

ADEQUAÇÃO DAS BANCADAS DE TESTE DO LASID A NR 12

Priscilla Aparecida Santos Rodrigues ⁽¹⁾ (priscilladsrodrigues@gmail.com), Lucas Costa Brito ⁽²⁾ (lucas.brito@ufu.br), Geraldo Roberto de Sousa ⁽¹⁾ (geraldor@ufs.ju.edu.br), Jorge Nei Brito ⁽¹⁾ (brito@ufs.ju.edu.br)

⁽¹⁾ Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ); Departamento de Engenharia Mecânica e de Produção (DEMEP)

⁽²⁾ Universidade Federal de Uberlândia (UFU); Faculdade de Engenharia Mecânica (FEMEC)

RESUMO: *Os acidentes do trabalho continuam representando o principal fator de agravo à saúde dos trabalhadores no Brasil, gerando danos morais e psicológicos às vítimas e suas famílias, e danos financeiros significativos às empresas e ao estado. Muitos desses acidentes podem ser evitados com as devidas adequações de segurança. Visando demonstrar a importância da utilização de critérios de segurança no contato com máquinas e equipamentos e fomentar no ambiente acadêmico a importância de ter a segurança como valor inegociável e respeitar às normas vigentes no país, neste trabalho foi descrito o processo de adequação de 3 bancadas didáticas a NR12. Foi feita a análise de risco das bancadas e a sugestão das adequações possíveis para eliminar tais riscos. Para melhor visualização das mudanças propostas foi feito o modelo 3D das bancadas antes e após a adição das adequações utilizando o software Solidworks. Foi realizado ainda o levantamento do custo necessário para tornar essa adequação possível.*

PALAVRAS-CHAVE: NR12, Proteção de Máquinas, Segurança do Trabalho, Bancadas de Teste.

ADEQUACY OF LASID TEST BENCHES TO NR 12

ABSTRACT: *Occupational accidents continue to represent the main factor affecting the health of workers in Brazil, causing moral and psychological damage to victims and their families, and significant financial damage to companies and the state. Many of these accidents can be avoided with proper safety adjustments. Aiming to demonstrate the importance of using safety criteria in contact with machinery and equipment and to promote in the academic environment the importance of having safety as a non-negotiable value and respecting the standards in force in the country, this work describes the process of adapting 3 teaching benches to NR12. A risk analysis of the benches and the suggestion of possible adjustments to eliminate such risks was carried out. For better visualization of the proposed changes, the 3D model of the benches was made before and after the addition of the adjustments using the Solidworks software. A survey of the cost necessary to make this adjustment possible was also carried out.*

KEYWORDS: NR12, Machine Protection, Work Safety, Test Benches.

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

Os autores são os únicos responsáveis por este trabalho.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente as indústrias estão cientes de que a segurança é fundamental para seu sucesso. Elas têm buscado eliminar as condições inseguras e orientar seus colaboradores para não cometerem atos inseguros. Isso faz parte de uma política de "Segurança do Trabalho" para que seus colaboradores possam desenvolver suas atividades com a máxima segurança possível. A falta da segurança pode gerar baixa produtividade, problemas psicológicos e físicos aos colaboradores, acidentes com altos custos financeiros e multas que podem até mesmo inviabilizar a atividade da empresa.

Segundo, Vilela (2012), os acidentes de trabalho constituem o principal agravo à saúde dos trabalhadores, com elevados custos sociais e econômicos que podem chegar a 10% do PIB (Produto Interno Bruto).

Em adicional aos custos causados pela ocorrência de um acidente, Ribeiro (2015), descreve em seu trabalho a importância da qualidade do ambiente de trabalho para geração de bons resultados na produtividade da empresa.

No Brasil, infelizmente, os números relacionados aos acidentes de trabalho são muito altos. Segundo o "Anuário Estatístico da Previdência Social (AEPS)", publicado pelo MPS (Ministério da Previdência Social), durante o ano de 2017, foram registrados no INSS cerca de 549,4 mil acidentes do trabalho. Comparado com 2016, o número de acidentes do trabalho teve um decréscimo de 6,19%, Tabela 1.

TABELA 1. Número de acidentes por ano segundo dados da Previdência Social.

Ano	Acidentes (1000)	Decréscimo
2014	698,3	-
2015	612,6	13,99%
2016	583,4	4,69%
2017	549,4	6,19%

Fonte: Autor (2021).

Ao analisar os dados da Tabela 1 pode-se verificar que esse decréscimo é uma tendência e pode ter como um dos fatores responsáveis a criação e aprimoramento das "Normas

Regulamentadoras (NRs)", assim como a intensificação da fiscalização e punição no caso de descumprimentos das normas de segurança.

Igualmente importante é criar a "Cultura de Segurança" tanto no ambiente industrial como no ambiente acadêmico. Dessa forma, tanto os profissionais quanto os estudantes, muitos em programas de Estágio Supervisionado, terão sempre em mente a segurança como prioridade. Dessa forma, todos passar a garantir a sua própria segurança, como a dos seus colegas, durante a elaboração de suas atividades.

Há um número significativo de NRs. Neste trabalho o foco será a "Norma Regulamentadora N° 12", ou simplesmente "NR 12". Essa norma prevê medidas preventivas de segurança e higiene do trabalho a serem adotadas pelas empresas em relação à instalação, operação e manutenção de máquinas e equipamentos, visando à prevenção de acidentes de trabalho.

Devido a importância da segurança em todos os setores, inclusive no ambiente laboratorial, neste trabalho a "NR 12" o foco foi as bancadas de teste do LASID (Laboratório de Sistemas Dinâmicos), do DEMEP (Departamento de Engenharia Mecânica e de Produção), da UFSJ (Universidade Federal de São João del-Rei).

Nestas bancadas são realizados vários testes dinâmicos que incluem peças rotativas que precisam ser protegidas em função de altas rotações envolvidas. Além de identificar as partes das bancadas de testes que necessitavam adequação a "NR 12", foram propostas soluções, adequações necessárias e levantamento do custo que demonstram a viabilidade de implantação, conforme será apresentado nos capítulos seguintes.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Segurança do Trabalho e Acidente do Trabalho

Segundo o Anuário Estatístico da Previdência Social de 2017 (AEPS, 2017):

Define-se como acidente do trabalho aquele que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa ou pelo exercício do trabalho dos segurados especiais, provocando lesão corporal ou perturbação funcional, permanente ou temporária, que cause a morte, a perda ou a redução da capacidade para o trabalho.

Consideram-se acidente do trabalho a doença profissional e a doença do trabalho. Equiparam-se também ao acidente do trabalho: o acidente ligado ao trabalho que, embora não tenha sido a causa única, haja contribuído diretamente para a ocorrência da lesão; certos acidentes sofridos pelo segurado no local e no horário de trabalho; a doença proveniente de contaminação acidental do empregado no exercício de sua atividade; e o acidente sofrido a serviço da empresa ou no trajeto entre a residência e o local de trabalho do segurado e vice-versa.

A "Segurança do Trabalho" é a ciência que estuda as possíveis causas dos acidentes e incidentes que ocorrem durante a atividade laboral. Essa ciência traz como objetivo a prevenção de acidentes, doenças ocupacionais e outras formas de agravos à saúde do profissional. Esse objetivo é atingido quando é possível proporcionar a ambos, empregado e empregador, um ambiente agradável, onde o trabalhador pode exercer com tranquilidade suas atividades e retornar em segurança para suas famílias.

De forma resumida pode-se dizer que cabe à "Segurança do Trabalho", em conjunto com outras áreas, como por exemplo a "Medicina do Trabalho", "Ergonomia" e "Saúde Ocupacional", identificar os principais fatores que podem levar à ocorrência de acidentes e doenças do trabalho e então sugerir medidas de adequação para que esses riscos possam ser eliminados ou pelo menos reduzidos. Neste contexto, a "Segurança do Trabalho" pode ser considerada como um conjunto de métodos, ferramentas, legislação e ações destinadas à prevenção de acidentes do trabalho e doenças ocupacionais.

2.2. Norma Regulamentadora Número 12 ("NR 12")

A "Norma Regulamentadora Número 12", "NR 12", e seus anexos definem técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores e estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos, e ainda à sua fabricação, importação, comercialização e cessão a qualquer título, em todas as atividades econômicas.

A norma já passou por várias atualizações e hoje conta com 19 títulos principais com 256 artigos e sub artigos, 4 anexos gerais e 8 anexos específicos, totalizando 783 itens que englobam a maioria das máquinas e equipamentos presentes no setor industrial. Na Figura 1 tem-se os títulos e principais anexos da "NR 12".

De acordo com SALES (2017), "o novo texto base criado a partir deste comitê quebra o paradigma existente sobre acidentes do trabalho, a partir da nova versão da norma, a segurança do trabalhador passa a ser em sua maior parte, responsabilidade da indústria empregadora e do fabricante do dispositivo". Ainda segundo o mesmo autor, por conceito um equipamento adequadamente seguro deve impedir que o trabalhador se acidente, independentemente de sua própria ação ou das condições do ambiente de trabalho. Ainda assim, nos itens "12.16.1" a "12.16.11.2" o texto da "NR 12" reforça a importância da capacitação de funcionários com os devidos treinamentos de operação e em relação à segurança indicados para cada empresa.

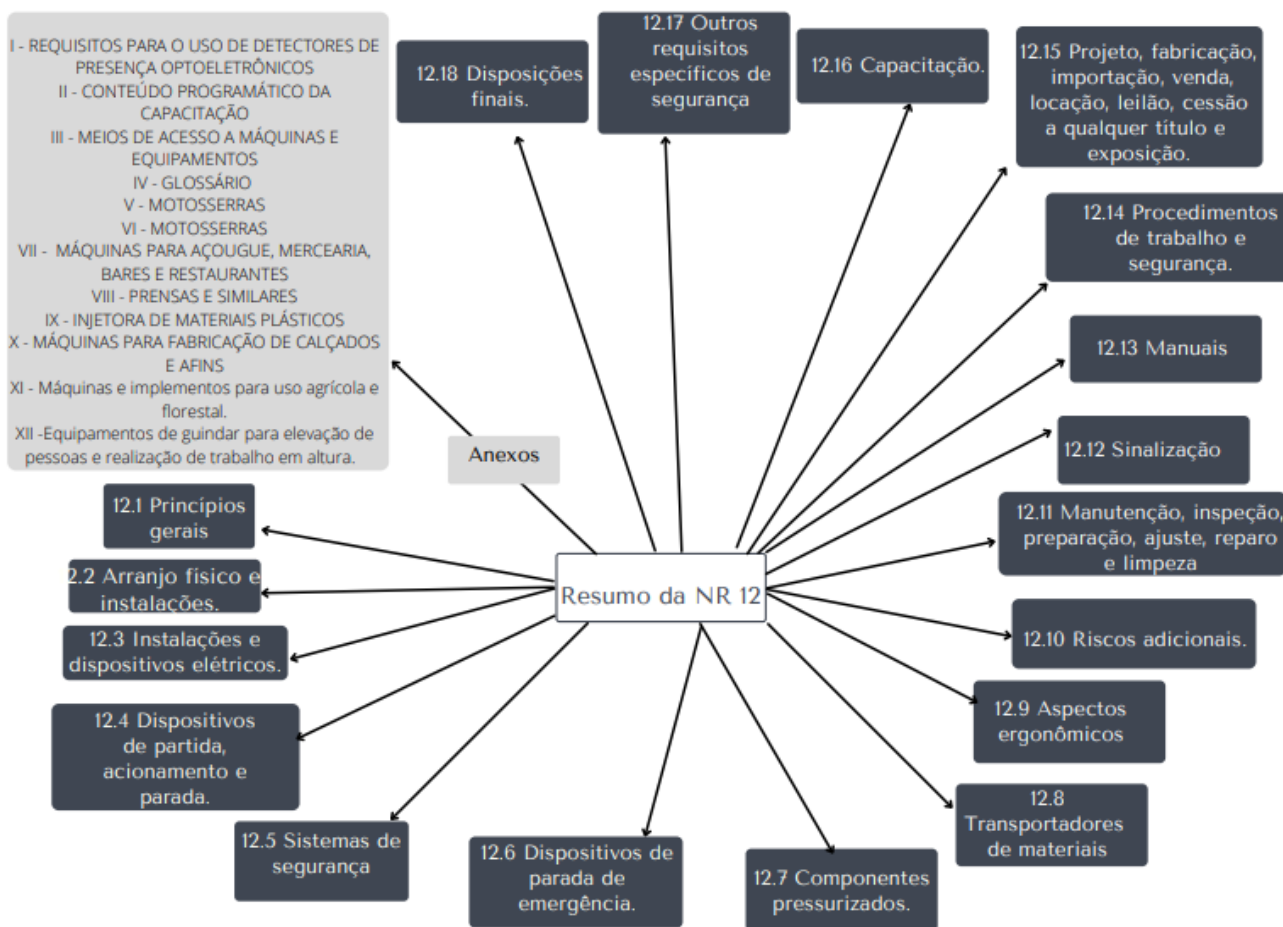


FIGURA 1. Títulos e principais anexos da "NR 12". Fonte: Autora (2021).

Segundo CORTIÇO(2018), as leis trabalhistas dão a fundamentação jurídica para a NR 12, com isso torna-se obrigatória o cumprimento da norma por se tratar de uma lei.

2.4. Laboratório de Sistemas Dinâmicos (LASID)

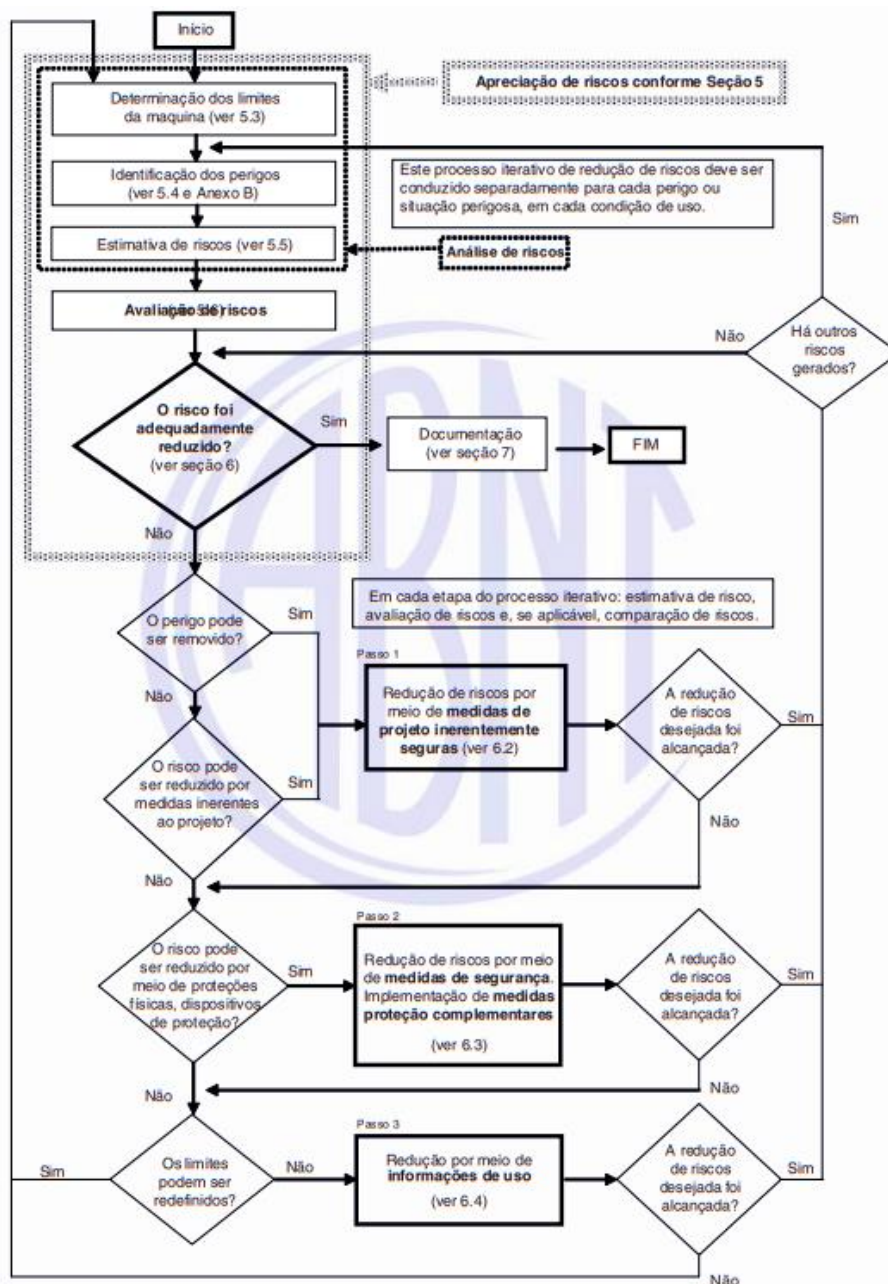
O Laboratório de Sistemas Dinâmicos (LASID), pertence ao Departamento de Engenharia Mecânica e de Produção (DEMEP) e está localizado na Universidade Federal de São João del-Rei, no Campus Santo Antônio (CSA). Ele foi criado na década de 90 com o objetivo de suprir a demanda da Área de Projetos, principalmente relacionado às disciplinas de Elementos de Máquinas, Projetos de Máquinas e Manutenção Mecânica.

O espaço conta com diversas bancadas didáticas que podem ser utilizadas em diferentes configurações. Neste trabalho será proposto, em três delas, as adequações de segurança necessárias de acordo com a NR 12.

"Os desafios da engenharia industrial na produção de alimentos, energia renovável e na promoção da qualidade de vida das pessoas."

2.5. Análise de Risco

Para análise de risco neste trabalho serão utilizadas as diretrizes e definições contidas na norma ISO 12100:2013, "Segurança de Máquinas - Princípios Gerais de Projeto - Apreciação e Redução de Riscos". Na Figura 2 a norma mostra por meio de um fluxograma a metodologia indicada para análise e correção de riscos.



^a A primeira vez que a pergunta é feita, ela é respondida pelo resultado da apreciação de riscos inicial.

FIGURA 2. Processo iterativo identificação e eliminação de riscos.

Fonte: ABNT-NBR ISO 12100:2013.

3. METODOLOGIA

3.1. Situação Atual das Bancadas de Testes do LASID

3.1.1. Situação Atual | Bancada de Teste 1

A "Bancada de Teste 1", Figura 3, é composta por um motor elétrico Weg monofásico de 1 CV, 1750 rpm, 110/220V; um acoplamento flexível Samiflex®- A0; um mancal de rolamento SNH 506 com rolamento 6206; um mancal SNH 507 com rolamento 6207; um mancal SNH 508 com rolamento 6208 e um freio mecânico TwiFlex da Tec Tor®.



FIGURA 3. Situação atual | Bancada de Teste 1. Fonte: Autora (2021).

- **RISCO 1: Partes Móveis (12.2)** => As partes móveis se encontram expostas, além disso, eixo, acoplamento e o disco de freio se localizam próximos aos locais de coletas de sinais de vibrações que é realizada com a utilização de sensores magnéticos.

- **PERIGO 1:** Ao se aproximar da bancada para coleta de dados o operador pode se cortar, roupas soltas, cordões ou cabelo podem enroscar no eixo, a possibilidade de contato direto com partes possivelmente aquecidas pode gerar queimaduras, desprendimento e projeção de material.

- **RISCO 2:** Aterramento (12.3.2) - Não existe aterramento da carcaça do motor, mancais e freio mecânico que não constituem parte do circuito elétrico porém podem estar energizados.

- **PERIGO 2:** Choque elétrico.

- **RISCO 3:** Dispositivo de partida e parada (12.3.8) - O motor é conectado diretamente à rede o que é proibido segundo a NR12.

- **PERIGO 3:** O acionamento ocorre em zona perigosa, e possibilita que o motor seja acionado de forma acidental.

"Os desafios da engenharia industrial na produção de alimentos, energia renovável e na promoção da qualidade de vida das pessoas."

- **RISCO 4:** Dispositivo de parada de emergência (12.6) - Não existe dispositivo de parada de emergência, obrigando o operador a se mover até o quadro de energia ou retirar o motor da tomada em caso de emergência.

- **PERIGO 4:** Caso ocorra uma emergência demandaria muito tempo até a parada total do equipamento.

- **ITENS EM ACORDO COM A NORMA:**

- **Ergonomia (12.9):** A banca oferece boa ergonomia aos seus usuários.

- **Placas de Identificação (12.12):** Os componentes apresentam placas de identificação em boas condições.

3.1.2. Bancada de Teste 2

A "Bancada de Teste 2", Figura 4, é composta por um motor elétrico Weg trifásico de 2,0 cv. que trabalha a 1720 RPM conectado a um eixo que movimenta dois mancais de rolamentos ambos da marca Timken com o modelo PP208, um acoplamento flexível e um freio mecânico TwiFlex da Tec Tor®.

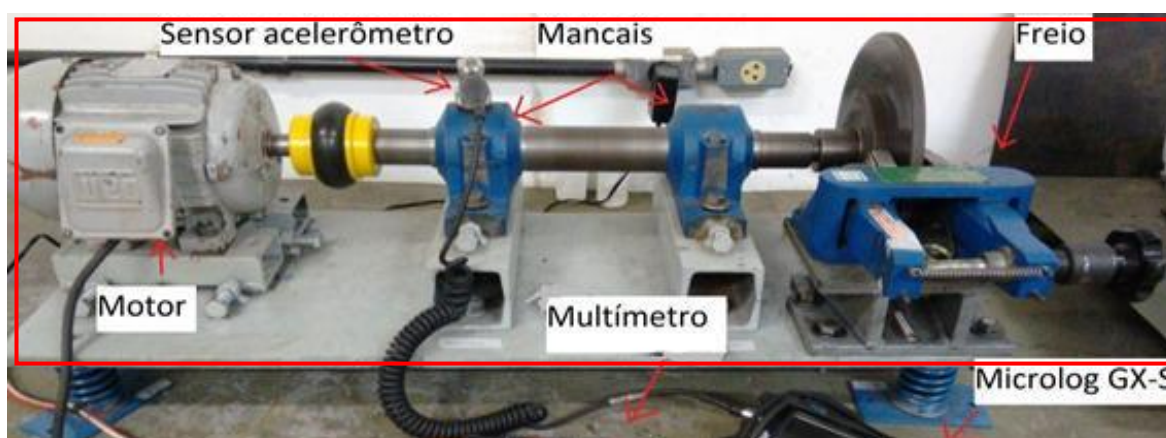


FIGURA 4. Situação atual | Bancada de Teste 2. Fonte: Autora (2021).

- **RISCO 1: Partes Móveis (12.2)** => As partes móveis se encontram expostas, além disso, eixo, acoplamento e o disco de freio se localizam próximos aos locais de coletas de sinais de vibrações que é realizada com a utilização de sensores magnéticos.

- **PERIGO 1:** Ao se aproximar da bancada para coleta de dados o operador pode se cortar, roupas soltas, cordões ou cabelo podem enroscar no eixo, a possibilidade de contato direto com partes possivelmente aquecidas pode gerar queimaduras, desprendimento e projeção de material.

- **RISCO 2: Aterramento (12.3.2)** => Não existe aterramento da carcaça do motor, mancais e freio mecânico que não constituem parte do circuito elétrico, porém podem estar energizados.

"Os desafios da engenharia industrial na produção de alimentos, energia renovável e na promoção da qualidade de vida das pessoas."

- **PERIGO 2:** Choque Elétrico.

- **RISCO 3: Dispositivo de Partida e Parada (12.3.8)** => Não existe dispositivo de parada de emergência, obrigando o operador a se mover até o quadro de energia ou retirar o motor da tomada em caso de emergência.

- **PERIGO 3:** Caso ocorra uma emergência demandaria muito tempo até a parada total do equipamento.

- **ITENS EM ACORDO COM A NORMA:**

- **Ergonomia (12.9):** A banca oferece boa ergonomia aos seus usuários.

- **Placas de Identificação (12.12):** Os componentes apresentam placas de identificação em boas condições.

3.1.3. Bancada de Teste 3

A "Bancada de Teste 3", Figura 5, é composta por um motor de indução trifásico Weg, 2 CV, 1750 rpm, rolamentos SKF 6204 ZZ e SKF 6205 ZZ. Para a alimentação do sistema foi utilizado o Varivolt trifásico e o inversor de frequência Weg CFW 09. O sistema de carga é composto por um motor CC funcionando como gerador de corrente contínua MOTRON M610-VIRB-2K, 0,5 CV, 2000 rpm, alimentado por um gerador monofásico CC ligado aos terminais de campo, assim a carga foi aplicada no motor através do ajuste da corrente de campo do gerador CC.

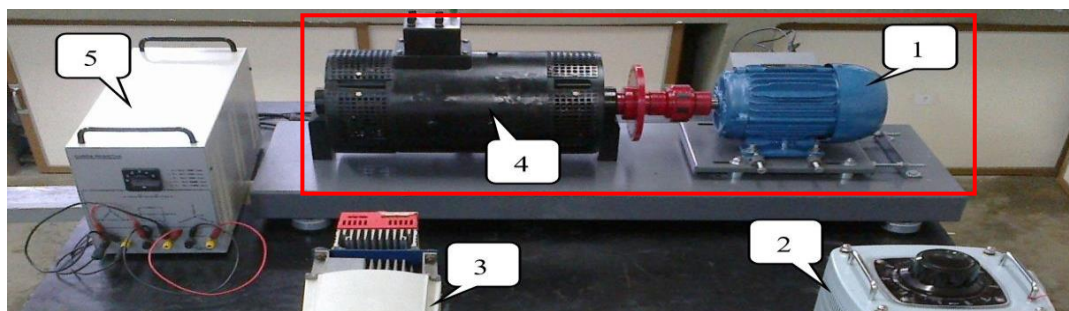


FIGURA 5. Situação atual | Bancada de Teste 3. Fonte: Autora (2020).

- **RISCO 1: Partes Móveis (12.2)** => As partes móveis se encontram expostas, além disso, eixo, acoplamento e o disco de freio se localizam próximos aos locais de coletas de sinais de vibrações que é realizada com a utilização de sensores magnéticos.

- **PERIGO 1:** Ao se aproximar da bancada para coleta de dados o operador pode se cortar, roupas soltas, cordões ou cabelo podem enroscar no eixo, a possibilidade de contato direto com partes possivelmente aquecidas pode gerar queimaduras, desprendimento e projeção de material.

- **RISCO 2: Aterramento (12.3.2)** => Não existe aterramento das carcaças dos motores.

"Os desafios da engenharia industrial na produção de alimentos, energia renovável e na promoção da qualidade de vida das pessoas."

- **PERIGO 2:** Choque Elétrico.

- **RISCO 3: Dispositivo de Partida e Parada (12.3.8)** => O motor é conectado diretamente à rede o que é proibido segundo a NR12.

- **PERIGO 3:** O acionamento ocorre em zona perigosa, e possibilita que o motor seja acionado de forma acidental.

- **RISCO 4: Dispositivo de Parada de Emergência (12.6)** => Não existe dispositivo de parada de emergência, obrigando o operador a se mover até o quadro de energia ou retirar o motor da tomada em caso de emergência.

- **PERIGO 4:** Caso ocorra uma emergência demandaria muito tempo até a parada total do equipamento.

- **ITENS EM ACORDO COM A NORMA:**

- **Ergonomia (12.9):** A banca oferece boa ergonomia aos seus usuários.

- **Placas de Identificação (12.12):** Os componentes apresentam placas de identificação em boas condições.

Os demais itens mencionados na norma não se aplicam à presente análise. Para efetuar a adequação das bancadas à NR 12 foi utilizado o software SOLIDWORKS® para modelagem tridimensional das bancadas e seus componentes, assim como as proteções físicas propostas para as partes móveis em exposição atualmente. Também foram propostas soluções para os dispositivos de partida e parada e dispositivo de parada de emergência.

3.2. RESULTADOS

3.2.1. Considerações Iniciais

A seguir serão apresentados os desenhos em 3D das bancadas antes e depois das adequações propostas. Para cada bancada foram elaboradas proteções físicas de acordo com seu formato e composição de forma a impedir o acesso às partes móveis de forma intencional ou não.

Foi proposto para a fabricação dessas proteções chapas expandidas com malhas de 40 x 80, pois elas apresentam a resistência necessária como barreira física ao contato do operador com a máquina e também em caso de desprendimento e projeção de algum material. E ainda fornece boa visibilidade dos componentes protegidos além de permitir a ventilação normal da área evitando assim o aumento da temperatura na região.

Nos modelos em 3D também é possível identificar os dispositivos de partida e parada assim como os dispositivos de parada de emergência, ambos posicionados em áreas estratégicas de fácil acesso pelo operador e em posições opostas para que não sejam confundidos.

O dispositivo de parada de emergência proposto para as bancadas é o botão de emergência Weg 1nf puxa solta Csw-besps com sinalização e pode ser visualizado na Figura 6. O botão deve ser instalado em local de fácil acesso onde não seja obstruído por nenhum outro componente ou ferramenta utilizada durante os ensaios.

Com o dispositivo de partida e parada, Figura 7, foi proposta a chave partida direta Weg PDW 2cv-220v, ela também deve ser instalada em local seguro e de fácil acesso.



FIGURA 6. Botão de Emergência.
Fonte: Weg (2021).



FIGURA 7. Chave de Partida e Parada.
Fonte: Weg (2021).

No Quadro 1 tem-se o resumo dos riscos encontrados e as adequações propostas.

QUADRO 1. Resumo das adequações indicadas para adequação conforme NR12.

Item Inadequado	Adequação Indicada
Partes móveis expostas	Fabricar e instalar as proteções físicas
Ausência de um dispositivo de partida e parada	Instalar dispositivo de partida e parada
Ausência de um dispositivo de parada de emergência	Instalar dispositivo de parada de emergência
Falta de aterramento	Realizar as adequações necessárias no circuito para aterramento do equipamento.

Fonte: Autor (2021).

3.2.2. Adequação a NR 12 | Bancada de Teste 1

Nas Figuras 8 e 9 tem-se o modelo 3D da "Bancada de Teste 1" antes e após as adequações propostas, respectivamente. Na Tabela 2 também pode-se observar o levantamento dos custos estimados para as adequações dessa bancada, esses custos não levam em conta a mão de obra de fabricação e instalação.

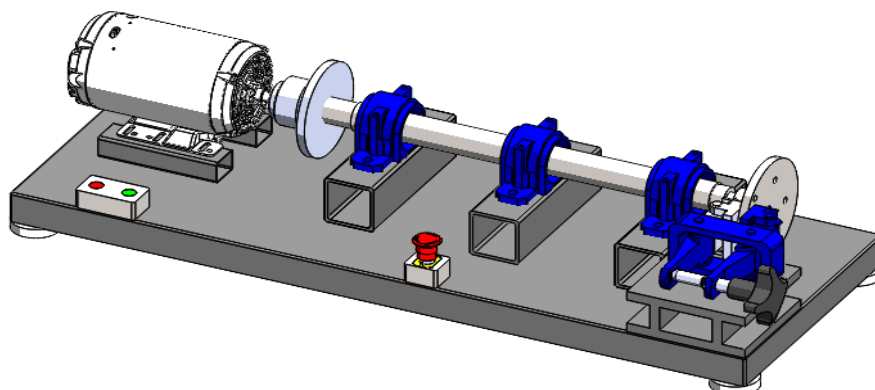


FIGURA 8. Modelo 3D Solidworks® | Bancada Teste 1 Antes das adequações. Fonte: Autora (2021).

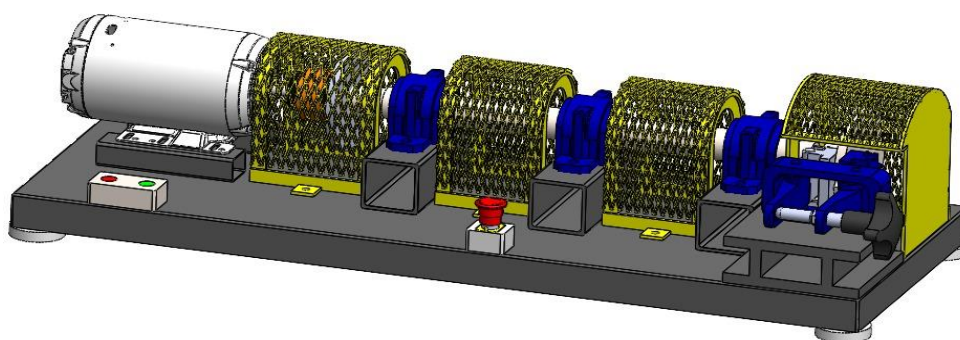


FIGURA 9. Modelo 3D Solidworks® | Bancada Teste 1 Depois das adequações. Fonte: Autora (2021).

TABELA 2. Custos estimadas para adequações da Bancada de Teste 1 a NR12.

Item	Qtd.	Valor Un. (13 09 2021)	Valor Total
Barra chata 4,79mm x 19,05mm	1,2m	R\$ 78,44/6m	R\$15,70
Chapa 4,76x30x30mm	8	R\$ 160,00m ²	R\$1,20
Chapa 4,76x120x450mm	8	R\$ 160,00m ²	R\$69,15
Chapa expandida 3/16"160x460mm	1	R\$ 85,00m ²	R\$6,30
Chapa expandida 3/16"136x460mm	2	R\$ 85,00m ²	R\$10,65
Chapa expandida 3/16"160x400mm	1	R\$ 85,00m ²	R\$5,44
Parafuso Hex.M10 x 20	8	R\$ 63,35/10un	R\$50,68
Porca Hex. M10	8	R\$ 38,70/100un	R\$3,10
Arruela Lisa M10	8	R\$ 34,35/100un.	R\$2,75
Tinta spray amarelo, 400 ml Radcolor	1	R\$17,85	R\$17,85
Chave partida direta PDW 2cv-220v	1	R\$179,73	R\$179,73
Botão emergência puxa solta Csw-besps	1	R\$102,09	R\$102,09
VALOR TOTAL DA ADEQUAÇÃO			R\$ 464,64

Fonte: Autor (2021).

"Os desafios da engenharia industrial na produção de alimentos, energia renovável e na promoção da qualidade de vida das pessoas."

3.2.3. Adequação a NR 12 | Bancada de Teste 2

Nas Figuras 10 e 11 tem-se o modelo 3D da "Bancada de Teste 2" antes e após as adequações propostas, respectivamente. Na Tabela 3.3 também pode-se observar o levantamento dos custos estimados para as adequações dessa bancada, esses custos não levam em conta a mão de obra de fabricação e instalação.

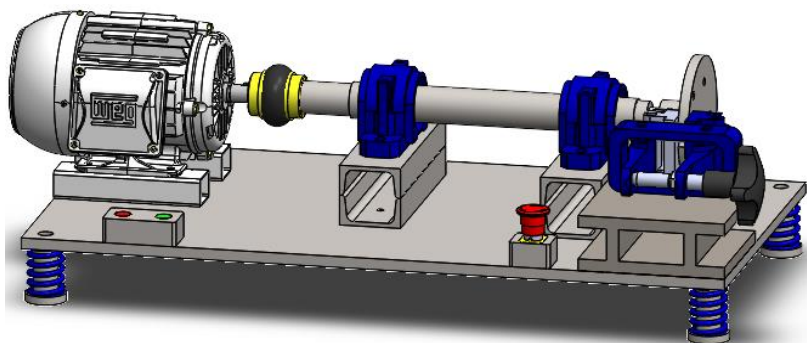


FIGURA 10. Modelo 3D Solidworks® | Bancada Teste 2 Antes das adequações. Fonte: Autora (2021).

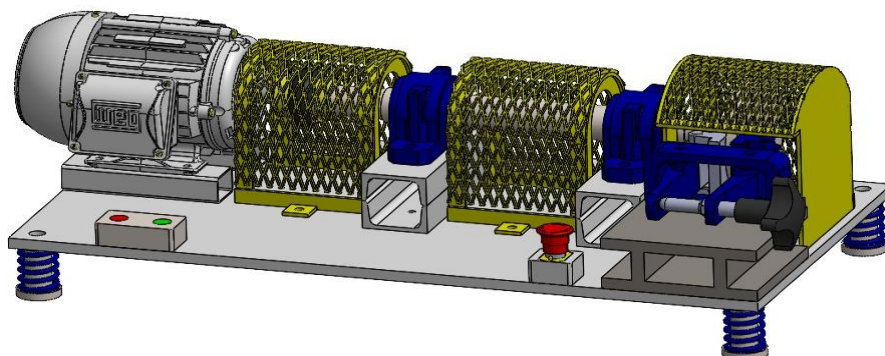


FIGURA 11. Modelo 3D Solidworks® | Bancada Teste 2 Depois das adequações. Fonte: Autora (2021).

TABELA 3. Custos estimadas para adequações da Bancada de Teste 2 a NR12.

Item	Qtd.	Valor Un. (13 09 2021)	Valor Total
Barra chata 4,79mm x 19,05mm	1m	R\$ 78,44/6m	R\$13,10
Chapa 4,76x30x30mm	6	R\$ 160,00m ²	R\$0,90
Chapa 4,76x120x450mm	6	R\$ 160,00m ²	R\$51,84
Chapa expandida 3/16" 160x460mm	2	R\$ 85,00m ²	R\$23,60
Chapa expandida 3/16" 136x460mm	1	R\$ 85,00m ²	R\$10,01
Parafuso Hex.M10 x 20	6	R\$ 63,35/10un	R\$38,01

TABELA 3. Custos estimadas para adequações da Bancada de Teste 2 a NR12 (Continuação).

Item	Qtd.	Valor Un. (13 09 2021)	Valor Total
Porca Hex. M10	6	R\$ 38,70/100un	R\$2,33
Arruela Lisa M10	6	R\$ 34,35/100un.	R\$2,10
Tinta spray amarelo, 400 ml Radcolor	1	R\$17,85	R\$17,85
Chave partida direta Weg PDW 2cv-220v	1	R\$179,73	R\$179,73
Botão de emergência Weg 1nf puxa solta Csw-besps	1	R\$102,09	R\$102,09
VALOR TOTAL DA ADEQUAÇÃO			R\$ 441,56

Fonte: Autor (2021).

3.2.3. Adequação a NR 12 | Bancada de Teste 3

Nas Figuras 12 e 13 tem-se o modelo 3D da "Bancada de Teste 3" antes e após as adequações propostas, respectivamente. Na Tabela 4 também pode-se observar o levantamento dos custos estimados para as adequações dessa bancada, esses custos não levam em conta a mão de obra de fabricação e instalação.

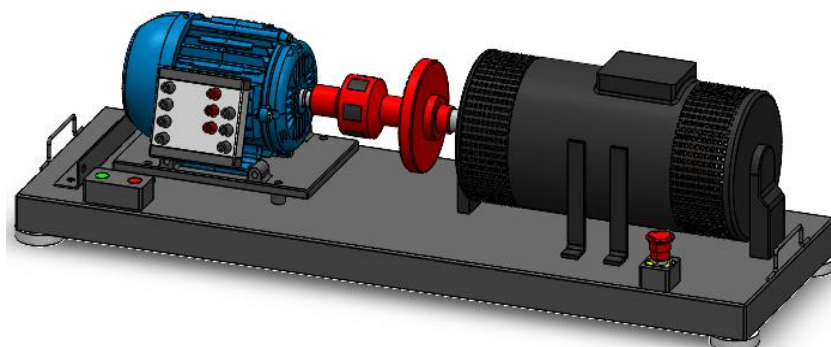


FIGURA 12. Modelo 3D Solidworks® | Bancada Teste 3 Antes das adequações. Fonte: Autora (2021).

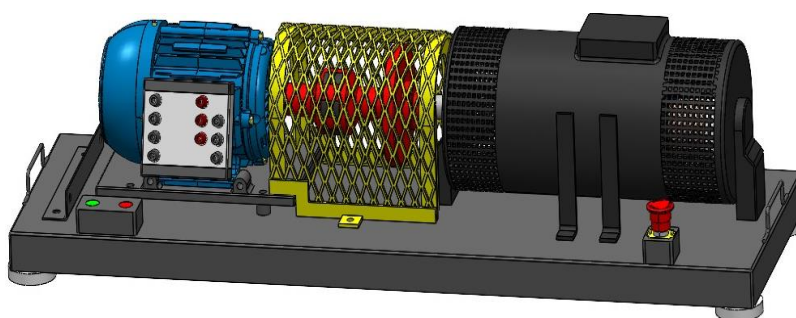


FIGURA 13. Modelo 3D Solidworks® | Bancada Teste 3 Depois das adequações. Fonte: Autora (2021).

"Os desafios da engenharia industrial na produção de alimentos, energia renovável e na promoção da qualidade de vida das pessoas."

TABELA 4. Custos estimadas para adequações da Bancada de Teste 3 a NR12.

Item	Qtd.	Valor Un. (13 09 2021)	Valor Total
Barra chata 4,79mm x 19,05mm	1m	0,32m	R\$ 78,44/6m
Chapa 4,76x30x30mm	6	2	R\$ 160,00m ²
Chapa 4,76x120x450mm	6	2	R\$ 160,00m ²
Chapa expandida 3/16" 160x460mm	2	1	R\$ 85,00m ²
Parafuso Hex.M10 x 20	1	2	R\$ 63,35/10un
Porca Hex. M10	6	2	R\$ 38,70/100un
Arruela Lisa M10	6	2	R\$ 34,35/100un.
Tinta spray amarelo, 400 ml Radcolor	6	1	R\$17,85
Chave partida direta Weg PDW 2cv-220v	1	1	R\$179,73
Botão de emergência Weg 1nf puxa solta Csw-besps	1	1	R\$102,09
VALOR TOTAL DA ADEQUAÇÃO			R\$ 3471,37

Fonte: Autor (2021).

4. CONCLUSÃO

Neste trabalho foram apresentados os graves problemas causados pela falta de segurança no ambiente de trabalho assim como os números de acidentes ainda altos em nosso país, ficando assim clara a importância da conscientização e fiscalização do respeito às normas regulamentadoras vigentes para garantir a diminuição do número de acidentes.

Foi feita a apreciação dos riscos encontrados nas 3 bancadas didáticas e as devidas adequações foram propostas atingindo assim o objetivo principal desse texto, as mudanças sugeridas irão garantir a segurança dos alunos e professores que utilizam desse ambiente de pesquisa e também ajudará a formar profissionais conscientes da importância de ter a segurança como um valor inegociável..

REFERÊNCIAS

VILELA, R. A. G.; ALMEIDA, I. M.; MENDES, R. W. B. **Da vigilância para prevenção de acidentes de trabalho: contribuição da ergonomia da atividade.** Ciência & Saúde Coletiva, v. 17, p. 2817-2830, 2012.

RIBEIRO, A. L; SANTANA, C.L..**QUALIDADE DE VIDA NO TRABALHO: FATOR DECISIVO PARA O SUCESSO.** ORGANIZACIONAL. Revista de Iniciação Científica – RIC Cairu. Jun. 2015, Vol 02, nº 02, p. 75-96, ISSN 2258-116"

"Os desafios da engenharia industrial na produção de alimentos, energia renovável e na promoção da qualidade de vida das pessoas."



MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA SOCIAL. **Anuário Estatístico da Previdência Social 2017**. Disponível em:<<http://www.antigo.previdencia.gov.br/wp-content/uploads/2019/04/AEPS-2017-abril.pdf>>.

Acesso em 20 ago. 2021.

CHAGAS, A. M. R., Salim, C. A. e Servo, L. M. S. **Saúde e segurança no trabalho no Brasil: aspectos institucionais, sistemas de informação e indicadores**. IPEA/Fundacentro, São Paulo, 391 p., 2012

LARA, H. S.; SILVA, J. N.; Jorge Nei Brito. **Aplicação da norma regulamentadora NR-12 em bancada didática**. In: COEN, 2018, São João del-Rei. COEN, 2018

CORTIÇO, Douglas Elias et al. **FERRAMENTA DE ANÁLISE BASEADA NA METODOLOGIA HRN EM TEMPO REAL: UM ESTUDO DE CASO NO SETOR MOVELEIRO**. Revista Produção Industrial e Serviços, v. 5, n. 2, p. 85-99, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS. **Manual de instruções da norma regulamentadora NR-12**. São Paulo, ABIMAQ, 498 p., 2016

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Portaria MTPS n.º 509, de 29 de abril de 2016. **NR-12, Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos**. Diário Oficial União. 02 mai. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-ISO12100:2013 - **Segurança de máquinas - Princípios gerais de projeto - Avaliação e redução de riscos**. Rio de Janeiro, ABNT, 2013

SALES, M. H.; BRITO, J. N. **APLICAÇÃO DA NORMA REGULAMENTADORA NR-12 CASO PRÁTICO: BANCADA DE ENSAIOS DE ROLAMENTOS**. In: VII Congresso de Engenharias da UFSJ (COEN), 2017, São João del-Rei. Anais do evento, 2017.