento por meio de uma chave geral, localizada em uma caixa segura e fácil de acessar. Isso é feito para evitar acionamentos acidentais e evitar que o operador entre em contato direto com partes energizadas²³. Essas ações são essenciais para criar um local de trabalho seguro e preservar a saúde dos funcionários. Nesse contexto, foi utilizado um painel externo que acople os todo o comando de acionamento.

A atual redação da NR-12 aborda de maneira abrangente todas as etapas envolvidas no uso de máquinas e equipamentos industriais, desde sua concepção até o eventual desmonte. Essas abordagens incluem orientações específicas para os trabalhadores sobre técnicas de operação, alimentação, abastecimento, limpeza, manutenção, inspeção, transporte, desativação, desmonte e descarte dos equipamentos¹⁸. Além disso, a norma enfatiza a importância da participação dos trabalhadores em treinamentos oferecidos pelo empregador para aprimorar suas habilidades e conhecimentos técnicos. A NR-12 também estabelece a responsabilidade dos funcionários de manter intactas as proteções e dispositivos de segurança do equipamento, bem como de relatar imediatamente qualquer defeito ou violação ao superior hierárquico para garantir a segurança e a integridade dos trabalhadores (Art. 12.1.10)³.

A decisão estabelecida pela NR-12 emprega um método inovador para exigir que os equipamentos atendam ao princípio de falha segura. Segundo esse princípio, o equipamento deve se comportar de forma a evitar outras falhas ou acidentes em caso de falha no sistema. Isso garante uma operação segura por meio de dispositivos de segurança. O equipamento deve ser desativado caso não possa funcionar de forma segura. Só pode ser acionado após a correção das falhas e a confirmação de que o operador não correrá riscos. É necessário que o equipamento realize autotestes em

cada inicialização e em intervalos específicos para garantir que o princípio de falha segura seja seguido. Isso é feito para garantir que nenhuma falha ou defeito seja encontrado antes que o equipamento comece a executar suas funções. Além disso, o uso de uma variedade de dispositivos e componentes com várias aplicações é essencial para mitigar adversidades de várias fontes e diminuir a probabilidade de ocorrência de situações perigosas¹⁸.

Manter um sistema em condições ideais de funcionamento e intervir prontamente em situações de perigo iminente são práticas fundamentais para garantir a segurança dos trabalhadores. A norma regulamentadora exige ainda a implementação de um sistema redundante, utilizando múltiplos componentes para desempenhar a mesma função e prevenir falhas. Essa abordagem ajuda a mitigar os riscos e a assegurar que o trabalho seja realizado de forma segura¹⁸. Além disso, é importante destacar que o Ministério do Trabalho, através da Portaria nº 84, de 04 de março de 2009, tomou iniciativa em revogar a ideia de ato inseguro, responsabilizando as empresas pela conscientização dos funcionários e pelo desenvolvimento de práticas seguras no ambiente de trabalho. Essa mudança de paradigma reforça a importância de promover uma cultura de segurança e prevenir acidentes ocupacionais⁷.

Os atos inseguros expõem os trabalhadores a riscos desnecessários, o que contribui significativamente para os acidentes de trabalho. O uso inadequado de máquinas e equipamentos e a falta de uso de equipamentos de proteção individual (EPIs) estão entre esses comportamentos imprudentes dos trabalhadores. É dever do empregador garantir que o local de trabalho seja seguro e livre de qualquer coisa que possa colocar os funcionários em risco, pois os mesmos, são os responsáveis por tomar as medidas necessárias para corrigir tais condições inseguras para proteger os funcionários. Essas condições podem surgir por causa de falhas técnicas, defeitos nos equipamentos, anomalias ou falta de recursos de segurança adequados⁷.

É relevante mencionar que, na ausência ou omissão das exigências estabelecidas por outras normas, a NR-12 é aplicada de forma subsidiária, sendo incumbência do empregador garantir sua observância³. Nesse contexto, o artigo 120 da Lei n. 8.213/91⁵ estabelece que, em casos de negligência quanto à adoção das normas de segurança e higiene do trabalho, a empresa deve responder e acatar medidas preventivas determinadas pela Previdência Social. Ademais, o artigo 19 da mesma lei atribui ao empregador a responsabilidade pela implementação de medidas de proteção e saúde do trabalhador. Nos casos em que a empresa negligencia tais medidas, está sujeita a sanções penais, podendo ser multada⁵.

Os dispositivos de acionamento e interrupção de máquinas e equipamentos devem estar posicionados de forma estratégica para atender às exigências. Devem ser empregues fora da área de operação do

equipamento, evitando a área perigosa da máquina. Eles também devem ser projetados para evitar que o operador os acione ou desligue involuntariamente. Além disso, é essencial que não representem riscos adicionais e que permitam que um segundo operador entre em ação em caso de emergência²³. Para garantir que os sistemas de segurança funcionem corretamente, rigorosos padrões devem ser seguidos na escolha e instalação. É imperativo que estejam projetados e em conformidade com as normas técnicas oficiais para evitar manipulação indevida. Além disso, a instalação deve ser supervisionada por um indivíduo com permissão legal para garantir a adequação técnica dos sistemas de comando integrados³.

A NR-12 desempenha um papel fundamental no que diz respeito à proteção dos trabalhadores em ambientes industriais, uma questão de extrema importância. Esta norma estabelece regras essenciais para proteger os operadores de riscos como explosões, choques elétricos e incêndios. Uma das precauções exigidas é a instalação de instalações adequadas nos sistemas de energia de máquinas e equipamentos. São elementos essenciais dessas instalações, portas de acesso permanentemente fechadas, restrições de acesso a pessoas não autorizadas e sinalização adequada. Além disso, os quadros de energia devem ser limpos, em bom estado de conservação, livres de objetos e ferramentas, bem como garantir que seus circuitos sejam identificados e atender aos requisitos de proteção ambiental específicos¹⁸.

É imprescindível ressaltar a importância da saúde e segurança no ambiente de trabalho, não apenas como uma obrigação legal, mas também como um compromisso moral e ético para com os trabalhadores. A legislação trabalhista brasileira, alinhada com as diretrizes da Constituição Federal de 1988, estabelece normas e regulamentos que visam garantir a proteção dos direitos individuais e coletivos dos trabalhadores, assegurando condições dignas e seguras de trabalho¹⁵. Nesse contexto, a capacitação dos trabalhadores em relação aos procedimentos operacionais, de manutenção, inspeção e demais atividades relacionadas é fundamental. O empregador tem o dever de fornecer essa capacitação, seguindo um conteúdo programático estabelecido pela norma e garantindo que seja ministrada por profissionais qualificados, que também ofereçam supervisão adequada durante o processo¹⁸.

Dessa forma, a lógica de segurança desenvolvida no protótipo, baseou-se nas exigências da norma, de dispositivos, implementações e instalações, e seu atendimento tornou-o mais seguro para uso.

4. DISCUSSÃO

Entendendo a normativa, e levando em consideração a análise de um equipamento de segurança objetivando atender as exigências da NR-12, um protótipo foi desenvolvido e testado. Este, objetiva que o operador atue ao maquinário, conforme as exigências estabelecidas, resultando em uma operação preventiva e segura.

Para o equipamento de segurança, o autor utilizou-se de um disjuntor-motor, modelo MPW18-3-U004, que opera numa faixa de corrente de 2,5 até 4 ampères, possibilitando assegurar a carga e o circuito elétrico do sistema, como também, proteção térmica em casos de sobrecargas ou proteção magnética, caso ocorra um curto-circuito. Buscando desenvolver um monitoramento redundante, foi acoplado ao projeto um relé de segurança, DPX-257, monitorando os botões de emergências e as chaves de segurança, possibilitando assim, uma rotina de verificação de entradas e saídas de seus microprocessadores, garantia de seguridade caso houver defeitos nos contatos e equipamentos, devido a suas particularidades, assim como, desenvolver a lógica de desativação e rearme em casos de emergência²⁴.

Os contatores, CWB32-11-30D02, foram designados a seccionar as 3 fases do sistema (RST) para o acionamento do motor. No projeto foram utilizados dois contatores, aplicando uma redundância no sistema de acionamento através de seus contatos auxiliares incorporados, NA+NF, de forma a apenas alimentar o motor, caso ambos estejam funcionando corretamente. Em casos de falta de fases ou oscilações na rede, o relé de monitoramento, RMW17-FF, está atribuído como uma medida protetiva ao circuito de comando e a carga trifásica do sistema²⁴.

O diagrama de potência do equipamento, em sua parte alimentada em 220V, ficou da seguinte forma, conforme consta na Figura 1:

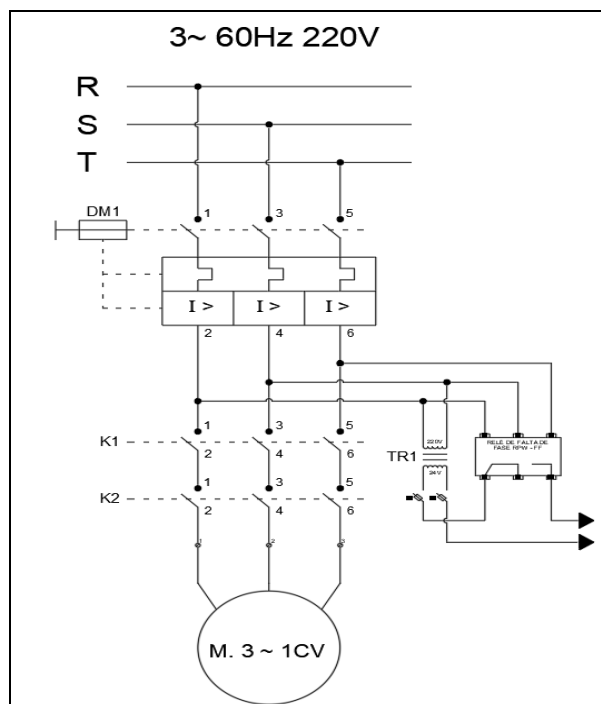


Figura 1 – Diagrama de potência (1) do protótipo. Fonte: Meireles (2022)²⁴

O transformador, presente na Figura 1, abaixa a tensão de entrada (220V) para 24V, alimentando o relé de segurança, conforme a Figura 2.

Separando o funcionamento do equipamento em etapas, temos que na 1ª etapa, a princípio ocorra a

alimentação do disjuntor-motor (DM1). Sequencialmente, as três fases energizam os bornes L1, L2 e L3 do relé de falta de fase, para que realize o seu monitoramento, e, paralelo a sua energização, duas fases também são utilizadas para alimentar o transformador (TR1), que opera em 220V para 24V. Nas saídas do TR1, foram incrementados fusíveis, prevenindo em casos de corrente fora do valor padrão, protegendo assim, o relé de segurança²⁴. A 1ª etapa de funcionamento consta na Figura 3.

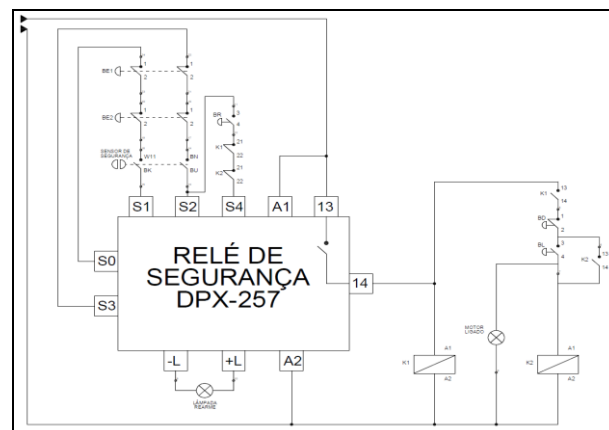


Figura 2 – Diagrama de potência (2) do protótipo. Fonte: Meireles (2022)²⁴

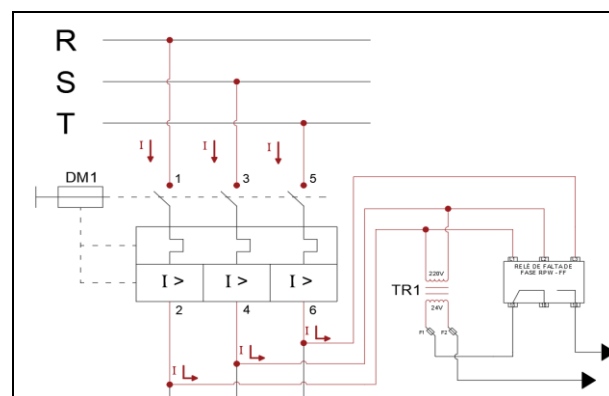


Figura 3 – 1ª etapa do funcionamento do protótipo. Fonte: Meireles (2022)²⁴

Conforme representado na Figura 4, as saídas do transformador (TR1) alimentam o A2 do relé de segurança e o borne de nº 15 do relé de falta de fase, em que, o mesmo constando que as três fases estão alimentando corretamente o circuito, chaveia internamente uma conexão entre os bornes 15 e 18, que está intermediando a alimentação do relé de segurança DPX-257 (bornes A1 e 13).

Enquanto energizado, o DPX-257 averigua que os seus microprocessadores internos estão alimentados, e analisa as suas entradas e saídas de maneira contínua, garantindo as condições de segurança já estabelecidas. A verificação das condições é condicionada a uma comprovação dupla, evitando falhas, em que a lógica de funcionamento está condicionada no funcionamento correto das necessidades atendidas entre as entradas S0 e S3, e respectivamente, as saídas S1 e S2. As condições de segurança estabelecidas, consistem nos botões de emergência (BE1 e BE2) não estarem

pressionados, como também, houver uma conexão física entre o sensor magnético, indicando que a porta de segurança, que evita a exposição do operador está fechada.

Com todas as condições atendidas, a norma exige que o equipamento seja rearmado, atendendo a mais uma medida preventiva ao operador, em que, está condição foi estabelecida entre o fechamento de S2 e S4, sendo apenas possível, quando os contatores estiverem desativados, por meio de seus contatos normalmente fechados (NF). Realizando tal procedimento de maneira correta, é permitida a passagem de corrente pela saída (n° 14) do equipamento²⁴. A Figura 5, exemplifica a lógica desenvolvida, com comprovação dupla, para que atendam tais condições de segurança exigidas pela NR-12.

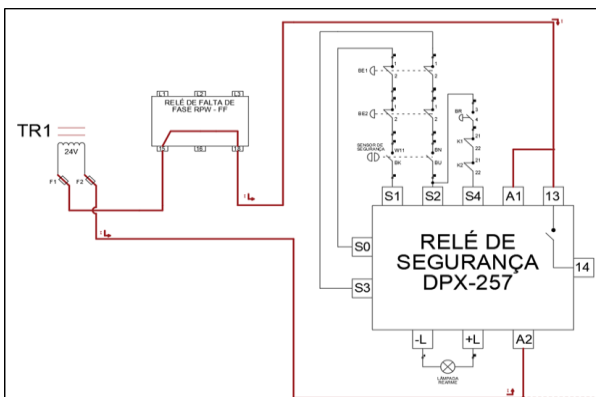


Figura 4 – 2ª etapa do funcionamento do protótipo. Fonte: Meireles (2022)²⁴

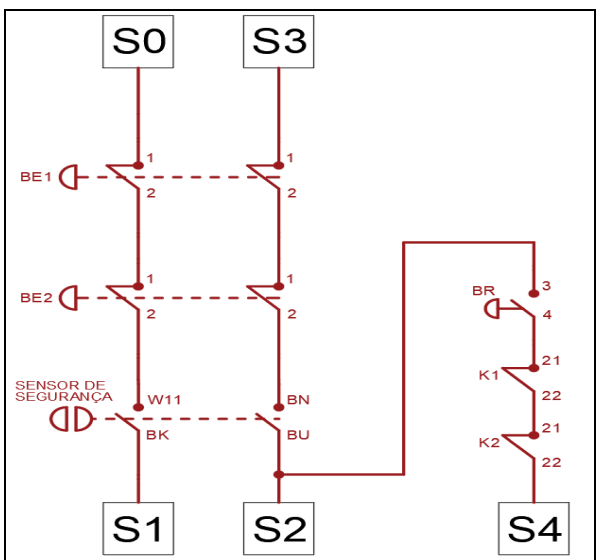


Figura 5 – 3ª etapa do funcionamento do protótipo. Fonte: Meireles (2022)²⁴

A partir do fechamento interno que ocorre entre a entrada (13) e a saída (14) do equipamento, conforme a Figura 6, é possibilitada a alimentação do borne A1 do contator, identificado como K1, de maneira instantânea, o que consequentemente impossibilita que ocorra o rearme novamente, enquanto as condições ideais estiverem sendo atendidas. Em paralelo ao acionamento de K1, está condicionado para que acione

o outro contator (K2), que o K1 seja de fato acionado, garantindo que não tenha nenhum defeito nele, e a necessidade de que o operador pressione o botão liga (BL)²⁴.

Quando pressionado o BL, K2 será acionado, e mantido desta forma por meio de um intertravamento através de seu contato normalmente aberto (NA), em que, antecedendo tal lógica, foi posicionado um botão desliga (BD), caso o operador queira desligar a máquina. Desta forma, quando pressionado, a corrente que alimenta o K2 é cortada. A Figura 7 demonstra todo o acionamento dos contatores, e posteriormente a carga, quando BL é pressionado²⁴.

Caso ocorra alguma violação em alguma das condições em todo o circuito, o DPX-257, é responsável por uma resposta rápida de desarme. Estas violações podem ser o pressionamento do botão de emergência, violação do sensor magnético fixado na porta de segurança ou defeitos que os contatores possam apresentar. O relé de segurança, DPX-257, possui a característica de emitir pulsos intermitentes entre os seus bornes “-L” e “+L”, quando alguma das condições entre os seus microcontroladores não estão sendo respeitadas. Quando as exigências são atendidas, a tensão é estabilizada, em que, para tal indicação, foi posicionado um led (L2) da cor azul.

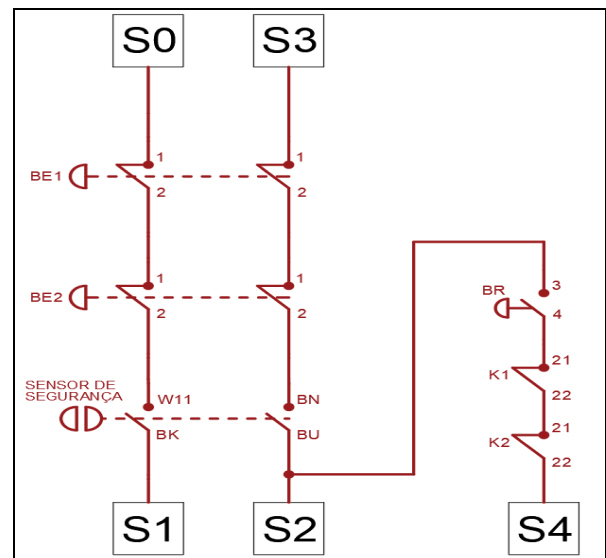


Figura 5 – 3ª etapa do funcionamento do protótipo. Fonte: Meireles (2022)²⁴

Enquanto o led está piscando, algo não está em conformidade, quando ele está aceso, é permitido o rearme, e quando rearmado, a tensão entre esses bornes é cortada. A Figura 8 indica a conexão feita no relé de segurança, para que L2 possa indicar a situação do circuito²⁴.

Já a Figura 9, representa o indicador de que a carga está sendo acionada, com um led verde (L1), sendo alimentada apenas quando o operador pressionar o BL, acendendo simultâneo ao acionamento do K2 e a carga²⁴.

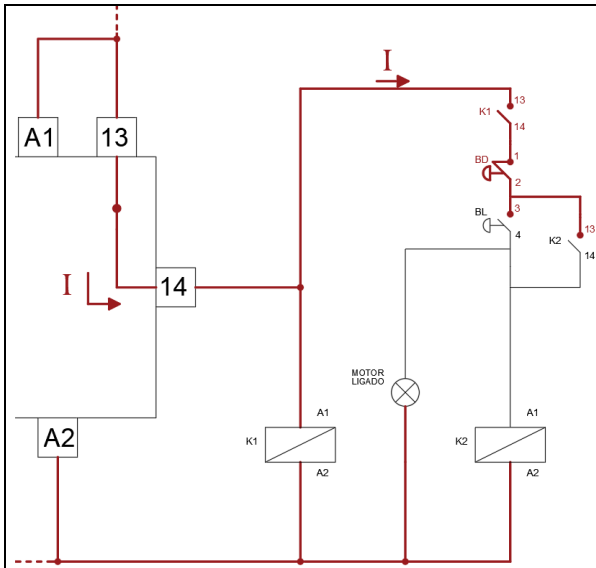


Figura 6 – 4ª etapa do funcionamento do protótipo. Fonte: Meireles (2022)²⁴

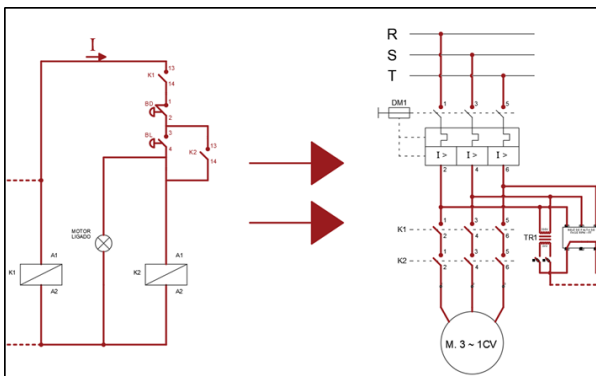


Figura 7 – 5ª etapa do funcionamento do protótipo. Fonte: Meireles (2022)²⁴

Para atender as exigências do comportamento dos botões de emergências, que é citado pela NR-12, aplicou-se aos mesmos, dois blocos de monitoração, modelo BCM01F-CSW, garantindo que as instalações dos botões de emergência estejam corretas, além de fornecer uma maior confiabilidade em casos de paradas de emergência²⁴.

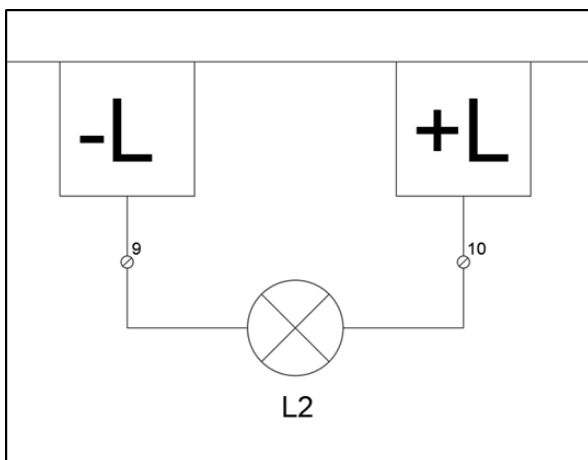


Figura 8 – Conexão da lâmpada indicativa de rearme. Fonte: Meireles (2022)²⁴.

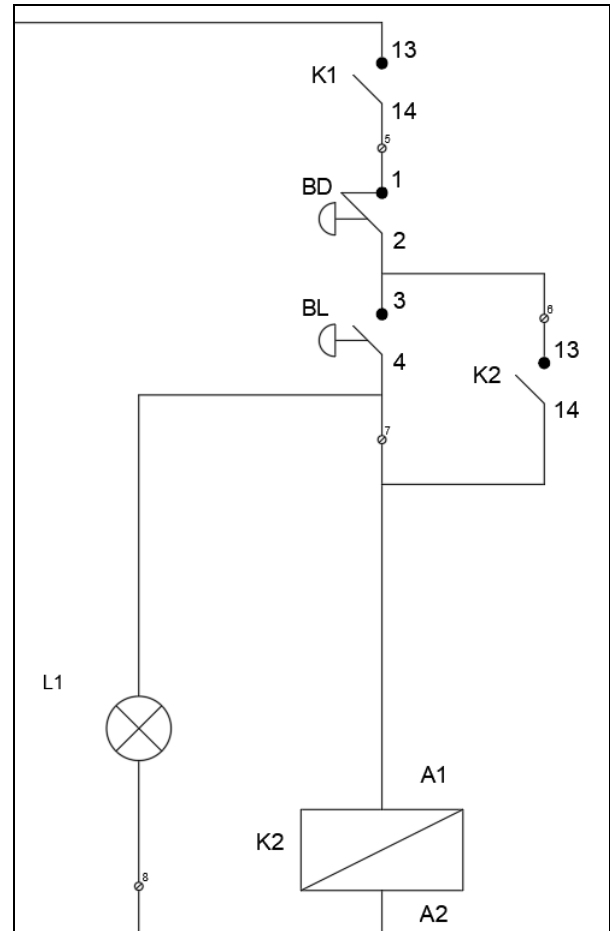


Figura 9 – Conexão da lâmpada indicativa de carga acionada. Fonte: Meireles (2022)²⁴

Aplicando o dispositivo na prática, foi executada todas as condições possíveis em que o sistema pode se encontrar, entendendo assim, em sua execução, seu funcionamento, acompanhado por um multímetro para diagnóstico. Enquanto o DM1 esteja desarmado, resultou-se nas seguintes condições, conforme a Tabela 2:

Tabela 2 - Análise com DM1 desarmado

EQUIPAMENTO	TENSÃO DE ENTRADA	TENSÃO DE SAÍDA
DM1	220V	0V
K1	-	-
K2	-	-
RFF1	-	-
TF1	-	-
RS1	-	-
CARGA	-	-
L1	-	-
L2	-	-

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Desta forma, diagnosticou-se o comportamento esperado, impedindo o acionamento de todos os equipamentos. Armando o DM1, porém forçando uma falta de fase para entender como seria seu comportamento, deparou-se, conforme a Tabela 3, com a seguinte situação:

Tabela 3 - Análise com condição de falta de fase

EQUIPAMENTO	R-S	R-T	S-T
DM1	-	220V	-
K1	-	220V	-
K2	-	-	-
RFF1	-	220V	-
TF1	-	-	-
RS1	-	-	-
CARGA	-	-	-
L1	-	-	-
L2	-	-	-

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Ocorreu uma atuação do relé de falta de fase (RFF1), evitando o acionamento dos circuitos sequenciais, atuando de maneira protetiva em casos de falta de fase e oscilações na rede. Para a realização do procedimento seguinte, normalizou-se as fases do protótipo, podendo analisar assim, o relé de segurança e seu comportamento na validação das determinações pré-estabelecidas, na qual já foram citadas. Para a Tabela 4, curto circuitou-se o bloco de monitoramento acoplado ao botão de emergência.

Tabela 4 - Análise com botão de emergência curto-circuitado

Equipamento	TENSÃO DE ENTRADA	TENSÃO DE SAÍDA
DM1	220V	220V
K1	220V	0V
K2	-	-
RFF1	220V	24V
TF1	220V	24V
RS1	24V	0V
CARGA	-	-
L1	-	-
L2	24V INTERMITENTE	-

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Caso o curto-circuito ocorra enquanto o sistema já esteja em pleno funcionamento, o defeito não será identificado no mesmo instante, apenas quando o equipamento for desligado, por conta de já estar passando corrente pelo botão de emergência, por meio da dupla verificação realizada pelo RS1. Corrigindo o curto-circuito no botão de emergência, porém, abrindo a porta de segurança que deixa o operador exposto a riscos, na qual os sensores magnéticos atuam, a Tabela 5 diagnosticou que:

Tabela 5 - Análise com porta de segurança aberta

EQUIPAMENTO	TENSÃO DE ENTRADA	TENSÃO DE SAÍDA
DM1	220V	220V
K1	220V	0V
K2	-	-
RFF1	220V	24V
TF1	220V	24V
RS1	24V	0V
CARGA	-	-
L1	-	-
L2	24V INTERMITENTE	-

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Fechando a porta de segurança, e desacoplado o botão de emergência, caso muito comum em locais de trabalho em que vibrações são muito comuns, a Tabela

6 identificou que:

Tabela 6 - Análise com botão de emergência interrompido

Equipamento	TENSÃO DE ENTRADA	TENSÃO DE SAÍDA
DM1	220V	220V
K1	220V	0V
K2	-	-
RFF1	220V	24V
TF1	220V	24V
RS1	24V	0V
CARGA	-	-
L1	-	-
L2	24V INTERMITENTE	-

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Em casos que o botão de emergência esteja pressionado, a Tabela 7 mostra que:

Tabela 7 - Análise com botão de emergência pressionado

Equipamento	TENSÃO DE ENTRADA	TENSÃO DE SAÍDA
DM1	220V	220V
K1	220V	0V
K2	-	-
RFF1	220V	24V
TF1	220V	24V
RS1	24V	0V
CARGA	-	-
L1	-	-
L2	24V INTERMITENTE	-

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Notou-se que, desde a Tabela 4 até a Tabela 7, o relé de segurança identificou que alguma de suas condições não estava sendo atendida, impedindo assim, o acionamento seguinte e, por meio de L2, indicando a necessidade de correção para rearme.

Respeitando todos os requisitos no monitoramento, L2 se estabiliza, indicando assim a possibilidade de rearme, mais um dos requisitos de segurança estabelecido pela legislação. A Tabela 8 demonstra o funcionamento, enquanto o equipamento está rearmado.

Tabela 8 - Análise com equipamento rearmado

Equipamento	TENSÃO DE ENTRADA	TENSÃO DE SAÍDA
DM1	220V	220V
K1	220V	220V
K2	220V	0V
RFF1	220V	24V
TF1	220V	24V
RS1	24V	24V
CARGA	-	-
L1	-	-
L2	-	-

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Ao pressionar o botão rearme, L2 foi apagado, indicando que o procedimento foi realizado, alimentando também, os contatos principais de K2. Neste estado, o protótipo está aguardando que o operador pressione o botão liga (BL). É indicado os resultados, na Tabela 9, quando o BL é pressionado.

Tabela 9 - Análise de equipamento ligado

Equipamento	TENSÃO DE ENTRADA	TENSÃO DE SAÍDA
DM1	220V	220V
K1	220V	220V
K2	220V	220V
RFF1	220V	24V
TF1	220V	24V
RS1	24V	24V
CARGA	220V	-
L1	24V	-
L2	-	-

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Observa-se que, os contatos auxiliares de K2 foram acionados no momento em que o botão liga foi pressionado, fazendo com que, os contatos internos de K2 fossem fechados. Neste momento, o equipamento está operando em seus conformes, e as exigências de segurança estão sendo averiguadas a todo o momento. A Tabela 10 representa a violação de alguma das exigências de segurança, como exemplo, abrir a porta de segurança do maquinário.

Tabela 10 - Análise com condição de segurança violada

Equipamento	TENSÃO DE ENTRADA	TENSÃO DE SAÍDA
DM1	220V	220V
K1	220V	0V
K2	-	-
RFF1	220V	24V
TF1	220V	24V
RS1	24V	0V
CARGA	-	-
L1	-	-
L2	24V INTERMITENTE	-

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Simultâneo a violação, cortou a alimentação da carga e RS1 remeteu a característica de pulsar a tensão em L2.

Em casos de um funcionamento correto do equipamento, e após a utilização da máquina, o operador pressionar o botão desliga (BD), a Tabela 11 demonstra que:

Tabela 11 - Análise com equipamento desligado

Equipamento	TENSÃO DE ENTRADA	TENSÃO DE SAÍDA
DM1	220V	220V
K1	220V	220V
K2	220V	0V
RFF1	220V	24V
TF1	220V	24V
RS1	24V	24V
CARGA	-	-
L1	-	-
L2	-	-

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Pressionando BD, não foi violado nenhuma condição de segurança, apenas apagando L1, representando que a carga não está alimentada, e, aguardando que BL seja pressionado novamente.

Averiguando todas as medidas obtidas, conclui-se um funcionamento preventivo e ideal, alusivo a segurança na operação de máquinas elétricas.

5. CONCLUSÃO

Neste artigo, exploramos a segurança no trabalho

com foco no manuseio de equipamentos e máquinas elétricas, destacando a aplicação da NR-12 no ambiente laboral. A qual visa assegurar a proteção dos operadores através de um monitoramento rigoroso, minimizando a probabilidade de acidentes ao prevenir que erros passem despercebidos.

A conformidade com a norma é essencial para a redução de acidentes e outros problemas decorrentes da falta de segurança no trabalho. Ao discutir os custos e benefícios da adaptação das máquinas às normas de segurança, concluímos que o investimento é extremamente vantajoso, pois ao implementar essas medidas de segurança não só preserva a vida dos operadores, mas também melhora a produtividade e a reputação da empresa.

Com base nas diretrizes da NR-12, desenvolvemos e testamos um protótipo que atende às exigências legais e pode ser adaptado a diferentes máquinas elétricas. Realizamos várias medições em diversos cenários operacionais para verificar o funcionamento interno do protótipo. Esses testes confirmaram que o dispositivo funciona conforme o ideal proposto pela NR-12, garantindo efetivamente a segurança preventiva dos operadores. Concluímos que o desenvolvimento e a implementação deste protótipo são passos cruciais para promover um ambiente de trabalho seguro e eficiente.

6. REFERÊNCIAS

- [1] Organização das Nações Unidas (ONU). Organização Internacional do Trabalho. Série SmartLab de Trabalho Decente 2023: mortalidade no trabalho cresce em 2022 e acidentes notificados ao SUS batem recorde. 2023 [acesso em 07 maio 2024]. Disponível em: <https://www.ilo.org/pt-pt/resource/news/serie-smartlab-de-trabalho-decente-2023-mortalidade-no-trabalho-cresce-em>.
- [2] Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. Normas Regulamentadoras - NR. 2023 [acesso em 07 maio 2024]. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao-do-trabalho/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/normas-regulamentadoras-nrs>.
- [3] Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora No. 12 (NR-12). 2024 [acesso em 07 maio 2024]. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-12-nr-12>.
- [4] Ramazzini B. De Morbis Artificum Diatriba. Universidade de Lausanne: Apud J. Corona; 1743. 320 p.
- [5] Brasil. Lei 8.213 de 24/07/1991 – Dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social e dá outras providências. 1991 [acesso em 08 maio 2024]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18213cons.htm.
- [6] Organização das Nações Unidas (ONU). Organização Internacional do Trabalho. Convenção sobre a segurança, a saúde dos trabalhadores e o ambiente de trabalho. 1981 [acesso em 08 maio 2024]. Disponível

- em: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_norm/---normes/documents/normativeinstrument/wcms_c155_p_t.htm.
- [7] Santos PVS. Aplicação de Normas Regulamentadoras de Segurança do Trabalho em Obras de Pequeno Porte. 2018. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação), Universidade Federal de Uberlândia; 2018 [acesso em 08 maio 2024]. Disponível em: [https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/22226/3/Aplica% c3% a7% c3% a3oNormasRegulamentadoras.pdf](https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/22226/3/Aplica%c3%a7%c3%a3oNormasRegulamentadoras.pdf).
- [8] Almeida C, Nascimento T, Nunes NM. A importância da segurança no trabalho para as organizações. *Múltiplos Acessos*. 2018; 3(2): 85-98 [acesso em 08 maio 2024]. Disponível em: <http://www.multiplosacessos.com/multaccess/index.php/multaccess/article/view/85>.
- [9] Sousa ARF, Rodolpho DA. A importância da segurança do trabalho na produção industrial. *Revista Interface Tecnológica*. 2020; 17(2):817-824. DOI: 10.31510/infa.v17i2.1008 [acesso em 08 maio 2024]. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/1008>.
- [10] Cruz SMS. Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional nas Empresas de Construção Civil. 1998. 123 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina; 1998 [acesso em 08 maio 2024]. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/77501/142121.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [11] Bento AR, Romero AR, Freitas L. Importância da Segurança do Trabalho para Melhoria da Prevenção de Acidentes na Linha de Montagem do Setor Automotivo. *Anais do 69º Congresso Internacional da ABM*. São Paulo; 2014. p. 1162-1170.
- [12] Soares LJP. Os impactos financeiros dos acidentes do trabalho no orçamento brasileiro: uma alternativa política e pedagógica para redução dos gastos. 2008. 67 f. Monografia (Especialização), Senado Federal, Brasília; 2008.
- [13] Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 14280: Cadastro de acidente do trabalho - Procedimento e classificação. [S.I.]: [S.N.]; 2001. 94 p.
- [14] Rocha DCC, Rocha ES. A responsabilidade objetiva do empregador como instrumento tutelador da dignidade da pessoa humana nos acidentes de trabalho. *Percurso*. 2018; 4(27): 478-499 [acesso em 08 maio 2024]. Disponível em: <http://revista.unicuritiba.edu.br/index.php/percurso/artic le/view/3183>.
- [15] Brasil. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 5 de outubro de 1988. 59ª ed. São Paulo: Saraiva; 2024.
- [16] Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. Guia de análise: acidentes de trabalho. [S.I.]: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo; 2010. 76 p.
- [17] Corrêa MU. Sistematização e aplicações da NR-12 na segurança em máquinas e equipamentos. 2011. 111 f. Monografia (Especialização), Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul; 2011 [acesso em 09 maio 2024]. Disponível em: <https://bibliodigital.unijui.edu.br/items/42508025-388c-43b1-aefd-48e491dd44f5>.
- [18] Camisassa MQ. Segurança e Saúde no Trabalho: NRs 1 a 36 comentadas e descomplicadas. São Paulo: Método; 2015. 909 p.
- [19] Brasil. Senado Federal. Lei nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977. Altera o Capítulo V do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT - Del 5.452, de 1943) relativo a segurança e medicina do trabalho, e dá outras providências. Brasília, DF; 1977.
- [20] Brasil. Ministério do Trabalho. Portaria nº 3214, de 08 de junho de 1978. Aprova as Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas a Segurança e Medicina do Trabalho. Brasília, DF; 1978.
- [21] Santos ARM. O Ministério do Trabalho e Emprego e a saúde e segurança no trabalho. In: Chagas AMR, et al., organizadores. *Saúde e Segurança no Trabalho no Brasil: aspectos institucionais, sistemas de informação e indicadores*. Brasília: Ipea; 2011. 390 p.
- [22] Araujo EM. Introdução à higiene e à segurança do trabalho. Curitiba: Editora Intersaberes; 2021. 204 p.
- [23] Ferrari M. Curso de Segurança, Saúde e Higiene no Trabalho. [S.I.]: Editora Juspodivm; 2010. 400 p.
- [24] Meireles SO. Protótipo destinado a proteção de máquinas elétricas baseando-se a norma regulamentadora nº 12. 2022. 65 f. Monografia (Bacharelado), Feitep – Faculdade de Engenharias e Arquitetura; 2022.