



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA

COORDENAÇÃO DO CURSO SUPERIOR DE
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL



RONEIDE MARTINS DE ANDRADE

**RISCOS DE OPERAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS EM
LABORATÓRIOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL DE UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO**

CAJAZEIRAS - PB, 2020

RONEIDE MARTINS DE ANDRADE

**RISCOS DE OPERAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS EM
LABORATÓRIOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL DE UMA INSTITUIÇÃO DE
ENSINO**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-*Campus* Cajazeiras, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Me. Luan Carvalho Santana de Oliveira

Coorientador: Me. Cicero Joelson Vieira Silva

CAJAZEIRAS-PB, 2020

Campus Cajazeiras
Coordenação de Biblioteca
Biblioteca Prof. Ribamar da Silva
Catálogo na fonte: Daniel Andrade CRB-15/593

A553r

Andrade, Roneide Martins de

Riscos de operação de máquinas e equipamentos em laboratórios da construção civil de uma instituição de ensino / Roneide Martins de Andrade; orientador Luan Carvalho Santana de Oliveira; coorientador Cicero Joelson Vieira Silva.- 2020.

42 f.: il.

Orientador: Luan Carvalho Santana de Oliveira.

TCC (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, 2020.

1. Segurança do trabalho 2. Análise de risco 3. Norma Regulamentadora n. 2 - NR-2 I. Título

331.4(0.067)

RONEIDE MARTINS DE ANDRADE

**RISCOS DE OPERAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS EM
LABORATÓRIOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL DE UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação do Curso de Bacharelado em
Engenharia Civil do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba,
como parte dos requisitos para a obtenção do
Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em 25 de novembro de 2020

BANCA EXAMINADORA

Luan Carvalho Santana de Oliveira

Prof. Me. Luan Carvalho Santana de Oliveira – IFPB *Campus* Cajazeiras
Orientador

Cicero Joelson Vieira Silva

Prof. Me. Cicero Joelson Vieira Silva – IFPB *Campus* Cajazeiras
Coorientador

Daniela Passos Simões de Almeida Tavares

Prof. Dr. Daniela Passos Simões de Almeida Tavares – IFPB *Campus* Princesa Isabel
Examinador(a) 1

A toda minha família, em especial aos meus pais, José Bonaldo e Francisca Martins.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por permitir que tudo isso se realizasse e por tudo que tem proporcionado em minha vida.

Aos meus pais José Bonaldo e Francisca Martins, meus irmãos Rosinaldo Martins, Rosinelio Martins, Ronelio Martins, Rosinete Martins, Rosiane Martins e Risonaldo Martins, minhas cunhadas Nágila Martins e Aldeana Félix e aos meus sobrinhos Raiane Andrade, Matheus Félix e Davi Martins.

Aos professores Me. Luan Carvalho Santana de Oliveira e Me. Cicero Joelson Vieira Silva pela a maravilhosa orientação deste trabalho.

Ao Instituto Federal da Paraíba - IFPB Campus Cajazeiras, pela oportunidade de realização de trabalhos na área de pesquisa.

Aos meus irmãos na fé que me ajudaram nas orações, em especial Alexandre Pereira, meu namorado, Talita Pereira, Isac Pereira, Erica Batista, Wesley Batista e Miqueias Alencar.

Às minhas amigas, pelos ótimos momentos que vivenciamos juntas, Sara Barbosa, Raquel Barbosa, Iane de Lira, Abimaeli Vasques e Vitória Pereira.

A todos os professores que compartilharam seus conhecimentos, em especial Eva Campos, Carol Cevada e Jacinta Ferreira.

Àquelas amigas do ensino médio e às que sempre estiveram presentes comigo, em especial, Micer Andrade, Cristina Rodrigues, Darlania Lima, Laura Regina, Luciane Araújo, Maria de Fátima, Luciane Batista e Leidiane Batista.

A todos os amigos e colegas que construí dentro do IFPB pelo companheirismo, em especial meu quarteto Roberta de Sousa, Damiana Tavares e Beatriz Fernandes. Meu companheiro Jonas Andrade, por sempre está comigo nas horas difíceis e os demais, Leonardo Dias, Maria Regina, Ygor Moreira, Luiz Ranyelsson, Judah Mendes, Erisma Lacerda, Wandenússia de Oliveira e Andreza Leite.

RESUMO

A falta de experiência e prática para manuseio de máquinas e equipamentos são fatores existentes nos laboratórios da área da construção civil de uma Instituição de ensino na cidade de Cajazeiras-PB, sendo decorrente os usuários irem para os laboratórios sem nenhuma recomendação de como usar e sem a devida proteção. Assim, esse trabalho teve como objetivo analisar os riscos operacionais de máquinas e equipamentos nos laboratórios de Geotecnia e Materiais de Construção e Técnicas Construtivas, desempenhando ferramentas que auxiliem na proteção e segurança dos usuários. E, com o auxílio da NR-12 e a metodologia Hazard Rating Number - HRN foi desenvolvido um estudo fazendo o levantamento dos riscos existentes em cada máquina, dando ênfase aqueles que apresentassem maior nível de perigo. Após a identificação e classificação dos riscos de acordo com o método HRN relacionando com os níveis dos riscos, promoveu-se medidas preventivas e corretivas, buscando adequar as máquinas e o ambiente em questão para que os usuários (discentes e/ou servidores) possam frequentar um ambiente mais seguro. E, por último foi realizado mais uma avaliação com HRN no ambiente simulado, demonstrando um nível de risco operacional baixo para as respectivas máquinas, resultando em uma pesquisa satisfatória e aceitável para a utilização dos laboratórios de uma Instituição de ensino.

Palavras-chave: Segurança do trabalho; Análise de risco; NR-12.

ABSTRACT

The lack of experience and practice in handling machines and equipment are factors that exist in the civil construction laboratories Educational institution in the city of Cajazeiras-PB, resulting in students going to the laboratories without any recommendation on how to use them, and without proper protection. Thus, this work aimed to analyze the operational risks of machines and equipment in the Geotechnical laboratories and Construction Materials and Construction Techniques, using tools that assist in the protection and safety of users. And, with the help of NR12 and the Hazard rating number (HRN) methodology, a study was developed to survey the risks existing in each machine, emphasizing those with the highest level of danger. After identifying and classifying the risks according to the HRN method relating to the levels of the risks, preventive and corrective measures were taken, seeking to adapt the machines and the environment in question so that users (students and / or servers) can attend safer environment. And finally, another HRN assessment was carried out in the simulated environment, demonstrating a low level of operational risk for the respective machines, resulting in a satisfactory and acceptable research for the use of the laboratories of an educational institution.

Keywords: Workplace Safety; Risk Analysis; NR-12.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Número de mortes por acidentes de trabalho.....	13
Figura 2– fluxograma de cálculo do método HRN.....	21
Figura 3 - Planta baixa dos laboratórios de Geotecnia e Materiais de Construção e Prática Construtivas.....	23
Figura 4 - Principais partes da betoneira.	24
Figura 5 - Principais partes da retífica.....	25
Figura 6 - Principais partes da prensa hidráulica.....	26
Figura 7 - Principais partes da argamassadeira.	26
Figura 8 - Identificação dos riscos betoneira.....	29
Figura 9 - Sinalizações necessárias.	31
Figura 10 - Sinalização de conscientização.....	31
Figura 11 - Luvas de segurança; Óculos de segurança; Botas de segurança; Avental ou jaleco; e Máscara.....	32
Figura 12 -Protetor auricular de segurança de silicone (esquerda); protetor auricular de segurança tipo concha (direita).....	32
Figura 13 - Identificação dos riscos retífica.	33
Figura 14 - Identificação dos riscos prensa hidráulica.	35
Figura 15 - Identificação dos riscos da argamassadeira.....	38

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Probabilidade de ocorrência (LO).....	20
Quadro 2 - Frequência da exposição (FE).....	20
Quadro 3 - Grau da Possível Lesão (DPH).	20
Quadro 4 - Número de Pessoas Expostas (NP).	20
Quadro 5 - Classificação do HRN.	21
Quadro 6 - Detalhamento dos riscos operacionais e medidas preventivas das máquinas.....	28
Quadro 7 - Risco de acesso a zona de perigo durante o funcionamento da betoneira.....	29
Quadro 8 - Risco de acesso a zona de perigo durante o funcionamento da betoneira, após a simulação.....	33
Quadro 9 - Risco de acesso a zona de perigo durante o funcionamento da retífica.	34
Quadro 10 - Risco de acesso a zona de perigo durante o funcionamento da retífica após as medidas de segurança, após a simulação.....	35
Quadro 11 - Risco de acesso a zona de perigo durante o funcionamento da prensa hidráulica.	36
Quadro 12 - Risco de acesso a zona de perigo durante o funcionamento da prensa hidráulica após as medidas de segurança, após a simulação.....	37
Quadro 13 - Risco de acesso a zona de perigo durante o funcionamento da argamassadeira..	38
Quadro 14 - Risco de acesso a zona de perigo durante o funcionamento da argamassadeira após as medidas de segurança, após a simulação.....	39

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 SEGURANÇA DO TRABALHO	15
2.2 HIGIENE OCUPACIONAL.....	15
2.3 NORMAS REGULAMENTADORAS (NR'S).....	16
2.4 GESTÃO DE RISCOS COM FOCO NA NORMA REGULAMENTADORA DE NÚMERO 12 (NR12).....	17
2.5 ACIDENTES DE TRABALHO	18
2.6 METODOLOGIA HAZARD RATING NUMBER (HRN).....	19
3 METODOLOGIA.....	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	28
4.1 ANÁLISE DOS RISCOS DOS MAQUINÁRIOS.....	28
4.1.1 BETONEIRA	28
4.1.2 RETÍFICA	33
4.1.3 PRENSA HIDRÁULIA.....	35
4.1.4 ARGAMASSADEIRA	37
5 CONCLUSÕES.....	40
REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

Ao trabalhar, estudar ou percorrer em qualquer laboratório, as pessoas estão sujeitas a exposição de riscos, sejam por materiais cortantes, substâncias químicas, agentes biológicos, imprudências dos usuários ou por qualquer outra situação de descuido. Em certas situações ao tráfegar nesses ambientes, os usuários não têm total conhecimento dos quais riscos estão expostos, seja por falta de divulgação dos riscos nesses ambientes ou déficit de um manual, podendo se deparar com situações que possam sofrer ou provocarem acidentes e incidentes.

Posto isto, é importante que cada laboratório possua um conjunto de diretrizes internas, com as devidas recomendações das Normas Regulamentadas (NR's), que devem ser seguidas por todos. Laboratórios são locais de trabalho onde as normas de segurança devem ser rigorosamente cumpridas, e a negligência não deve fazer parte da rotina (OLIVEIRA, 2016).

Em instituições de ensino, os usuários como professores, técnicos e alunos podem apresentar propensão a acidentes, por meio de imprudência, negligência ou imperícia, através de atividades práticas em máquinas, podendo causar perda ou redução, permanente ou temporária da capacidade daquele trabalho realizado nos laboratórios, que dependendo da intensidade do acidente, pode vir a óbito.

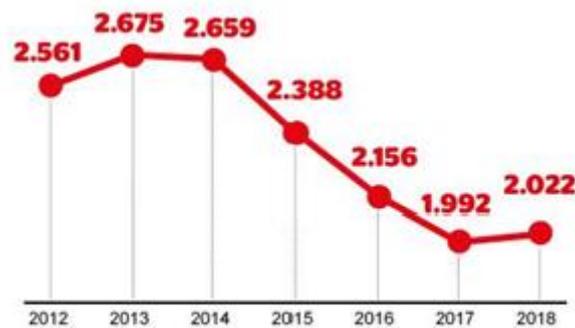
A cada 15 segundos um trabalhador morre de acidentes ou doenças relacionadas ao trabalho e a cada 15 segundos, 115 trabalhadores sofrem um acidente de cunho laboral. (Organização Internacional do Trabalho - OIT, 2013). Dessa forma, problemas relacionados à falta de medidas preventivas e corretivas estão constantemente provocando danos à saúde das pessoas.

O Brasil se encontra em uma posição que o coloca como um dos recordistas mundiais, com cerca de 700 mil acidentes e doenças profissionais por ano, ocupando a 4^o colocação mundial (REVISTA PROTEÇÃO, 2014). Os acidentes e doenças ocupacionais resultam negativamente em diversos aspectos, como por exemplo, social e financeiro do trabalhador. Além disso, o não cumprimento das normas de segurança por partes das empresas resultará em penalizações.

No ano 2018 segundo o Ministério Público do Trabalho (MPT), o número de mortes por acidente de trabalho voltou a crescer no Brasil. De acordo com dados do MPT, em 2018 foram registrados 2.022 óbitos, enquanto em 2017, foram computadas 1.992 mortes em ofício.

Anteriormente, o último crescimento registrado foi entre 2012 e 2013, quando o índice saltou de 2.561 para 2.675. O estudo realizado pelo MPT entre 2012 e 2018, demonstrou que as atividades econômicas em que mais ocorreram acidentes de trabalho foram atendimento hospitalar (378.297), comércio varejista de mercadorias em geral, com predominância de produtos alimentícios (142.907), administração pública em geral (119.266), construção de edifícios (104.645) e transporte rodoviário de carga (100.340).

Figura 1 – Número de mortes por acidentes de trabalho.



Fonte: Ministério Público do Trabalho, 2018.

De acordo com MPT, as máquinas e os equipamentos foram os principais agentes causadores de acidentes, provocando 528.473 registros, além de 2.058 mortes acidentárias notificadas e 25.790 amputações, no Brasil. O país perdeu mais de 14 milhões de dias de trabalho em um período de 7 anos somente por conta de afastamentos por lesões em máquinas e equipamentos. O cálculo corresponde à estimativa dos prejuízos de produtividade para a economia formal brasileira, em razão dos períodos de afastamento em que os trabalhadores deixaram de produzir, acumuladamente.

Com isso, para evitar um maior número de acidentes e doenças ocupacionais, atualmente existem 37 Normas Regulamentadoras (NR's) e seus anexos, que possuem a função de auxiliar os trabalhadores na execução das suas atividades laborais, orientando-as para que sejam desenvolvidas de maneira segura e eficiente.

Dentre as NR's, encontra-se a Norma Regulamentadora-12 (NR-12), a qual trata da Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos, apresentando diretrizes fundamentais para um bom funcionamento do manuseio entre trabalhadores, máquinas e equipamentos, possibilitando uma estrutura adequada para as máquinas e proteção aos seus usuários.

Diante do exposto, o referido trabalho propôs realizar uma investigação e análise qualitativa detalhada das máquinas operatrizes dos laboratórios de construção civil de um Instituto de Ensino, situado em Cajazeiras - PB, buscando estabelecer medidas de segurança a

partir dos níveis de riscos encontrados nas principais máquinas, de acordo com a norma supracitada.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para uma boa sustentação dessa pesquisa científica, neste tópico serão apresentados os conceitos básicos acerca da segurança do trabalho focada na segurança e saúde do usuário na operação de máquinas e equipamentos, levando o leitor a um entendimento básico das informações gerais, e relacionando o tema com as necessidades de adequação nos laboratórios.

Trata de um conhecimento prévio para sustentação da respectiva pesquisa, auxiliando nos objetivos dos mesmos, além de contribuir nas construções teóricas, que diz respeito a toda importância da segurança do trabalho, e comparações de resultado, para uma melhor ênfase no dia a dia dos usuários.

2.1 SEGURANÇA DO TRABALHO

A segurança do trabalho apresenta procedimentos através de ações preventivas e protetivas nas atividades laborais, assegurando um ambiente de trabalho salubre e consequentemente prevenindo acidentes e doenças no trabalho. De acordo com SALIBA (2014), A Segurança do Trabalho visa prevenir os acidentes de trabalho oriundos dos diversos riscos presentes nos ambientes de trabalho (eletricidade, proteção de máquinas, armazenamento, entre outros). Através de medidas, seja por equipamentos de proteção individual e coletivos, ou por procedimentos de trabalho e segurança, essas atuam de forma preventiva de acidentes, minimizando a exposição aos agentes ambientais.

Essas medidas de proteção e segurança e higiene ocupacional, de modo a garantir níveis saudáveis e seguros dentro de uma empresa, são desenvolvidas pelos programas: regulamentada pela Norma Regulamentadora 18 (NR 18), e o PGR (Programa de Gerenciamento de Riscos), regulamentada pela NR 22.

2.2 HIGIENE OCUPACIONAL

Para a saúde do trabalhador em uma empresa, exige o engajamento de uma equipe multidisciplinar, envolvendo: Medicina do Trabalho, Meio Ambiente, Direito, Ergonomia e Segurança do Trabalho. Cada um desses ramos direciona uma atividade específica ajudando na prevenção de doenças no local operacional.

O SESMT (Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho), referente a NR 4, estabelece atribuições ligadas à Higiene Ocupacional e Segurança do Trabalho. Assim, para um trabalho adequado com higiene, exige-se a participação de uma equipe multidisciplinar, ou seja, com conhecimentos gerais, como: Química, Física, Biologia, Processo de Trabalho, etc. SALIBA, (2014, p.14)

2.3 NORMAS REGULAMENTADORAS (NR'S)

Para a elaboração ou revisão de uma NR, o Ministério do Trabalho adota sistema tripartite partidário através de comissões e grupos, sendo compostos por representantes do governo, de empregadores e de empregados (ENIT, 2020), desenvolvendo medidas de segurança, que devem ser providenciadas em ambientes de trabalho. É importante lembrar que, nas empresas públicas, privadas e órgãos públicos, as quais possuem empregados contratados, é obrigatório o cumprimento das recomendações atribuídas pelas NR's, que garantem a segurança e saúde dos trabalhadores.

De acordo com ENIT (2020), As NR's são disposições complementares ao capítulo V da CLT (Consolidação da Leis do Trabalho), que tem como funcionalidade garantir um trabalho seguro e sadio, prevenindo de acidentes e enfermidades de trabalho, mantendo suas obrigações, direitos e deveres através de empregadores e trabalhadores.

Atualmente, existe no Brasil 37 NR's, com o objetivo de dar um melhor suporte a população, através do conhecimento adquirido por meio delas. Esse conhecimento lida com a importância de como combater e prevenir acidentes nas diversas áreas no trabalho. Assim, a integridade física e saúde do ser humano é fundamental para um bom desempenho de operação para qualquer trabalho.

A norma regulamentadora número 12, foi criada em 8 de junho de 1978 pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), tem como objetivo garantir que máquinas e equipamentos sejam seguros para o uso do trabalhador, onde é possível destacar informações sobre a vida de máquinas e equipamentos, incluindo transporte, utilização, manutenção e eliminação ao final da vida útil.

2.4 GESTÃO DE RISCOS COM FOCO NA NORMA REGULAMENTADORA DE NÚMERO 12 (NR12)

Um sistema de gestão de riscos visa coordenar atividades afim de gerenciar e controlar uma organização, as quais problemas foram manifestados, envolvendo assim planejamento para minimizar os riscos exigentes. Esse gerenciamento envolve estratégias para prevenir possíveis situações de riscos na empresa, buscando atribuir um comportamento dinâmico, respondendo com rapidez aos eventos, incertezas e mudanças de cenário, em caso de ocorrer algum problema sem ter previsto. Assim, é fundamental para uma boa organização um sistema de monitoramento de acontecimentos relevantes na empresa.

De acordo com a CLT (Consolidação das Leis do Trabalho), na seção XI, que trata de máquinas e equipamentos, temos os seguintes artigos,

Art. 184 – As máquinas e os equipamentos deverão ser dotados de dispositivos de partida e parada e outros que se fizerem necessários para a prevenção de acidentes do trabalho, especialmente quanto ao risco de acionamento acidental.

Parágrafo único – É proibida a fabricação, a importação, a venda, a locação e o uso de máquinas e equipamentos que não atendam ao disposto neste artigo.

Art. 185 – Os reparos, limpeza e ajustes somente poderão ser executados com as máquinas paradas, salvo se o movimento for indispensável à realização do ajuste.

Art. 186 – O Ministério do Trabalho estabelecerá normas adicionais sobre proteção e medidas de segurança na operação de máquinas e equipamentos, especialmente quanto à proteção das partes móveis, distância entre estas, vias de acesso as máquinas e equipamentos de grandes dimensões, emprego de ferramentas, sua adequação e medidas de proteção exigidas quando motorizadas ou elétricas.

Assim, uma gestão de riscos com foco na NR 12, estabelece procedimentos de trabalho e segurança, podendo citar alguns, como: 12.130, que trata da elaboração de procedimentos de trabalho e segurança específicos, padronizados, com descrição detalhada de cada tarefa, a partir da análise de risco; 12.131, exige que ao início de cada turno de trabalho ou após nova preparação da máquina ou equipamento, o operador deve efetuar inspeção rotineira das condições de operacionalidade e segurança; e 12.132, relata que os serviços que envolvam risco de acidentes de trabalho em máquinas e equipamentos, exceto operação, devem ser planejados e realizados em conformidade com procedimentos de trabalho de segurança. Seguindo assim uma sequência padronizada ajudando a realizar uma melhor

execução das atividades, sendo constituída por três fases, que são: avaliação de risco, gerência de risco e comunicação de risco.

2.5 ACIDENTES DE TRABALHO

Segundo MENEZES (2001), “riscos de acidentes são todos os fatores que colocam em perigo o trabalhador ou afetam sua integridade física ou moral.” Que, através de vários fatores como: máquinas e equipamentos sem proteção, animais peçonhentos, arranjo físico deficiente, entre outros, podem gerar riscos de acidentes.

Os riscos podem ser classificados em riscos: de acidentes, causado por arranjo físico inadequado, máquinas e equipamentos se proteção, ferramentas inadequadas ou defeituosas, entre outros; ergonômicos, provocado por levantamento e transporte manual de peso, imposição de ritmos excessivos, esforço físico intenso; físicos, por meio de ruídos, vibrações pressões anormais, entre outros; químicos, causado por poeiras, gases, fumos; e biológicos, através de bactérias, fungos, parasitas e vírus.

Logo, a portaria de nº 3.214, de 1978, do ministério de trabalho, apresenta normas regulamentadoras, objetivando a prevenção dos trabalhadores, por meio de acidentes em local de trabalho, promovendo assim maior segurança e saúde tanto ao empregado quanto ao empregador.

De acordo com o artigo 19 da Lei n. 8.213/1991,

[...] acidente de trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa ou pelo exercício do trabalho dos segurados referidos no inciso VII do art. 11 desta lei, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte ou a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho.

Com o avanço da tecnologia e conseqüentemente o surgimento de máquinas pesadas e com alta velocidade em ambiente fabril, viu-se que o número de acidentes de trabalho aumentou. “Máquinas e equipamentos provocam 528.473 acidentes de trabalho, tendo como consequência 2.058 mortes acidentárias notificadas e 25.790 amputações ou enucleações no Brasil entre 2012 e 2018” (FAVERIN, Vitor, 2019).

Assim, o acidente de trabalho é provocado por lesão corporal, perda ou redução da capacidade para o trabalho, seja temporária ou permanente, ao trabalhador em exercício do trabalho a serviço de uma empresa. Esse acidente de trabalho é caracterizado por: lesão, doença, distúrbio, evolução aguda, transtorno de saúde, entre outros, pela perícia médica do

INSS. Sendo identificado esse agravo na saúde do colaborador, esse receberá um benefício, que ajudará no repouso em relação a sua saúde.

Então, cabe a empresa adotar medidas coletivas e individuais que proteja e garanta a segurança e saúde do trabalhador, fazendo o planejamento para informar, aos indivíduos que operam e executam máquinas e equipamentos nos locais de trabalho, sobre os riscos existentes e possíveis recomendações técnicas, ajudando no desenvolvimento do serviço.

2.6 METODOLOGIA HAZARD RATING NUMBER (HRN)

Diante de diversos tipos de análises qualitativas utilizadas para avaliação dos riscos de acordo com NR 12. O método, Hazard Rating Number (HRN) – Número de Avaliação de Perigo, mostra-se uma excelente opção, principalmente pelo grande número de aplicações já realizadas e o seu detalhamento nos dados obtidos após a aplicação do método.

Criado por Chris Steel, um consultor em segurança de máquinas na década de 90, que em uma publicação na revista SHP (Safety and Health Practitioner) do Reino Unido de Junho de 1990 apresentou o método HRN pela primeira vez de forma pública. É um método eficaz de avaliação e identificação de riscos existentes em máquinas e equipamentos. Através dele podemos classificar os níveis de risco de raro (aceitável) a extremo (inaceitável) de acordo com cada parâmetro.

O HRN utiliza os seguintes parâmetros para identificação dos níveis de risco, nos quais também são atribuídos valores:

- *Probabilidade de ocorrência (LO)*: determina as chances de acontecer um acidente por esta em contato com o risco, Quadro 1;
- *Frequência de exposição (FE)*: determina a regularidade de exposição das pessoas, Quadro 2;
- *Grau da possível lesão (DPH)*: determina os danos que venha a acontecer caso as pessoas sofram um acidente, Quadro 3;
- *Número de pessoas expostas (NP)*: determina a quantidade de pessoas que estão expostas ao risco, Quadro 4.

Quadro 1 - Probabilidade de ocorrência (LO).

Probabilidade de ocorrência(LO)		
0,033	Quase impossível	Pode ocorrer em circunstâncias extremas
1	Altamente improvável	Mas pode ocorrer
1,5	Improvável	Embora concebível
2	Possível	Mas não usual
5	Alguma Chance	Pode acontecer
8	Provável	Sem surpresas
10	Muito provável	Esperado
15	Certeza	Sem dúvida

Fonte: Guttman, 2018.

Quadro 2 - Frequência da exposição (FE).

Frequência da exposição (FE)	
0,5	Anualmente
1	Mensalmente
1,5	Semanalmente
2,5	Diariamente
4	Em termos de hora
5	Constante

Fonte: Guttman, 2018.

Quadro 3 - Grau da Possível Lesão (DPH).

Grau da possível lesão (DPH)	
0,1	Arranhão / Escoriação
0,5	Dilaceração / corte / enfermidade leve
1	Fratura leve de ossos – dedos das mãos / dedos dos pés
2	Fratura grave de osso – mão / braço / perna
4	Perda de 1 ou 2 dedos das mãos / dedos dos pés
8	Amputação de perna / mão, perda parcial da audição ou visão
10	Amputação de 2 pernas ou mãos, perda parcial da audição ou visão em ambos ouvidos ou olhos
12	Enfermidade permanente ou crítica
15	Fatalidade

Fonte: Guttman, 2018.

Quadro 4 - Número de Pessoas Expostas (NP).

Número de pessoas sob o risco (NP)	
1	1 – 2 pessoas
2	3 – 7 pessoas
4	8 – 15 pessoas
8	16 – 50 pessoas
12	Mais de 50 pessoas

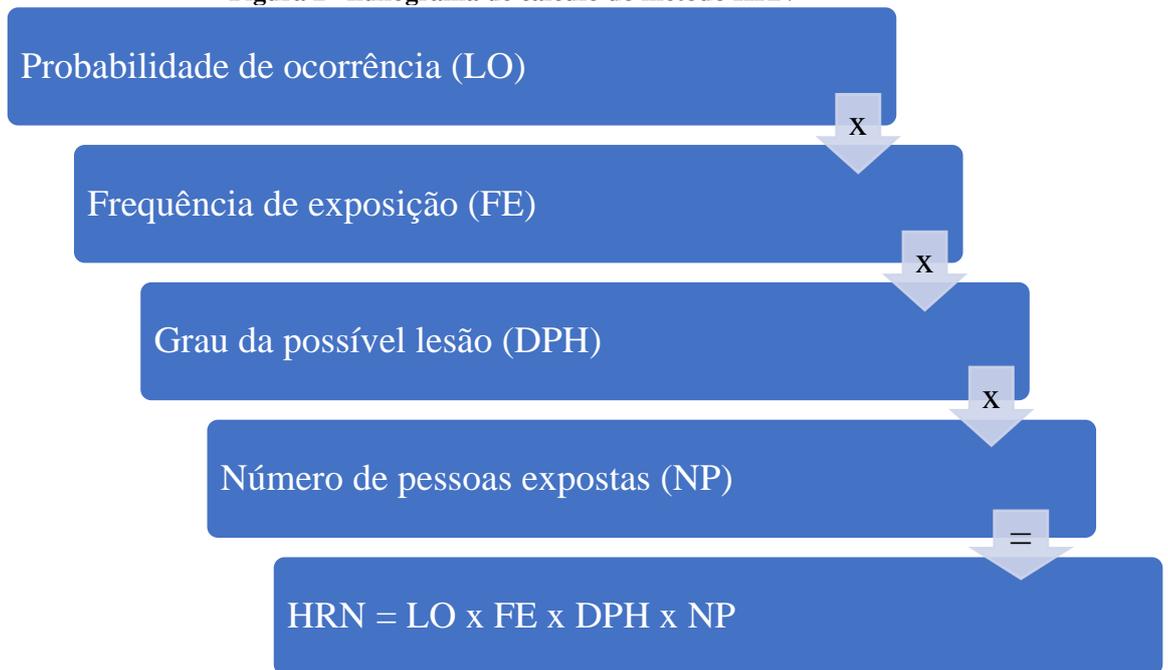
Fonte: Guttman, 2018.

Para determinar o valor do HRN, utiliza-se a Equação 1. A cada tipo de risco é atribuído um valor para cada parâmetro de acordo com os níveis de risco. Estes valores são multiplicados obtendo-se uma classificação geral que definirá o risco, de raro a inaceitável (Quadro 5).

$$\text{HRN} = \text{LO} \times \text{FE} \times \text{DPH} \times \text{NP} \quad (1)$$

De acordo com a figura 2 abaixo:

Figura 2– fluxograma de cálculo do método HRN



Com o resultado obtido através da referida equação, utiliza-se o Quadro 5 para identificar os níveis de riscos.

Quadro 5 - Classificação do HRN.

HRN		
Resultado	Risco	Avaliação
0 – 1	Aceitável	Considerar possíveis ações. Manter as medidas de proteção
1 – 5	Muito baixo	
5 – 10	Baixo	Garantir que as medidas atuais de proteção são eficazes. Aprimorar com ações complementares.
10 – 50	Significante	
50 – 100	Alto	Devem ser realizadas ações para reduzir ou eliminar o risco. Garantir a implementação de proteções ou dispositivos de segurança.
100 – 500	Muito alto	
500 - 1000	Extremo	Ação imediata para reduzir ou eliminar o risco.
Maior que 1000	Inaceitável	Interromper atividade até eliminação ou redução do risco.

Fonte: Guttman, 2018.

Por meio da metodologia HRN, é possível definir posteriores medidas preventivas a partir da avaliação qualitativa obtida.

3 METODOLOGIA

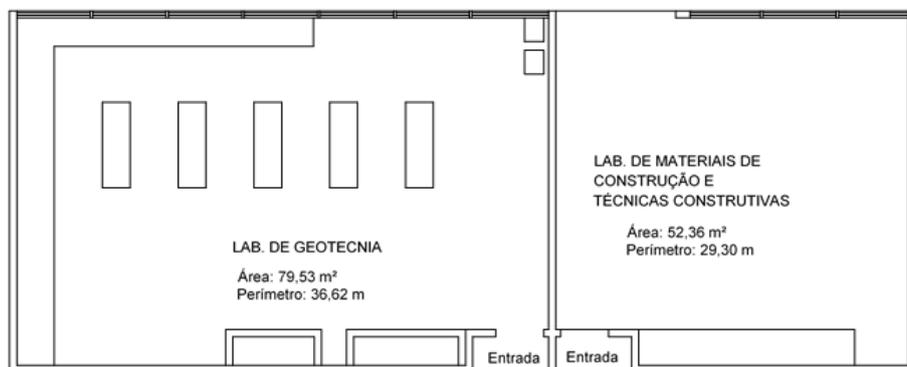
Trata-se de uma pesquisa aplicada, de cunho qualitativo/investigativo. Segundo Engel e Tolfo (2009), uma pesquisa aplicada objetiva gerar conhecimentos para a aplicação prática, dirigidos à solução de problemas e específicos.

A investigação e os procedimentos necessários para realização da pesquisa se dividiram em três etapas: levantamento bibliográfico, visita ao local de estudo, análise dos riscos em relação aos equipamentos.

O levantamento bibliográfico foi feito através de livros e manuais técnicos, além da utilização da base de dados do Google Acadêmico e do Portal de Periódicos da CAPES, para criação de um banco de dados utilizado como fonte de informações teóricas e fomento às atividades da pesquisa, permitindo explicações mais robustas dos fenômenos observados a partir de diferentes abordagens metodológicas.

Foram realizadas visitas nos laboratórios de Geotecnia e de Materiais de Construção e Técnicas Construtivas, as quais possuem 79,53 m² e 52,36 m², respectivamente de área térrea, que se encontram no bloco 4 da atual Instituto de ensino (Figura 3). A edificação possui laje inclinada em concreto armado coberta por telhas, paredes em alvenarias de blocos cerâmicos e sua estrutura em concreto armado. O revestimento do piso é granilite, as portas de madeira e as janelas em vidro temperado em esquadria de alumínio. (ABRANTES JÚNIOR, 2020).

Figura 3 - Planta baixa dos laboratórios de Geotecnia e Materiais de Construção e Prática Construtivas.



Fonte: ABRANTES JÚNIOR, 2020.

Os laboratórios de Geotecnia e de Materiais de Construção e Técnicas Construtivas desta instituição de ensino são ambientes utilizados para a realização de diversas atividades como aulas, ensaios para desenvolvimento de projetos, pesquisas, de cursos técnicos e

superior na área da construção civil. Esses espaços possuem um grande número de máquinas operatrizes como: betoneira, retífica, prensa hidráulica e a argamassadeira.

No que tange ao desenvolvimento da pesquisa, objetivou-se avaliar os tipos de máquinas e equipamentos presentes nos laboratórios, tempo de utilização diária, permanência dos usuários, utilização de Equipamentos de Proteção Individual – EPI’s pelos usuários, registro de manutenção e sinalização nas máquinas e equipamentos. Possibilitando compreender como ocorrem atualmente esses procedimentos na instituição, bem como refletir quais riscos que podem ocasionar, proporcionando maior familiaridade com o problema, tornando-se assim também uma pesquisa exploratória.

Logo, foi analisado as respectivas máquinas com suas precisas informações:

- A betoneira de acordo com a figura 4: é um equipamento utilizado para mistura de materiais como pedra, areia, cimento e água, com a proporção adequada, de acordo com o tipo obra, experimento ou análise. Além desses materiais já citados, outros materiais, como diversos tipos de cimentos, aditivos e agregados podem ser acrescentados. Assim, “A betoneira é conhecida como a máquina de preparar argamassa e concreto, é extremamente importante para quem trabalha no segmento da construção.” (UVA, Marcelo. 2020).

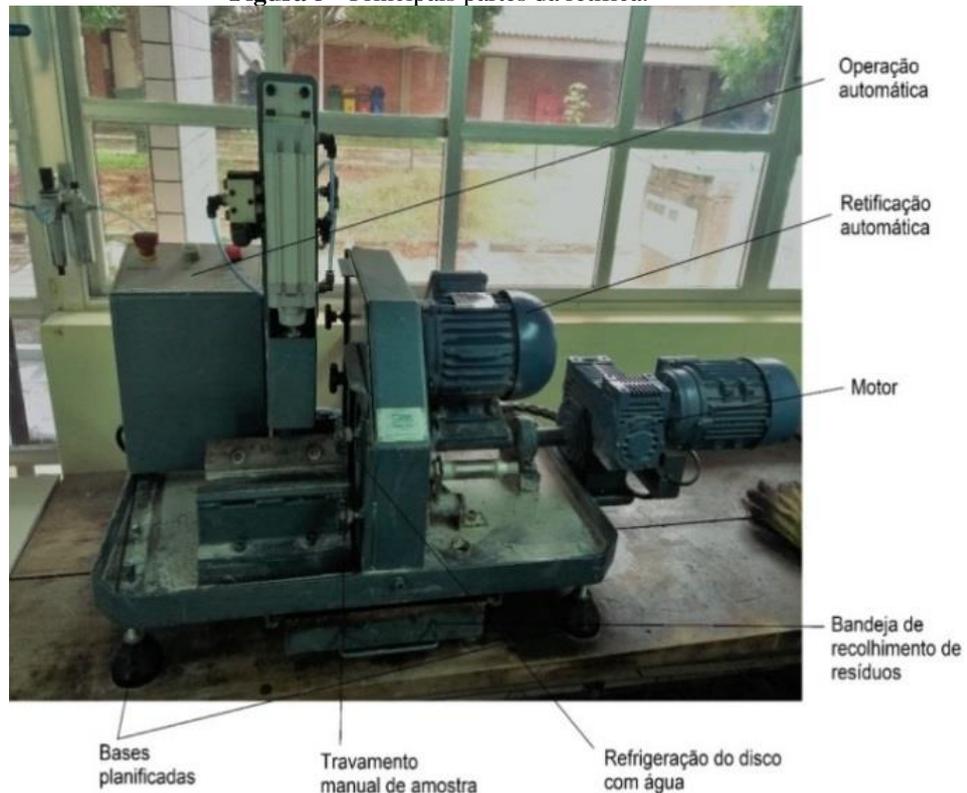
Figura 4 - Principais partes da betoneira.



Fonte: Autoria própria, 2020.

- A retífica faceadora: é um equipamento é utilizado para que os corpos de prova estejam aptos para diferentes ensaios. É usada para ensaio de compressão axial, onde se deve exigir que os corpos de prova estejam em um bom acabamento superficial e ter os planos de aplicação da carga axial perfeitamente perpendiculares com o dorso do corpo de prova, de acordo com a figura 5.

Figura 5 - Principais partes da retífica.



Fonte: Autoria própria, 2020.

- A prensa hidráulica, como mostra na figura 6: é uma máquina-ferramenta, que determina a resistência do concreto através da execução de ensaios de compressão, informando assim resultados importantes para o desenvolvimento das estruturas de concreto. Porém, para a realização dos ensaios, “é necessário que a estrutura possua capacidade e dimensões mínimas suficientes para adaptação dos acessórios e que a faixa nominal seja compatível com a resistência do material ensaiado.” (CONTENCO, 2019).

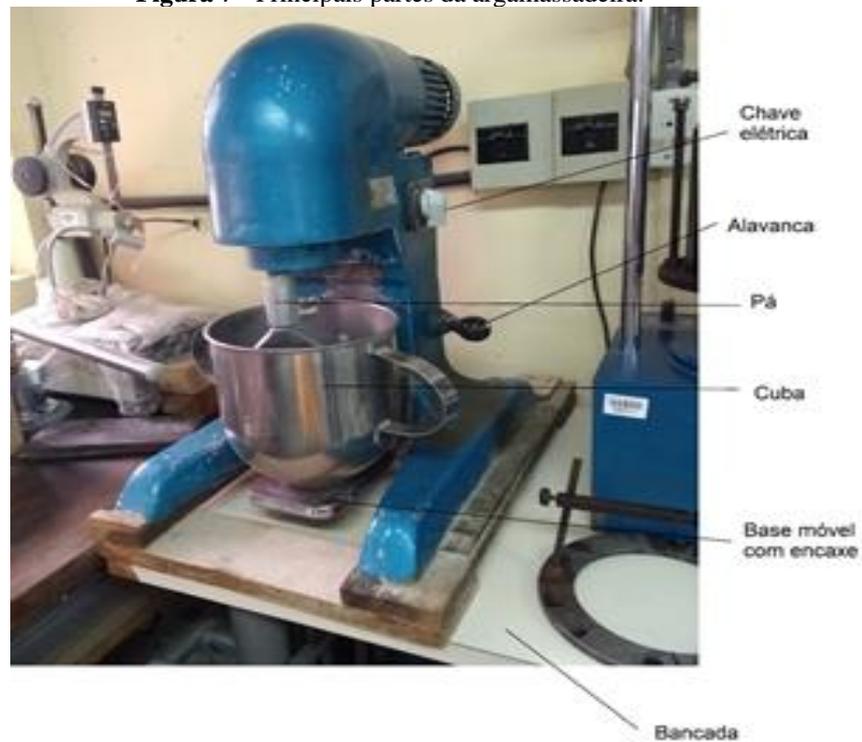
Figura 6 - Principais partes da prensa hidráulica.



Fonte: Autoria própria, 2020.

- A argamassadeira: é uma misturadora de movimento planetário que proporciona uma mistura homogênea aplicado em ensaios de cimento e argamassa, na figura 7.

Figura 7 - Principais partes da argamassadeira.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Com isso, a metodologia utilizada para avaliar e identificar os níveis de riscos da situação atual, foi o método *Hazard Rating Number* (HRN), de acordo com a NR-12. No qual considera-se para cada risco das máquinas, os seguintes fatores: gravidade, probabilidade, frequência de exposição e número de pessoas que estão expostas aos riscos.

Logo, tendo-se um breve conceito de quais objetos estão compostos nos locais de estudo, realizou-se as seguintes perguntas: Qual a probabilidade deste risco? Qual a frequência de exposição dos operadores? Qual é o grau de lesão, de leve a uma fatalidade? E qual o número de pessoas expostas aos riscos?

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com NICLOTTI (2018), as empresas buscam a adaptação constante com normas vigentes em evolução, com o intuito de tornar um ambiente seguro e saudável, essas normas impõem em forma de Lei a adequação de todos os componentes e equipamentos para manterem em conformidade com a mesma.

Assim, com base na análise qualitativa e quantitativa do método HRN e nos demais conceitos relacionados à segurança do trabalho, foi possível destacar alguns procedimentos prioritários para a escolha de dispositivos ou sistemas de segurança nas máquinas ou equipamentos, possibilitando garantir a seguridade da integridade física do trabalhador.

4.1 ANÁLISE DOS RISCOS DOS MAQUINÁRIOS

Durante o estudo de identificação dos riscos do maquinário nos laboratórios, observou-se que os riscos transmitidos pelas máquinas e ferramentas estão presentes em praticamente todas as classes de riscos. Visto que a NR-12 especifica diversos itens da norma como solução preventiva para cada agente de risco, apresenta-se no Quadro 6 os principais.

Quadro 6 - Detalhamento dos riscos operacionais e medidas preventivas das máquinas.

DETALHAMENTO DOS RISCOS OPERACIONAIS	
Riscos	Medidas preventivas
Risco físico: pressão do sonora	Uso de equipamento de proteção individual de acordo com o item 12.106 da NR12.
Risco químico: apresenta poeira mineral.	Uso de equipamento de proteção individual de acordo com o item 12.106 da NR12.
Risco ergonômico: posturas inadequadas em bancadas, manuseio e transporte de materiais, movimentos repetitivos e ausência de pausas durante as atividades.	Projeção, construção e mantimento dos aspectos ergonômicos de acordo com o item 12.94 da NR12.
Risco de acidentes: queda de materiais e equipamentos e, o uso incorreto dos aparelhos.	Controle da segurança atentando para a sinalização, o manual, os procedimentos e capacitação adequada para manuseio da máquina, de acordo com os itens 12.116, 12.126, 12.130 e 12.135 da NR12.

Fonte: Autoria própria, 2020.

4.1.1 BETONEIRA

Ao analisar a betoneira foi possível destacar a identificação de perigos encontrados de acordo com a Figura 7, pressão sonora, poeira mineral, manuseio e transporte de materiais e o uso incorreto dos aparelhos.

Figura 8 - Identificação dos riscos betoneira.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Realizado o detalhamento dos riscos operacionais (1-Físico, 2- Químico, 3- Ergonômico e 4- Acidente) e a avaliação do HRN para a situação atual, foram avaliados os níveis de risco associado a cada tipo encontrado na betoneira sem a devida segurança, observou-se os seguintes riscos de acordo com o Quadro 7.

Quadro 7 - Risco de acesso a zona de perigo durante o funcionamento da betoneira.

HRN - ATUAL		
Probabilidade de Ocorrência (LO)	8	Provável (sem surpresas)
Frequência de Exposição (FE)	1,5	Semanalmente
Gravidade da Possível Lesão (DPH)	10	Perda parcial de audição
Número de Pessoas Expostas (NP)	1	1-2 pessoas
Nível de Risco	120	Oferece possíveis riscos, necessitam que sejam utilizadas medidas de controle de segurança urgentemente
Classificação do Risco	Muito Alto	Devem ser realizadas ações para reduzir ou eliminar o risco. Garantir a implementação de proteções ou dispositivos de segurança.

Fonte: Autoria própria, 2020.

Onde,

$$\text{HRN} = \text{LO} \times \text{FE} \times \text{DPH} \times \text{NP}$$

$$\text{HRN} = 8 \times 1,5 \times 10 \times 1$$

$$\text{HRN} = 120$$

Pode-se destacar que a betoneira em estudo apresenta vários riscos, deixando o operador totalmente exposto aos mesmos ao executar qualquer tipo de atividade na máquina, vindo a sofrer danos à saúde e integridade física: arranhão, corte/enfermidade leve, fratura leve de ossos – dedos das mãos/dedos dos pés, fratura grave de ossos – mão/braço/perna e perda parcial da audição, esse último prejudica tanto o operador quanto quem está próximo a máquina, devido aos índices de ruídos do barulho constante.

“Manutenções preventivas e inspeções periódicas são fundamentais para garantir a funcionalidade dos sistemas de segurança, assim como treinamentos contínuos também são fatores decisivos para que sejam satisfatórios os resultados almejados.” (BELTRAME, 2018).

Logo, com base no levantamento dos riscos existentes na betoneira e o nível de risco de acordo com o método HRN, buscou-se medidas de prevenção e proteção para garantir um ambiente de trabalho seguro. De acordo com estudos realizados, foram observados requisitos mínimos para utilização de uma betoneira.

Na parte estrutural da betoneira é necessária uma adequação a NR-12, com a instalação de um painel com chave geral, botão liga-desliga, reset e de parada emergencial. Também, é importante colocar placas de advertência sobre o perigo de operar a máquina estando o usuário com joias, roupas longas e cabelos soltos (longos) e sobre a necessidade de utilização de EPI's conforme o item 12.116 da NR-12, deixando o operador informado de que riscos o mesmo está sujeito se não seguir o que a sinalização adverte, conforme o item 12.117 e 12.124.1 da NR 12.

Na Figura 09 é possível observar as sinalizações necessárias sobre a utilização de EPI's e sobre os cuidados que o operador deve ter ao operar a máquina.

Figura 9 - Sinalizações necessárias.



Fonte: ITAFORT, 2016.

Ainda deve-se destacar a necessidade de colocação de sinalizações de conscientização, como as da Figura 10.

Figura 10 - Sinalização de conscientização.



Fonte: CHANSIGN, 2015.

Na Figura 11 é possível observar os equipamentos necessários para proteção individual a serem utilizados pelo trabalhador durante operação da máquina, destaca-se na Figura 12 dois tipos de proteção auricular.

Figura 11 - Luvas de segurança; Óculos de segurança; Botas de segurança; Avental ou jaleco; e Máscara.



Fonte: CURSOBIOQUÍMICA, 2019.

Figura 12 -Protetor auricular de segurança de silicone (esquerda); protetor auricular de segurança tipo concha (direita).



Fonte: EPIECIA, 2020.

Como também medida preventiva, conforme a norma NR-12 declara, é obrigatório realizar a inspeção de pré-uso da máquina ou ferramenta a cada início de turno, troca de operação e após manutenção.

Todos os usuários devem receber instruções e supervisão de profissional qualificado, capacitado e legalmente habilitado.

Com a aplicação dessas medidas de segurança, foi realizada uma nova avaliação com HRN, a qual apresentou níveis mais seguros para os operadores da betoneira, mudando a classificação dos riscos de muito alto para muito baixo, veja no Quadro 8.

Quadro 8 - Risco de acesso a zona de perigo durante o funcionamento da betoneira, após a simulação.

HRN – APÓS RECOMENDAÇÕES		
Probabilidade de Ocorrência (LO)	2	Provável (sem surpresas)
Frequência de Exposição (FE)	1,5	Semanalmente
Gravidade da Possível Lesão (DPH)	0,5	Enfermidade leve
Número de Pessoas Expostas (NP)	1	1-2 pessoas
Nível de Risco	1,5	Manter as medidas de proteção
Classificação do Risco	Muito baixo	Considerar possíveis ações. Manter as medidas de proteção.

Fonte: Autoria própria, 2020.

4.1.2 RETÍFICA

De modo análogo ao estudo feito na betoneira, foi analisada a retífica identificando os perigos encontrados de acordo com a Figura 13.

Figura 13 - Identificação dos riscos retífica.

Fonte: Autoria própria, 2020.

Com o detalhamento preliminar dos riscos operacionais (1-Físico, 2-químico, 3-ergonômico e 4-Acidente) da retífica foi feita uma apreciação dos riscos, que se encontra no Quadro 6, juntamente com a avaliação do HRN para a situação atual, veja no Quadro 9.

Quadro 9 - Risco de acesso a zona de perigo durante o funcionamento da retífica.

HRN - ATUAL		
Probabilidade de Ocorrência (LO)	15	Certeza
Frequência de Exposição (FE)	1	Mensalmente
Gravidade da Possível Lesão (DPH)	10	Perda de 2 membros
Número de Pessoas Expostas (NP)	1	1-2 pessoas
Nível de Risco	150	Oferece possíveis riscos, necessitam que sejam utilizadas medidas de controle de segurança urgentemente
Classificação do Risco	Muito Alto	Devem ser realizadas ações para reduzir ou eliminar o risco. Garantir a implementação de proteções ou dispositivos de segurança.

Fonte: Autoria própria, 2020.

Onde,

$$\text{HRN} = \text{LO} \times \text{FE} \times \text{DPH} \times \text{NP}$$

$$\text{HRN} = 15 \times 1 \times 10 \times 1$$

$$\text{HRN} = 150$$

Ao avaliar-se a operação da máquina, foi observado que o usuário realiza movimentos e esforços repetitivos, causando desconfortos osteomusculares. Além disso, foi constatada a formação de poeiras e ruídos durante o funcionamento da máquina. Pode-se destacar ainda que a retífica possui extremidades pontiagudas, podendo gerar danos à saúde do operador como arranhões e cortes.

Buscando medidas de proteção para reduzir níveis de risco durante desenvolvimento laboral na máquina, foram sugeridas as seguintes alterações: quando estiver em funcionamento, as pessoas não autorizadas devem ser mantidas a uma distância segura, de no mínimo 1,5 metros da máquina, que ao manusear o operador deve utilizar de equipamentos de proteção individuais de acordo com as Figura 8 e Figura 9. É recomendável a colocação de placas sinalizadoras advertindo sobre o perigo de operar a máquina estando portando joias, roupas longas e com cabelos longos soltos.

As alterações estruturais sugeridas na retífica é que a mesma possua um acionamento automático de paralisação, caso haja contato com algum tipo de líquido, que suas bordas pontiagudas sejam revestidas com um material do tipo borracha, impedindo assim o contato diretamente dos operadores com a máquina. Além disso, é necessária uma adequação a NR-12, com a instalação de um painel com chave geral, botão liga-desliga, reset e de parada emergência.

Após isso, realizou-se uma nova simulação com HRN, adicionando as alterações observadas, com o intuito de demandar um ambiente seguro e transformar a classificação dos riscos muito alto para muito baixo observado no Quadro 10.

Quadro 10 - Risco de acesso a zona de perigo durante o funcionamento da retífica após as medidas de segurança, após a simulação.

HRN – APÓS RECOMENDAÇÕES		
Probabilidade de Ocorrência (LO)	2	Possível
Frequência de Exposição (FE)	1	Mensalmente
Gravidade da Possível Lesão (DPH)	1	Fratura leve nos ossos
Número de Pessoas Expostas (NP)	1	1-2 pessoas
Nível de Risco	1,5	Manter as medidas de proteção
Classificação do Risco	Muito baixo	Considerar possíveis ações. Manter as medidas de proteção.

Fonte: Aatoria própria, 2020.

4.1.3 PRENSA HIDRÁULICA

Destacaram-se os respectivos perigos por meio do estudo feito na prensa hidráulica de acordo com a Figura 14.

Figura 14 - Identificação dos riscos prensa hidráulica.



Fonte: Aatoria própria, 2020.

Os detalhamentos preliminares dos riscos operacionais da prensa hidráulica apresentados são: 1-Físico, 2-ergonômico e 3-Acidente, as quais de modo similar estão especificados no Quadro 6. Posteriormente foi feito um levantamento dos riscos juntamente com a avaliação do HRN para a situação atual.

Quadro 11 - Risco de acesso a zona de perigo durante o funcionamento da prensa hidráulica.

HRN - ATUAL		
Probabilidade de Ocorrência (LO)	10	Muito provável
Frequência de Exposição (FE)	1,5	Semanalmente
Gravidade da Possível Lesão (DPH)	8	Perda parcial da audição
Número de Pessoas Expostas (NP)	1	1-2 pessoas
Nível de Risco	120	Oferece possíveis riscos, necessitam que sejam utilizadas medidas de controle de segurança urgentemente
Classificação do Risco	Muito Alto	Devem ser realizadas ações para reduzir ou eliminar o risco. Garantir a implementação de proteções ou dispositivos de segurança.

Fonte: Autoria própria, 2020.

Onde,

$$\text{HRN} = \text{LO} \times \text{FE} \times \text{DPH} \times \text{NP}$$

$$\text{HRN} = 10 \times 1,5 \times 8 \times 1$$

$$\text{HRN} = 120$$

Levando-se em consideração que o operador tem livre acesso à zona de perigo, isso faz com que o mesmo esteja exposto a sofrer sérios danos à saúde e à integridade física, como: arranhões, cortes e fraturas nos dedos das mãos e dos pés. Em casos mais graves, podendo haver a perda de um ou dois dedos das mãos, além da perda parcial da audição, devido os ruídos de impactos provocados pela compressão dos corpos de prova na máquina.

É visto também que está presente o risco de corpos de prova serem arremessados contra os operadores e pessoas que estejam próximas ao local, por um descuido do operador em não fixar bem a peça na prensa hidráulica.

A partir do levantamento dos riscos existentes na máquina, procuraram-se medidas de segurança ocupacional e reajuste da máquina para reduzir os níveis de risco, garantindo um ambiente de trabalho com o mínimo de risco possível.

Diante disso, foi visto que as principais medidas preventivas para executar atividades com segurança na prensa hidráulica foram verificar se a prensa está fixada em local resistente,

nivelado e livre de poeira, como também livre de qualquer pressão residual, se a lubrificação da máquina está adequada para uso e a proteção móvel da zona de risco está fechada para evitar que estilhaços atinjam operadores durante seu funcionamento.

No caso da prensa hidráulica a mesma já se encontra dentro dos padrões de utilização pela NR-12, pois possui um sistema de intertravamento e o botão de parada de emergência. Porém, é importante destacar um ponto negativo, que é a ausência de qualquer sinalização para uso da máquina, sendo que normas de segurança exigem que um ambiente laboral esteja sinalizado para advertir os operadores para os riscos que estão expostos.

Simulando a aplicação das medidas de segurança, foi realizada uma nova avaliação com HRN, a qual apresentou níveis mais seguros para os operadores da prensa hidráulica, alterando a classificação dos riscos de muito alto para muito baixo, veja no Quadro 12.

Quadro 12 - Risco de acesso a zona de perigo durante o funcionamento da prensa hidráulica após as medidas de segurança, após a simulação.

HRN – APÓS RECOMENDAÇÕES		
Probabilidade de Ocorrência (LO)	2	Possível
Frequência de Exposição (FE)	1,5	Semanalmente
Gravidade da Possível Lesão (DPH)	1	Fratura leve nos ossos
Número de Pessoas Expostas (NP)	1	1-2 pessoas
Nível de Risco	3	Manter as medidas de proteção
Classificação do Risco	Muito baixo	Considerar possíveis ações. Manter as medidas de proteção.

Fonte: Autoria própria, 2020.

4.1.4 ARGAMASSADEIRA

Através da análise da argamassadeira, identificaram-se os respectivos perigos, pressão sonora, manuseio e transporte de materiais, posturas inadequadas em bancadas, queda de materiais e equipamentos e o uso incorreto dos aparelhos, de acordo com a Figura 15.

Figura 15 - Identificação dos riscos da argamassadeira.

Fonte: Autoria própria, 2020.

Diante disso, foram-se detalhados os riscos operacionais (1- Físico, 2- Ergonômico e 3- Acidente) da argamassadeira, por seguinte uma análise dos riscos junto com o método HRN para a situação atual de acordo com a o Quadro 13.

Quadro 13 - Risco de acesso a zona de perigo durante o funcionamento da argamassadeira.

HRN - ATUAL		
Probabilidade de Ocorrência (LO)	10	Muito provável
Frequência de Exposição (FE)	1,5	Semanalmente
Gravidade da Possível Lesão (DPH)	8	Perda parcial da audição
Número de Pessoas Expostas (NP)	1	1-2 pessoas
Nível de Risco	120	Oferece possíveis riscos, necessitam que sejam utilizadas medidas de controle de segurança urgentemente
Classificação do Risco	Muito Alto	Devem ser realizadas ações para reduzir ou eliminar o risco. Garantir a implementação de proteções ou dispositivos de segurança.

Fonte: Autoria própria, 2020.

Onde,

$$\text{HRN} = \text{LO} \times \text{FE} \times \text{DPH} \times \text{NP}$$

$$\text{HRN} = 10 \times 1,5 \times 8 \times 1$$

$$\text{HRN} = 120$$

Notou-se que a argamassadeira pode apresentar danos à saúde e integridade física do operador similar aos riscos da prensa hidráulica, que são: arranhões, cortes e fraturas nos dedos das mãos e perda parcial da audição. Além das extremidades pontiagudas, podendo provocar também nos operadores arranhões e cortes.

Por meio do levantamento dos riscos encontrados na referida máquina, investigou-se medidas de segurança ocupacional de acordo com a NR-12. Assim foi proposto reajustes com o intuito de reduzir os níveis de riscos e ofertar maior segurança ao usuário. Diante disso, as soluções apresentadas foram: não permitir a entrada de pessoas não autorizadas próximo a máquina, treinamento dos operadores por um profissional qualificado, manter sempre a máquina e o local limpo e seco, sinalização dos riscos que os usuários estão expostos, verificação se a bancada está firme e nivelada antes do manuseio, não introduzir objetos na cuba ou soltá-la, utilização de EPI's de acordo com as Figura 11 e Figura 12, e que bordas pontiagudas sejam revestidas com um material do tipo borracha. Na parte estrutural da argamassadeira é necessária uma adequação a NR-12, com a instalação de um painel com chave geral, botão liga-desliga, reset e de parada emergencial.

Aplicando-se uma simulação dessas condições de segurança de utilização da argamassadeira, foi realizada uma nova avaliação com HRN, a qual apresentou níveis mais seguros para os operadores da máquina, tornando os níveis de riscos muito baixos. Diminuindo assim a chance de ocorrer algum tipo de acidente ocupacional, observado no Quadro 14.

Quadro 14 - Risco de acesso a zona de perigo durante o funcionamento da argamassadeira após as medidas de segurança, após a simulação.

HRN – APÓS RECOMENDAÇÕES		
Probabilidade de Ocorrência (LO)	2	Possível
Frequência de Exposição (FE)	1,5	Semanalmente
Gravidade da Possível Lesão (DPH)	1	Fratura leve nos ossos
Número de Pessoas Expostas (NP)	1	1-2 pessoas
Nível de Risco	3	Manter as medidas de proteção
Classificação do Risco	Muito baixo	Considerar possíveis ações. Manter as medidas de proteção.

Fonte: Autoria própria, 2020.

5 CONCLUSÕES

No desenvolvimento deste trabalho, buscou-se através da investigação dos riscos operacionais encontrados nos laboratórios da área da construção civil, promover alternativas a fim de controlar as zonas de perigo, habilitando segurança e conforto ergonômicos aos usuários.

Por meio de uma avaliação qualitativa foi identificado os riscos operacionais das principais máquinas e equipamentos presentes nos laboratórios, sendo a metodologia aplicada a HRN, que possibilitou determinar e detalhar uma classificação com grau alto dos níveis riscos operacionais existentes. Com isso, foi necessário propor medidas de proteção e prevenção, qualificando o ambiente ocupacional para ser apto a realizar as operações pelos usuários sobre as máquinas.

Assim, com as propostas de melhorias, fez-se uma nova avaliação do método HRN, o qual se mostrou eficiente, pois com a simulação do ambiente seguro conseguiu reduzir os níveis de riscos, tornando o desenvolvimento das atividades executadas nos laboratórios em níveis mais seguros. Logo, concluiu-se que com a utilização de procedimentos de segurança, padronização de normas, uso de EPI's e EPC's, métodos etc., é possível transformar uma zona de perigo para um espaço que não possa provocar danos à saúde e integridade física dos operadores das máquinas.

Vale ressaltar, que a fiscalização e orientação aos usuários quanto ao uso correto das máquinas e ferramentas deve ser algo obrigatório rotineiramente. Além disso, é necessário que o catálogo de registro das manutenções das máquinas esteja em dia, assim evitando falhas técnicas do maquinário e por consequência possibilitando uma execução adequada e segura.

Diante disso, é importante que seja colocado em prática as propostas apresentadas em trabalhos futuros para melhorias dos ambientes laboratoriais e conseqüentemente o desenvolvimento educacional, resultando assim ambientes menos insalubres nas estruturas físicas do Instituto localizado em Cajazeiras-PB.

REFERÊNCIAS

ABRANTES JUNIOR, João Bosco. **Avaliação de riscos dos laboratórios da área de engenharia civil do IFPB – Campus Cajazeiras**. 2020. 49p. Monografia da graduação em Engenharia Civil – Instituto Federal de Educação. Cajazeiras, PB, 2020.

BATISTA, Everson; POSSATO, Tiago. **Manual de segurança e boas práticas nos laboratórios do IFC – Campus Videira**. Videira.

BELTRAME, Sarah de Oliveira. **Análise de redução de risco em torno mecânico e adequação ao padrão da norma regulamentadora (NR-12)**. 2018, 29p. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Mecânica do Departamento Acadêmico de Mecânica (DAMEC) - Universidade Tecnológica Federal. do Paraná - Pato Branco, PR, 2018.

BIOSEGURANÇA no laboratório. **Curso bioquímica**, São Paulo. Disponível em: http://cursobioquimica.iq.usp.br/paginas_view.php?idPagina=496&idTopico=1026#.X1Ewz3IKjiU%3E.%20Acesso%20em:%202003%20set.%202020. Acesso em: 03 de set. de 2020.
BLOG DE ENGENHARIA. Fluxo, 2015. Página inicial. Disponível em: <https://fluxoconsultoria.poli.ufrj.br/blog/quimica-alimentos/3-passos-seguranca-no-laboratorio/>. Acesso em: 01 de mar. de 2020.

Brasil, Ministério do Trabalho e Emprego. NR 12: **Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos**. Brasília, DF, 1978a.

CONTENCO. **Como realizar a retífica de corpos de prova de concreto, argamassa e rocha**. P.1, 23 de set. 2019. Disponível em: <https://contenco.com.br/como-realizar-a-retifica-de-corpos-de-prova/>. Acesso em: 29 mar. 2020.

ENGEL, Tatiana; TOLFO, Denise. **Métodos de pesquisa**. 1. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2009.
ENIT. Normas Regulamentadoras – Português. Disponível em: <https://enit.trabalho.gov.br/portal/index.php/seguranca-e-saude-no-trabalho/sst-menu/sst-normalizacao/sst-nr-portugues?view=default>. Acesso em: 22 março 2020.

FAVERIN, Victor. **Acidentes de trabalho com máquinas causaram mais de 25 mil amputações**. Cipa, São Paulo, p.1, 31 de mai. 2019.

LIMA, Tomás. **Trabalho em Máquinas e Equipamentos**. 4 nov. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/o-que-e-nr-12/>. Acesso em: 23 mar. 2020

MENEZES, Hélio. Riscos de Acidentes. Fio cruz, Brasília, 2001. Disponível em: http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/virtual%20tour/hipertextos/up1/riscos_de_acidentes.html#:~:text=Riscos%20de%20Acidentes%20s%C3%A3o%20todos,sua%20integridade%20f%C3%ADsica%20ou%20moral. Acesso em: 23 jun. 2020.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO TRABALHO. **Número de mortes por acidente de trabalho volta a crescer no Brasil após cinco anos**. Disponível em: <https://extra.globo.com/emprego/numero-de-mortes-por-acidente-de-trabalho-volta-crescer-no-brasil-apos-cinco-anos-23699285.html>. Acesso em: 26 de outubro de 2020.

NICLOTTI, Rogério Luiz. **Implementação da NR-12 em uma prensa hidráulica de modelo o calde usando o método HRN**. 2018.72p. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Mecânica do Departamento Acadêmico de Mecânica (DAMEC) - Universidade Tecnológica Federal. Pato Branco, PR, 2018.

NR12SEMSEGREDOS. **Três maneiras de reduzir HRN para atendimento à NR12**. Página inicial. Disponível em: <https://www.nr12semsegredos.com.br/3-maneiras-reduzir-o-hrn-nr12/>. Acesso em: 18 de mar. de 2020.

OLIVEIRA, Gleydson. **Manual de segurança para laboratórios**. Natal: IFRN, 01 de out. de 2016, 48 págs.

PLACA SEGURANÇA – uso obrigatório de avental, óculos, máscara, protetor auricular e luvas. **Itafort**. Disponível: <https://itafortnet.com.br/produtos/placa-seguranca-uso-obrigatorio-de-avental-oculos-mascara-protetor-auricular-e-luvas/>. Acesso em: 03 de set. de 2020.

PORTAL DA ENGENHARIA. **Acidentes com máquinas e a NR 12**, 2018. Página inicial. Disponível em: <https://siteantigo.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/informatica/acidentes-com-maquinas-e-a-nr-12/57154>. Acesso em: 10 de mar. de 2020.

PROTETOR AURICULAR. **EPIECIA**, São Paulo, 2020. Disponível em: <http://epiecia.com/loja/protetor-auricular-silicone-freitas/>. Acesso em: 18 de nov. de 2020.

REVISTA PROTEÇÃO. OIT: **2,3 milhões de mortes por acidentes de trabalho no mundo. 2014**. Disponível em: http://www.protecao.com.br/noticias/estatisticas/oit:_2,3_milhoes_de_mortes_por_acidentes_de_trabalho_no_mundo/AQyAAcji/7087. Acesso em: 26 junho 2020.

SALIBA, Tuffi Messias. **Manual Prático de Higiene Ocupacional e PPRA**. 6. Ed. São Paulo: LTr, 2014.

SEGURANÇA: pequenas distrações podem causar grandes acidentes. **Chansing**, 2015. Disponível em: <http://www2.chansign.com.br/produto/seguranca-9801>. Acesso em: 03 de set. de 2020.

SOUSA, José Wallisson de Abreu. **Análise dos riscos de operação de máquinas e equipamentos em um laboratório de usinagem de uma instituição de ensino pública**. 2018. 96p. Trabalho de conclusão do curso superior de Tecnologia em Automação Industrial – Instituto Federal da Paraíba, Campus Cajazeiras. Cajazeiras, 2018.

UVA, Marcelo. **Betoneira: Saiba tudo sobre a máquina de preparar concreto**. SUPERBID. p.1, 2020.