

**CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

Henrique Eichner

**GESTÃO DE RISCOS E SISTEMAS DE SEGURANÇA EM UMA MÁQUINA  
UNIVERSAL DE ENSAIOS**

Santa Cruz do Sul  
2016

Henrique Eichner

**GESTÃO DE RISCOS E SISTEMAS DE SEGURANÇA EM UMA MÁQUINA  
UNIVERSAL DE ENSAIOS**

Trabalho de Graduação, apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade de Santa Cruz do Sul, UNISC, para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador(a): Prof.<sup>a</sup> Leticia Diesel

Santa Cruz do Sul  
2016

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Ilustração 1 - Campus-Sede da UNISC, funcionamento diurno .....	15
Ilustração 2 - Campus-Sede da UNISC, funcionamento noturno .....	15
Ilustração 3 - Logo da UNISC.....	16
Ilustração 4 – Bloco 50 do Campus-Sede da UNISC .....	16
Ilustração 5 – Processo da Gestão de Risco.....	21
Ilustração 6 – Fluxograma da Metodologia .....	38
Ilustração 7 – Apreciação de Riscos .....	41
Ilustração 8 – Ensaio de Compressão em corpo de prova de concreto com módulo de elasticidade e em prisma cerâmico.....	52
Ilustração 9 – Ensaio de Tração em uma barra de aço.....	53
Ilustração 10 – Ensaio de Flexão em um caibro de madeira.....	54
Ilustração 11 – Ensaio de Flexão em um prisma de concreto .....	55
Ilustração 12 – Tomadas de ligação do equipamento conjunto.....	57
Ilustração 13 – Centro de Distribuição onde se encontra o circuito elétrico que o equipamento utiliza .....	57
Ilustração 14 – Quadro Geral de Baixa Tensão .....	58
Ilustração 15 – Sinalização de segurança.....	58
Ilustração 16 – Conjunto Máquina Universal de Ensaio e suas zonas de riscos .....	60
Ilustração 17 – Vistas lateral e frontal, respectivamente, da Máquina Universal .....	61
Ilustração 18 – Vistas frontal e lateral, respectivamente, da prensa no conjunto da Máquina Universal de Ensaio .....	62
Ilustração 19 – Projeto 3D das grades de proteção frontal e traseiras, respectivamente, para Máquina Universal .....	64
Ilustração 20 – Projeto 3D das grades de proteção frontal e traseiras, respectivamente, para prensa.....	64
Ilustração 21 – Vistas lateral e frontal, respectivamente, da Máquina Universal com suas áreas de proteção .....	65
Ilustração 22 – Vistas frontal e lateral, respectivamente, da prensa no conjunto da Máquina Universal de Ensaio com suas áreas de proteção .....	66

Ilustração 23 – Painel de controle e botão de emergência.....	68
Ilustração 24 – Equipamento sem sinalizações de segurança .....	68
Ilustração 25 – Painel de controle detalhado .....	69
Ilustração 26 – Sinalizações necessárias de segurança .....	71
Ilustração 27 – Realização de aulas práticas demonstrativas de ensaios de compressão.....	73
Ilustração 28 – Demonstração de alguns corpos de prova para ensaios de compressão.....	73
Ilustração 29 – Limitações da área de utilização do equipamento .....	75
Ilustração 30 – EPI's necessários para acompanhamento dos ensaios.....	75
Ilustração 31 – Colocação e retirada de material no ensaio de compressão em corpo de prova de concreto.....	77
Ilustração 32 – EPI's necessários para colaboração dos ensaios.....	78
Ilustração 33 – Ligações pneumáticas nos comandos para ensaios de tração	80
Ilustração 34 – Ligações pneumática nos comandos para ensaios de tração .	80
Ilustração 35 – Ligações hidráulicas nos comandos para ensaios de compressão, interligadas entre o conjunto do equipamento .....	82
Ilustração 36 – Ligação hidráulica do conjunto.....	82
Ilustração 37 – Fusos de movimentação (colunas) da máquina para comandos nos ensaios de flexão.....	84
Ilustração 38 – Motor sem e com sua proteção.....	86
Ilustração 39 – Comando eletrônico sem e com sua proteção.....	87
Ilustração 40 – Ciclo PDCA .....	92

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Probabilidade de Exposição .....	33
Tabela 2 - Frequência de Exposição .....	33
Tabela 3 - Probabilidade Máxima de Perda .....	34
Tabela 4 - Número de Pessoas Expostas ao Risco .....	34
Tabela 5 - Nível de Risco .....	35
Tabela 6 - Identificação do Equipamento .....	42
Tabela 7 - Documentação do Equipamento .....	50
Tabela 8 - HRN do Quadro Elétrico Atual .....	56
Tabela 9 - HRN do Acesso Atual ao Equipamento.....	59
Tabela 10 - HRN do Acesso Proposto ao Equipamento .....	63
Tabela 11 - HRN do Botão de Emergência e Sinalizações Atuais .....	67
Tabela 12 - HRN do Botão de Emergência e Sinalizações Propostas .....	70
Tabela 13 - HRN do Funcionamento Atual Durante Ensaios .....	72
Tabela 14 - HRN Funcionamento Proposto Durante Ensaios .....	74
Tabela 15 - HRN da Operação Atual Pré e Pós Ensaios .....	76
Tabela 16 - HRN da Operação Proposta Pré e Pós Ensaios .....	78
Tabela 17 - HRN da Parte Pneumática Atual.....	79
Tabela 18 - HRN da Parte Hidráulica Atual.....	81
Tabela 19 - HRN da Parte de Fusos .....	83
Tabela 20 - Comparativo HRN .....	85
Tabela 21 - Análise de Status .....	93

## LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APESC	Associação Pró-Ensino de Santa Cruz do Sul
AT	Acidente de Trabalho
CEPRU	Centro de Educação Profissional da UNISC
CFE	Conselho Federal de Educação
CIPA	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
CLT	Consolidação das Leis do Trabalho
CNPJ	Cadastro Nacional de Pessoas Jurídicas
CP	Corpo de Prova
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FE	Frequência de Exposição
FISC	Faculdades Integradas de Santa Cruz do Sul
HRN	<i>Hazard Rating Number</i> (Número de Classificação de Risco)
MEC	Ministério da Educação
MPL	Probabilidade Máxima de Perda
MPS	Ministério da Previdência Social
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
NP	Número de Pessoas
NR	Norma Regulamentadora
OIT	Organização Internacional do Trabalho
PE	Probabilidade de Exposição
PIB	Produto Interno Bruto
PPRA	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
SEGUR	Seção de Segurança e Saúde no Trabalho
SESMT	Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho
SINAES	Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
UNISC	Universidade de Santa Cruz do Sul

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	11
1.1. Histórico da Empresa .....	12
1.2. Justificativa .....	16
1.3. Objetivos .....	19
1.3.1. Objetivo Geral .....	19
1.3.2. Objetivos Específicos .....	19
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	20
2.1. Segurança do Trabalho .....	20
2.1.1. Acidente de Trabalho .....	20
2.1.2. Gestão de Riscos .....	21
2.1.3. <i>Checklist</i> .....	22
2.1.4. Normas para Segurança com Máquinas e Equipamentos .....	22
2.2. A Norma Regulamentadora 12.....	25
2.2.1. Máquinas Universais de Ensaio, Prensas e Similares.....	30
2.3. Análise de Riscos.....	31
2.3.1. Método HRN ( <i>Hazard Rating Number</i> ).....	32
2.4 Fiscalização e Penalidades .....	36
3. METODOLOGIA.....	37
4. DESENVOLVIMENTO / APLICAÇÃO .....	40
4.1. Fatores de Acidentes e Avaliação de Riscos .....	40
4.2. Avaliação dos Riscos .....	41
4.2.1. Identificação do Equipamento .....	41
4.2.2. Documentação do Equipamento .....	50
4.3. Conjunto Máquina Universal de Ensaio e seus Processos.....	51
4.3.1. Ensaio de Compressão .....	51

4.3.2. Ensaio de Tração .....	53
4.3.3. Ensaio de Flexão.....	54
4.4. Identificação e Estimativas de Riscos do Equipamento .....	55
4.4.1. Zona de Risco 1: Aterramento e Quadro Elétrico .....	56
4.4.2. Zona de Risco 2: Acessos do Equipamento.....	59
4.4.3. Zona de Risco 3: Botão de Emergência e Sinalizações .....	66
4.4.4. Zona de Risco 4: Funcionamento Durante Ensaios .....	72
4.4.5. Zona de Risco 5: Operação Pré e Pós Ensaios .....	75
4.4.6. Zona de Risco 6: Parte Pneumática.....	79
4.4.7. Zona de Risco 7: Parte Hidráulica.....	81
4.4.8. Zona de Risco 8: Parte de Funcionamento por Fusos .....	83
4.4.9. Quadro Comparativo .....	84
4.5. Motor e Comando Eletrônico.....	86
4.6. <i>Checklist</i> de Verificação de Segurança.....	87
4.7. Manual de Operação .....	89
4.8. Ciclo PDCA ( <i>Plan-Do-Check-Adjust</i> ).....	92
4.9. Análise das Condições de Segurança do Equipamento Após Propostas de Intervenções Necessárias .....	92
5. CONCLUSÃO.....	95
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	96



## RESUMO

A Norma Regulamentadora 12, em sua atualização, reforçou a importância da questão de segurança em máquinas e equipamentos. Com essa necessidade de adequação, as empresas brasileiras estão buscando formas de regularização. A NR12 fornece orientações sobre todos os tipos de procedimentos legais e obrigatórios a máquinas e equipamentos, relacionados à segurança e medicina do trabalho. Com esse intuito, o foco do trabalho foi realizar todo o processo de identificar e avaliar riscos, conseqüentemente propor adequações em uma Máquina Universal de Ensaio utilizada em laboratório de ensino, projetando as intervenções com dispositivos e sinalizações de segurança para eliminação e controle dos mesmos. Além desta adequação do equipamento, o trabalho teve ênfase na vida útil do equipamento, fazendo seu uso correto com a criação de *checklist* de segurança e manual de operação com o passo a passo para sua utilização ideal. Estima-se que com a implantação das medidas propostas, o conjunto da máquina esteja em condições de segurança para seu funcionamento, bem como para seus colaboradores que nela operam e/ou acompanham. Todas estas projeções e alterações da máquina estão em conformidade com técnicas estudadas e previstas no trabalho em questão.

**Palavras-chave:** Segurança, riscos, ensaios, NR12, HRN.

## **ABSTRACT**

*The regulation 12, on its update, highlights the importance of the safety issue in machinery and equipment's. With a need to adapt, Brazilian companies are seeking ways to regulate them. This regulation provides technical references, basic principles and protective measures to ensure worker's health and physical integrity. This project is focused in the process of planning risks and also proposes adjustments using a universal testing machine used in teaching laboratory, designing as interventions with devices and safety signs for elimination and control. In addition to the use of the universal equipment, the work's emphasis was in equipment life expectancy, doing its correct use of equipment's by using safety checklists and an operational manual with steps for its correct use. It's estimated that with a deployment of the proposed measures, the whole machine is in safe conditions for its operation, as well as for its employees who operate on it. Every projection and machine changes are in accordance with techniques studied and properly provided in this study.*

**Keyword:** *safety, risk, tests, NR12, HRN.*

## **ÁREA E LIMITAÇÕES DO TEMA**

O presente trabalho foi desenvolvido na área de Engenharia do Trabalho, mais especificamente no estudo de Gestão de Riscos de Acidentes do Trabalho. Limita-se à caracterização de um estudo e planejamento referente à análise de riscos, técnicas e descrição de sistemas de segurança a serem implantados em uma máquina universal de ensaios (sendo um conjunto interligado de dois equipamentos, prensa para até 200 toneladas e a máquina universal de ensaios para até 30 toneladas em tração, flexão e também compressão), objetivando a apreciação e redução de riscos e atendendo a Norma Regulamentadora 12 que estabelece requisitos técnicos e legais sobre os aspectos mínimos de segurança e saúde do trabalho, realizados dentro do Laboratório de Estruturas (sala 5010), localizado no bloco 50 da Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC, no período de março a junho de 2016.

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo De Cicco (2003) acidentes sempre aconteceram e as pessoas tem envolvimento direto neles, portanto tem-se em vista o desenvolvimento e crescimento de suas prevenções. Infelizmente, apesar de o assunto ser discutido continuamente, ainda carece de clareza e precisão. Do ponto de vista técnico, é frustrante, pois da mesma resultam desvios e vícios de trabalho e compreensão no assunto, podendo se adicionar as dificuldades, na resolução destes problemas. Qualquer discussão sobre perigos e riscos deve ser precedida de uma explicação da terminologia, seu sentido preciso.

De acordo com Cardella (1999, pg.17):

A prevenção de acidentes requer o estudo de fenômenos que causam danos e perdas às pessoas, ao patrimônio e ao meio ambiente. Se quiséssemos criar a ciência da prevenção de acidentes, escolheríamos esses fenômenos por objeto. O estudo requer uma ciência multidisciplinar, abrangendo a engenharia de segurança no trabalho. Analogamente ao que é feito na física, definiríamos conceitos básicos, como dano, perda, perigo, risco, agente agressivo, energia agressiva, contenção, proteção e emergência. Com eles, poderíamos estudar fenômenos acidentais e resolver problemas no campo da prevenção de acidentes e do controle de riscos.

Schimdt (2007) afirma que atualmente a segurança no trabalho vem ganhando cada vez mais importância. Há alguns anos, ao falar no assunto, o principal eram custos, hoje, esta ideia vem mudando e os empregadores buscam além da saúde a segurança do trabalhador. Com uma visão geral, associou-se a gestão onde há possibilidades de atingir qualidade e serviços, bem como extinguir os aspectos negativos da empresa, ligadas a responsabilidade social, cada vez mais envolvida com a empresa e seu produto.

Segundo Padão (1991) é importante criar o hábito de se analisar todos os tipos e níveis de acidentes, e não apenas os que resultem em lesões graves ou prejuízos materiais altos. Tem-se visto que, por vezes, aquele acidente considerado sem importância, de um grau mais leve, por não ocasionar vítima ou prejuízos materiais, poderá acontecer em outra ocasião se não forem analisadas seriamente as causas e tomadas às medidas preventivas para se evitar sua repetição. Estatísticas de acidentes nos mostram que 95% dos

acidentes ocorridos poderiam ter sido evitados apenas com uma análise preliminar dos riscos pelo próprio profissional em atuação antes de iniciar suas atividades.

A busca por melhorias das condições de segurança e saúde nos locais de trabalho deve ser uma constante, analisar informações de ocorrências como doenças e acidentes relacionados ao trabalho, nos permite o aprimoramento das normas de segurança e saúde dos profissionais, dos sistemas de gestão, das concepções e dos projetos que utilizam máquinas e equipamentos. Analisar estes incidentes é potencializar e aperfeiçoar a capacidade de prevenção.

### **1.1. Histórico da Empresa**

A instituição se deu início em 1962 com a Associação Pró-Ensino em Santa Cruz do Sul (APESC), mantenedora da UNISC. O primeiro curso a ser criado foi o de Ciências Contábeis em 1964, já em 1967 tiveram início os cursos da faculdade de Filosofia, Ciências e Letras. Em 1968, foi à vez da faculdade de Direito e, logo após, em dois anos, da escola superior de Educação Física.

Como a APESC não possuía patrimônio próprio, as aulas das faculdades eram ministradas em salas de aulas cedidas pelos colégios locais, em 1973, elas ocuparam o pavilhão central do atual Parque da Oktoberfest e três anos depois, em 1977, tudo foi transferido para um prédio da APESC, que acabará de ser construído perto deste mesmo parque, na Rua Coronel Jost.

Além da construção do prédio, nesta mesma década de setenta, a APESC também adquiriu a área, onde hoje se localiza o Campus-Sede da UNISC, na Avenida Independência, nº 2293, bairro Universitário.

No ano de 1980, a mantenedora deu mais um passo que ajudaria na futura conquista da Universidade, a APESC obteve aprovação do MEC para unir as quatro faculdades, surgindo assim a FISC (Faculdades Integradas de Santa Cruz do Sul).

Pensando na universidade e visando a qualificação docente e as atividades de pesquisa e de extensão, a FISC passou a oferecer cursos de

licenciatura em regime especial de férias e cursos de pós-graduação lato sensu em nível de especialização. A APESC estava atrás da ampliação do acervo da biblioteca, a instalação de um Centro de Processamento de Dados e a obtenção de financiamento federal a construção do Campus Universitário, tudo isso através do apoio da comunidade,

Com todo o esforço feito, o Campus-Sede da UNISC começou a ser edificado em 1982, as crises econômicas que ocorreram no país na década de oitenta contribuíram com a intensa participação da comunidade acadêmica a regional para a criação da Universidade.

Em 1991 foi aprovada pelo Conselho Federal de Educação (CFE) a Carta-Consulta com vistas à criação da Universidade. Sendo assim, houve uma transição onde as faculdades existentes foram extintas e ligadas diretamente à Administração Superior. Em 1993 o processo de criação da Universidade chegou ao fim com pleno êxito, passando à entidade a denominar-se Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC.

Os anos seguintes foram marcados por um acelerado desenvolvimento em todos os aspectos, houve uma nova arrancada de obras no Campus, o que permitiu que até 1997 todos os cursos pudessem ser transferidos para esse local. Novos cursos foram criados devido ao significativo aumento do número de estudantes.

Com o novo status de Universidade, a UNISC conseguiu a abertura dos cursos novos em diferentes áreas, como os da saúde: Psicologia, Enfermagem, Fisioterapia, Odontologia, Nutrição, Farmácia e Medicina. E na área das engenharias, arquitetura e ciências agrárias: Engenharia Agrícola, Engenharia de Produção, Engenharia Mecânica, Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Ambiental, Engenharia Civil, Engenharia de Computação e Engenharia Elétrica. Além disso, a UNISC, com a parceria de alguns municípios, também abriu Campis em outras cidades, como: Sobradinho, em 1998; Capão da Canoa, em 2001; Venâncio Aires, em 2004; e Montenegro no ano de 2011.

Nos últimos anos a UNISC tem investido muito nas áreas de tecnologia e saúde, como por exemplo, a instalação da Incubadora Tecnológica e do Parque Científico e Tecnológico da UNISC - Tecnounisc e a aquisição do Hospital Santa Cruz, do estado.

O caráter comunitário da instituição faz com que ela cresça acompanhando os avanços da tecnologia sem descuidar da atenção ao ser humano e ao meio ambiente, sem deixar de lado a preocupação permanente com a qualidade do trabalho que realiza. Foi desta forma que a Universidade se destacou, em 2008, na avaliação do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES) do Ministério da Educação (MEC). No ano 2010, novamente, a UNISC obteve a nota máxima, cinco, na Avaliação Institucional Externa (INEP/SESu/MEC), e em 2011, a Universidade obteve seu credenciamento por mais dez anos pelo MEC.

A APESC, além de atuar na área da educação superior, através da UNISC, em 1984 passou a ser também mantenedora da Escola de Ensino Básico Educar-se e, em 1999, do Centro de Educação Profissional da UNISC - CEPRU.

Com a aplicação dos ideais e esforços implantados pela instituição e pela comunidade, o futuro da UNISC e da região tende há evoluir cada dia mais.

O Bloco 50, pertencente aos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo, localizado dentro do Campus-Sede da UNISC, foi fundado em Maio de 2010, com cerca de 430 metros quadrados conta com uma ótima estrutura de apoio, tendo destaque em seus laboratórios e instalações, equipados com tecnologia de última geração. A estrutura possui o Laboratório de Tecnologia da Construção, de Mecânica dos Solos e Pavimentação, e Laboratório de Estruturas, o qual está locado o conjunto da Máquina Universal de Ensaio. Tendo também duas salas de aula, uma sala de reuniões e/ou estudos e as Coordenações de Laboratórios tanto do curso de Arquitetura quanto da Engenharia Civil. As atividades realizadas nestes laboratórios visam proporcionar aos alunos do curso o contato com os diferentes materiais utilizados na construção civil, bem como a verificação de suas propriedades e desempenho através de diversos tipos de ensaios. Outra atividade importante do Laboratório é desenvolver pesquisas no intuito do aperfeiçoamento de utilização ou descoberta de novos materiais no ramo da construção.

As ilustrações 1, 2, 3 e 4 mostram o campus sede da Universidade, assim como seu logo e bloco específico onde foi realizado o trabalho, respectivamente.

### Ilustração 1 - Campus-Sede da UNISC, funcionamento diurno



Fonte: UNISC, 2016.

### Ilustração 2 - Campus-Sede da UNISC, funcionamento noturno



Fonte: UNISC, 2016.



### Ilustração 3 - Logo da UNISC



Fonte: UNISC, 2016.

### Ilustração 4 – Bloco 50 do Campus-Sede da UNISC



Fonte: Autor, 2016.

## 1.2. Justificativa

Através do estudo de Zocchio (2002) as condições precárias dos locais de trabalho são as que comprometem a segurança, em outras palavras, são falhas, defeitos, irregularidade nos equipamentos, carência de dispositivos e ferramentas de segurança, falta de organização, entre outros, que colocam em

risco a integridade física e a saúde das pessoas, ou até mesmo o próprio equipamento.

Para Mendes (2001) o acidente de trabalho é um dos principais pontos de atenção do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), busca-se prevenir e/ou eliminar a possibilidade de sua ocorrência, pois o mesmo causa sofrimento pessoal, à família, prejuízos à empresa e ônus incalculáveis ao Estado. Um acidente começa muito antes do processo de execução de um trabalho, portanto, se a prevenção se inicia ainda na fase de concepção de máquinas, equipamentos e processos, a ação de prevenção funciona com muito mais facilidade, tornando os acidentes eventos com uma menor probabilidade de ocorrência.

Segundo Cardella (1999) a luta constante do homem contra os acidentes apresenta um aspecto notável, dispendo de recursos mais do que suficientes para evita-los, pois o progresso científico e tecnológico criou ferramentas de gestão e dispositivos altamente sofisticados em vários campos de atuação, inclusive na parte de prevenção de acidentes. Porém, o objetivo não tem sido atingido com perfeito sucesso e continuamos presenciando danos à integridade física do trabalhador ou pessoa envolvida no processo. E, um ponto também muito importante, a grande totalidade das causas dos acidentes tem sido atribuída a fatores humanos, ou seja, ao próprio homem, pela sua “autoconfiança” por ter experiência em um trabalho ou processo, ou achando que não terá chances de nada ocorrer, por exemplo, sem estar devidamente prevenindo os riscos que poderão ser causados sim, por menores que sejam.

Cardella (1999, pg. 25) também cita:

O homem cria condições altamente perigosas ao introduzir avanços tecnológicos proporcionados pela visão cartesiana (elevadas velocidades, temperaturas, pressões) e, no controle dos riscos, utiliza em demasia, consciente ou inconscientemente instrumentos subjetivos como “torcer para dar certo” e explicações do tipo “foi fatalidade”, “deu azar”.

De acordo com De Cicco (2003) uma razão para o estudo na gestão de riscos de acidentes do trabalho é que empresas e o público em geral tomaram consciência dos perigos causados pelo contínuo progresso tecnológico que estamos alcançando.

Processos básicos da gestão de riscos:

- Identificação de riscos;
- Análise dos riscos;
- Avaliação dos riscos;
- Tratamento dos riscos (prevenção: eliminação e/ou redução).

Segundo De Cicco (2003) na gestão de riscos, sendo ela um processo contínuo e sistemático, são identificadas perdas potenciais a pessoa e a empresas, ou seja, situações de risco de acidentes podem afetar a instituição.

Em 2008, a Seção de Segurança e Saúde no Trabalho (SEGUR) da Superintendência Regional do Trabalho e Emprego no Rio Grande do Sul, através de uma das suas publicações, divulgou um material técnico referente a eventos, causas, modos de prevenção e outros estudos que envolvam AT (acidente de trabalho) fatais, analisados por seus auditores fiscais. Neste material, apresenta-se uma estimativa, segundo a Organização Internacional do Trabalho (OIT), que seis mil trabalhadores perdem a vida a cada dia no mundo, devido a acidentes e doenças causadas pelo trabalho, além disso, a cada ano ocorrem 270 milhões de acidentes não-fatais no trabalho, onde resultam em um mínimo de três dias de ausência profissional, e 160 milhões de casos de doenças profissionais. O valor total aproximado destes acidentes e doenças equivale a 4% do PIB global.

Segunda a Revista CIPA (2014) e o Anuário Estatístico de Acidentes do Trabalho (2016) os dados estatísticos referentes a AT no Brasil, apresentados pelo Ministério da Previdência Social (MPS) nos últimos anos mostram que, para o ano de 2012 aconteceram 713.984 acidentes do trabalho; em 2013 confirmaram-se 725.664 acidentes; já no ano de 2014 ocorreram 704.136 incidentes. No ramo da indústria, na lida com máquinas e equipamentos, no ano de 2014 ocorreram 559.061 acidentes registrados, 427.939 sendo típicos, 115.551 em trajeto e 15.571 pela causa de doenças, porém 145.075, deste total, não foram registrados.

Diante dessas situações, cria-se a necessidade de instalar dispositivos e ferramentas inteligentes que atuem na prevenção de acidentes de trabalho, eliminando atos inseguros e riscos de acidentes.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo Geral**

Propor um sistema de prevenção de riscos para uma Máquina Universal de Ensaio, de acordo com a Norma Regulamentadora 12.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Realizar uma análise de risco no conjunto máquina universal de ensaio para identificação do perigo;
- Propor dispositivos e sinalizações de segurança para eliminação de riscos;
- Melhorar o entorno da área onde está locado o equipamento;
- Estruturar um *checklist* de segurança a ser seguido, assim como um manual de operação para utilização do equipamento.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1. Segurança do Trabalho**

Segurança do trabalho tem como significado medidas que são adotadas visando diminuir os acidentes e doenças do trabalho, assim como proteger a integridade e a capacidade de trabalho do colaborador. É definida através de normas e leis; no Brasil, a legislação de segurança é formada de normas regulamentadoras, leis complementares (portarias e decretos) e também convenções internacionais da Organização Internacional do Trabalho. (AREASEG, 2016).

Como Pereira (2001) fala, foram importantes as conquistas alcançadas pela classe trabalhadora no que se refere a sua saúde e proteção ao longo de todos esses anos. Surgiu um interesse em estudar esta área com o intuito de garantir melhorias nas condições de vida dos trabalhadores.

Para Cardella (1999) a função da segurança são ações que exercemos com o objetivo de reduzir problemas provocados por agentes agressivos. Está entre as cinco funções de maior importância em ser exercida juntamente com a missão de qualquer organização, dentre elas estão a produtividade, qualidade, preservação ambiental e o desenvolvimento de pessoas. É uma função que não deve ser colocada à frente das demais como “segurança acima de tudo”, mas sim criar uma gestão de equilíbrio entre todas, destinando seus valores de importância igualmente.

“Uma organização só sobrevive quando satisfaz e não ameaça a satisfação das necessidades das pessoas.” (CARDELLA, 1999, pg.38).

#### **2.1.1. Acidente de Trabalho**

De acordo com o Ministério da Previdência Social, se descreve acidente de trabalho com o que ocorre através do exercício do trabalho a serviço da empresa, ou pelo exercício do trabalho dos segurados especiais, que provoca problemas corporais ou funcionais podendo causar morte e perda ou redução da capacidade para se trabalhar, de forma permanente ou temporária.

Todo trabalhador que se afasta do trabalho por motivo de acidente de trabalho tem direito a estabilidade no emprego por um período de 12 meses, após o seu retorno. (MINISTÉRIOS DO TRABALHO E PREVIDÊNCIA SOCIAL, 2016).

### 2.1.2. Gestão de Riscos

Conforme Korre e Durucan (2009) o processo de gestão de riscos envolve a comunicação e consulta com as partes interessadas, definindo e identificando os riscos, e em seguida analisar, avaliar, tratar e monitoramento dos riscos. O objetivo do processo da gestão de riscos é repetir os critérios de avaliação, adaptando-os e modificando-os, levando a um processo de melhoria contínua.

A metodologia utilizada é composta pelas funções conforme ilustração 5.

#### Ilustração 5 – Processo da Gestão de Risco



Fonte: Adaptado de Cardella, 1999.

Conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), na norma ISO 31000, uma gestão de riscos deve abranger além dos riscos isolados, uma visão geral do processo, e também envolver as pessoas neste processo, avaliando seu grau de comprometimento e treinamento para realizar as tarefas. Em um processo de gestão de riscos devem ser definidas ferramentas para monitoramento, como indicadores de segurança, os quais podem ser acompanhados e auditados, e a partir daí obter um diagnóstico de segurança.

Explicações dos termos fundamentais neste assunto, segundo De Cicco (2003):

➤ Perigo (*Hazard*) é a fonte ou situação com potencial para provocar danos em termos de lesão, doença, à propriedade, ao meio ambiente, ao local de trabalho, ou uma combinação destes.

➤ Risco (*Risk*) é a combinação da probabilidade de ocorrência e da consequência de um determinado evento perigoso.

### **2.1.3. Checklist**

Conforme o Blog Segurança do Trabalho (2016), *Checklist* é a junção em inglês das palavras *check* (verificar) e *list* (lista) que significa "Lista de Verificações" e seus objetivos de forma rápida e simples são:

- Identificar os riscos existentes;
- Verificar o cumprimento das condições de segurança;
- Evitar o desencadeamento de acidentes ou outras ocorrências indesejáveis.

Segundo Zocchio (2002) é uma ferramenta de controle, composto por um conjunto de condutas, nomes, itens ou tarefas que devem ser cumpridas. Em segurança do trabalho trata-se de um método de avaliação de procedimentos, equipamentos e locais de trabalho, visando a verificar e constatar o cumprimento dos requisitos de segurança na realização de determinado processo preestabelecido. Não existe um modelo padrão de *checklist*, porém cada profissional ou empresa adapta seu modelo conforme seu conhecimento e seu propósito.

### **2.1.4. Normas para Segurança com Máquinas e Equipamentos**

Há uma vasta literatura envolvendo normas específicas para segurança em máquinas, NBR é a sigla que representa a Norma Brasileira que foi aprovada pela ABNT, já a sigla NR tem por significado Norma Regulamentadora, estabelecida pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), com caráter obrigatório. São citadas no Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), sendo a Portaria nº 3.214 de 8 de junho de 1978 que as institui.

As normas NBR da ABNT são normas técnicas, portanto não são obrigatórias, servindo de parâmetro, já as NR sim são obrigatórias, pois são leis, as quais devem ser cumpridas pelas empresas privadas e públicas que

possuam registros na CLT, sendo trinta e seis normas que tratam de questões relativas à segurança e medicina do trabalho, porém dentre elas temos a NR1 (Disposições Gerais), NR6 (EPI), NR9 (PPRA), NR10 (Eletricidade), NR26 (Sinalização) e a NR12, de maior destaque, voltada exclusivamente para segurança no trabalho em máquinas e equipamentos.

Segundo Bonciani (2016) a NR1, norma na qual fala que as NR são de caráter obrigatório, com o posto de norma estruturante deste conjunto de normas, tem o papel fundamental de recompor uma nova lógica, redefinir os princípios da prevenção dos acidentes decorrentes do trabalho e reconstruir as responsabilidades de trabalhadores, empregadores e governo para a atualidade, renovando e enfatizando a importância na melhoria de segurança e saúde no trabalho para brasileiros.

De acordo com MTE (2009) a NR4, a qual fala sobre “Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho” (SESMT), estabelece que as empresas públicas e privadas, que possuem empregados regidos pela CLT, tenham obrigação de organizarem e manterem funcionando o SESMT, com a finalidade de proteger a integridade física e priorizar a saúde do trabalhador.

Segundo MTE (2007) a NR5, que trata da “Comissão Interna de Prevenção de Acidentes” (CIPA), estabelece que as empresas públicas e privadas, tenham a obrigação de organizarem e manterem funcionando uma comissão constituída apenas por empregados com o objetivo de prevenir problemas laborais através de apresentações de ideias e sugestões ao empregador, para que melhore as condições de trabalho, isentando os trabalhadores de um possível acidente ou uma doença do trabalho.

Conforme MTE (2015) a NR6 sobre tipos de “Equipamentos de Proteção Individual” apresenta as definições legais, formas de proteção, comercialização, implementação, uso e fiscalização. Trata-se, principalmente, das responsabilidades e classificação dos grupos de EPI visando controle da exposição aos agentes ambientais nocivos, quando as medidas de ordem coletiva (engenharia e administrativa) não forem suficientes ou possíveis de serem realizadas.

De acordo com Araújo (2011) na NR9, onde fala sobre o “Programa de Prevenção de Riscos Ambientais” (PPRA), estabelece-se a obrigatoriedade da



elaboração e implementação, por parte dos empregadores, de uma série de ações envolvendo as fases de antecipação, reconhecimento, avaliação, monitoramento e controle dos agentes ambientais existentes ou que venham a existir no local de trabalho. Consiste em um programa de gestão de higiene ocupacional e visa implantar medidas de controle capazes de eliminar ou minimizar a exposição a agentes químicos, físicos e biológicos.

Para Araújo (2011, pg.427):

O controle das condições de risco para a saúde e melhoria dos ambientes de trabalho envolve as seguintes etapas:

- a) Identificação dos agentes ambientais existentes no trabalho;
- b) Caracterização da exposição e monitoramento dos agentes ambientais;
- c) Discussão e definição das alternativas de eliminação ou controle da exposição;
- d) Implementação e avaliação da eficácia das medidas adotadas.

De acordo com MTE (2004) a NR10, cuja responsabilidade é “Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade”, estabelece condições mínimas para garantir a segurança e saúde dos trabalhadores que realizam atividades envolvendo instalações elétricas e suas proximidades. A aplicação desta NR inclui as fases de geração, distribuição, transmissão e consumo nas diversas etapas, já as medidas de controle abordam as etapas de elaboração de projetos, montagem, construção, operação e manutenção. É necessária a qualificação para todos que trabalham nesta área.

Conforme MTE (2011) a NR15 sobre “Atividades e Operações Insalubres” descreve suas atividades em operações e agentes insalubres, incluindo seus limites de tolerância, definindo as situações que quando vivenciadas exaltem a caracterização de um exercício insalubre, e também, nos indica os meios de proteger os empregados de tais exposições prejudiciais a saúde.

Segundo Neto (2016) a NR26 estabelece a parte de “Sinalização”, onde deverão ser utilizadas cores para segurança em estabelecimentos e/ou locais de trabalho, com a finalidade de indicar e advertir sobre os riscos existentes. O uso destas cores deverá ser o mais reduzido possível, assim não ocasionando distração, confusão e fadiga ao trabalhador. É necessária também e especialmente, para pessoas estranhas a esta área de trabalho.

Padrões quanto à utilização de cores para sinalização de segurança do local de trabalho tem por finalidade:

- Prevenir acidentes;
- Identificar os equipamentos de segurança;
- Delimitar áreas, para fins de identificação das canalizações empregadas nas indústrias para a condução de líquidos e gases e advertências contra riscos.

De acordo com a ABNT na norma brasileira NBR 12100 (2013), os fabricantes, pessoas, ou organizações interessadas, a seguirem as exigências essenciais de segurança de máquinas, devem ter sua metodologia adotada, a qual prevê o estabelecimento de uma hierarquia no processo de normas, dividido em diversos níveis, para evitar a repetição de tarefas e para criar uma linha que permita um trabalho rápido, facilitando sua sequência. Recomenda-se que esta norma seja incorporada em cursos de formação e em manuais destinados a transmitir aos projetistas a terminologia básica e os princípios gerais de seu projeto.

## **2.2. A Norma Regulamentadora 12**

Esta NR e seus anexos, cujo título é “Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos”, definem requisitos mínimos de segurança, referenciais técnicos, e medidas fundamentais de proteção para a saúde e a integridade dos trabalhadores na prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização do maquinário de todos os tipos, aprovada pela Portaria nº 3.214 de 1978. A mesma NR, passou por uma reformulação profunda agregando aspectos técnicos mais consistentes.

A NR12, como ela mesma diz, é a fase de utilização à construção, transporte, montagem, instalação, ajuste, operação, limpeza, manutenção, inspeção, desativação e desmonte da máquina ou equipamento, tendo suas disposições para novas e usadas, exceto nos itens em que houver menção específica quanto a sua aplicabilidade.

Conforme a NR12 (2010, item 12.4):

São consideradas medidas de proteção a serem adotadas, nessa ordem de prioridade:

- a) Medidas de proteção coletiva;
- b) Medidas administrativas ou de organização do trabalho;
- c) Medidas de proteção individual.

De acordo com Araújo (2011) nos locais de instalação de máquinas e equipamentos, as áreas de circulação devem ser demarcadas corretamente e em conformidade com sua utilização segundo normas; devem ser também, desobstruídas, os materiais envolvidos no processo produtivo devem ser colocados em áreas específicas. As áreas de circulação e armazenamento de materiais e os espaços em torno de máquinas devem ser projetados, dimensionados e mantidos de forma que os trabalhadores e os transportadores de materiais, mecanizados e manuais, movimentem-se com segurança.

Segundo a NR12 (2010, item 12.9):

Os pisos dos locais de trabalho onde se instalam máquinas e equipamentos e as áreas de circulação devem:

- a) Ser mantidos limpos e livres de objetos, ferramentas e quaisquer materiais que ofereçam riscos de acidentes;
- b) Ter características de modo a prevenir riscos provenientes de graxas, óleos e outras substâncias e materiais que os tornem escorregadios;
- c) Ser nivelados e resistentes às cargas a que estão sujeitos.

Araújo (2011) fala que as ferramentas utilizadas no processo devem ser postas de forma organizada em locais específicos para sua finalidade. As máquinas estacionárias devem possuir medidas preventivas quanto a sua estabilidade, de modo que não se desloquem por vibrações, choques, forças externas, forças internas ou qualquer outro motivo acidental, levando em conta à fundação, fixação, amortecimento, nivelamento, ventilação, alimentação elétrica, pneumática e hidráulica e aterramento.

Como diz na NR12, as instalações elétricas das máquinas e equipamentos devem ser projetadas e mantidas de modo a prevenir os perigos de choque elétrico, incêndio, explosão e outros tipos de acidentes, conforme previsto na Norma Regulamentadora de nº 10, assim como as partes que estejam ou possam estar em contato com água, ou agentes corrosivos, devem

ter dispositivos que garantam sua blindagem e isolamento de modo a prevenir a ocorrência de acidentes.

Na NR12 (2010, itens 12.17 e 12.21 respectivamente) fala que:

Os condutores de alimentação elétrica dos equipamentos devem atender aos seguintes requisitos mínimos de segurança:

- a) Oferecer resistência mecânica compatível com a sua utilização;
- b) Possuir proteção contra a possibilidade de rompimento mecânico, de contatos abrasivos e de contato com lubrificantes, combustíveis e calor;
- c) Localização de forma que nenhum segmento fique em contato com as partes móveis ou cantos vivos;
- d) Facilitar e não impedir o trânsito de pessoas e materiais ou a operação das máquinas;
- e) Não oferecer quaisquer outros tipos de riscos na sua localização;
- f) Ser constituído de materiais que não propaguem fogo, ou seja, auto extingüíveis, e não emitirem substâncias tóxicas em caso de aquecimento.

São proibidas nas máquinas e equipamentos:

- a) A utilização de chave geral como dispositivo de partida e parada;
- b) A utilização de chaves tipo faca nos circuitos elétricos;
- c) A existência de partes energizadas expostas de circuitos que utilizam energia elétrica.

Quando se tratar de dispositivos de partida, acionamento e parada de máquinas e equipamentos, devem se tomar os seguintes cuidados de acordo com a NR12 (2010, item 12.24):

- a) Não se localizem em suas zonas perigosas;
- b) Possam ser acionados ou desligados em caso de emergência por outra pessoa que não seja o operador;
- c) Impeçam acionamento ou desligamento involuntário pelo operador ou por qualquer outra forma acidental;
- d) Não acarretem riscos adicionais;
- e) Não possam ser burlados.

Segundo Araújo (2011) as máquinas e equipamentos devem ser instalados com dispositivos que impeçam o seu acionamento automático. Se houver a possibilidade do acionamento da máquina por pessoas não autorizadas, a mesma deve possuir algum sistema que possibilite o bloqueio por meio de algum outro meio de trava.

De acordo com a NR12, as zonas perigosas das máquinas e equipamentos devem possuir um sistema caracterizado por proteções móveis e/ou dispositivos de segurança interligados, que garantam a tranquilidade dos trabalhadores em exercer seu serviço.

Conforme consta na NR12 (2010, item 12.41):

Para fins de aplicação desta norma, considera-se proteção o elemento especificamente utilizado para prover segurança por meio de barreira física, podendo ser:

- a) Proteção fixa, que deve ser mantida em sua posição de maneira permanente ou por meio de elementos de fixação que só permitam sua remoção ou abertura com o uso de ferramentas; (Alterada pela Portaria MTE nº 1.893, de 09 de dezembro de 2013)
- b) Proteção móvel, que pode ser aberta sem o uso de ferramentas, geralmente ligada por elementos mecânicos à estrutura da máquina ou a um elemento fixo próximo, e deve se associar os dispositivos de intertravamento.

Nesta Norma Regulamentadora 12 (2010, item 12.42):

Para fins de aplicação consideram-se dispositivos de segurança os componentes que, por si só ou interligados ou associados a proteções, reduzam os riscos de acidentes e de outros agravos à saúde, sendo classificados em:

- a) Comandos elétricos ou interfaces de segurança;
- b) Dispositivo de intertravamento;
- c) Sensores de segurança;
- d) Válvulas e blocos de segurança ou sistemas pneumáticos e hidráulicos de mesma eficácia;
- e) Dispositivos mecânicos, como: dispositivos de retenção, limitadores, separadores, empurradores, inibidores, defletores e retráteis;
- f) Dispositivos de validação.

Conforme Araújo (2011) as proteções, dispositivos e sistemas de segurança devem fazer parte das máquinas e equipamentos, e não podem ser considerados itens opcionais para qualquer fim. Essas máquinas devem ser equipadas com um ou mais dispositivos de parada de emergência. Estes dispositivos de parada devem ser posicionados em locais de fácil acesso e visualização pelos operadores e por demais pessoas, e mantidos permanentemente desobstruídos.

A NR12 (2010, item 12.58):

Os dispositivos de parada de emergência devem:

- a) Ser selecionados, montados e interconectados de forma a suportar as condições de operação previstas, bem como as influências do meio;
- b) Ser usados como medida auxiliar, não podendo ser alternativa e medidas adequadas de proteção ou a sistemas automáticos de segurança;
- c) Possuir acionadores projetados para fácil atuação do operador ou outros que possam necessitar da sua utilização;
- d) Prevaler sobre todos os outros comandos;
- e) Provocar a parada da operação ou processo perigoso em período de tempo tão reduzido quanto tecnicamente possível, sem provocar riscos suplementares;

- f) Ser mantidos sob monitoramento por meio de sistemas de segurança;
- g) Ser mantidos em perfeito estado de funcionamento.

O acionamento do dispositivo de parada de emergência deve também resultar na retenção do acionador, de tal forma que quando a ação for descontinuada, este se mantenha retraído até que seja desacionado, tal desacionamento deve ser possível apenas com uma ação manual intencionada. A parada de emergência deve exigir rearme, ou *reset* manual, a ser realizado após a correção do fato que motivou tal parada.

Como descrito na NR12, as máquinas e equipamentos devem possuir acessos permanentes seguros a todos os seus pontos de operação, abastecimento, inserção de matérias-primas e retirada de produtos trabalhados, preparação, manutenção e intervenção constante.

#### A NR12 (2010, item 12.94):

As máquinas e equipamentos devem ser projetados, construídos e mantidos com observância aos seguintes aspectos:

- a) Atendimento da variabilidade das características antropométricas dos operadores;
- b) Respeito às exigências posturais, cognitivas, movimentos e esforços físicos demandados pelos operadores;
- c) Os componentes como monitores de vídeo, sinais e comandos, devem possibilitar a interação clara e precisa com o operador de forma a reduzir possibilidades de erros de interpretação ou retorno de informação;

#### A NR12 (2010, item 12.95):

Sobre os comandos das máquinas e equipamentos:

- a) Localização e distância de forma a permitir manejo fácil e seguro;
- b) Instalação dos comandos mais utilizados em posições mais acessíveis ao operador;
- c) Visibilidade, identificação e sinalização que permita serem distinguíveis entre si;
- d) Instalação dos elementos de acionamento manual ou pedal de forma a facilitar a execução da manobra levando em consideração as características biomecânicas e antropométricas dos operadores;
- e) Garantia de manobras seguras e rápidas e proteção de forma a evitar movimentos involuntários.

Na parte de manutenções preventivas e corretivas a NR12 (2010, item 12.112):

Deve ser registradas em livro próprio, ficha ou sistema informatizado, com os seguintes dados:

- a) Cronograma de manutenção;

- b) Intervenções realizadas;
- c) Data da realização de cada intervenção;
- d) Serviço realizado;
- e) Peças reparadas ou substituídas;
- f) Condições de segurança do equipamento;
- g) Indicação conclusiva quanto as condições de segurança da máquina;
- h) Nome do responsável pela execução das intervenções.

Com base na NR12 (2010) e Araújo (2011), as máquinas e equipamentos, bem como suas instalações, devem possuir uma sinalização para advertir os trabalhadores e terceiros sobre os riscos a que estão expostos, as instruções de operação e manutenção e outras informações necessárias para garantir a saúde dos trabalhadores. Sua sinalização de segurança compreende a utilização de cores, símbolos, inscrições, sinais de luz, entre outras formas de comunicação eficazes.

Sobre a sinalização, a NR12 (2010, item 12.123):

As máquinas e equipamentos fabricados a partir da vigência desta norma devem possuir em local visível as informações indeléveis, contendo no mínimo:

- a) Razão social, CNPJ e endereço do fabricante ou importador;
- b) Informação sobre tipo, modelo e capacidade;
- c) Número de registro do fabricante ou importador no CREA;
- e) Peso da máquina ou equipamento.

### **2.2.1. Máquinas Universais de Ensaio, Prensas e Similares**

Segundo a NR12 (2010) prensas são máquinas utilizadas na conformação, compactação e corte de materiais diversos, nas quais o movimento é proveniente de um sistema hidráulico ou pneumático, cilindro hidráulico ou pneumático, ou de um sistema mecânico, em que o movimento rotativo se transforma em linear por meio de sistemas de bielas, manivelas, conjunto de alavancas ou fusos.

De acordo com a NR12 (2010, anexo VIII):

As prensas são divididas em:

- a) Mecânicas excêntricas de engate por chaveta ou acoplamento equivalente;
- b) Mecânicas excêntricas com freio ou embreagem;
- c) De fricção com acionamento por fuso;
- d) Servo-acionadas;

- e) Hidráulicas;
  - f) Pneumáticas;
  - g) Hidropneumáticas;
  - h) Outros tipos não relacionados neste subitem.
- Máquinas similares são aquelas com funções e riscos equivalentes aos das prensas, englobando:
- a) Martelos de queda;
  - b) Martelos pneumáticos;
  - c) Marteleletes;
  - d) Dobradeiras;
  - e) Recalcadoras;
  - f) Guilhotinas, tesouras e cisalhadoras;
  - g) Prensas de compactação e de moldagem;
  - h) Dispositivos hidráulicos e pneumáticos;
  - i) Endireitadeiras;
  - j) Prensas enfardadeiras;
  - k) Outras máquinas similares não relacionadas neste subitem.

Conforme a empresa EMIC (2015) as Máquinas Universais não se limitam apenas a sua própria estrutura física para seus testes, sua instrumentação eletrônica, juntamente com seu devido software; permite o acréscimo de outras funções, aumentando o campo de atuação nos seus tipos de ensaios. Altamente recomendada para instituições de ensino e laboratórios na área de construção civil e de materiais mecânicos. Com este equipamento é possível realizar testes em materiais de pequena ou média resistência como: plásticos, elastômeros, materiais metálicos, cerâmicas, madeiras; e também em materiais de alta resistência como concretos, blocos estruturais, pisos e afins.

### **2.3. Análise de Riscos**

Após a reformulação da NR12, esta passou a requerer a realização da análise de riscos durante todas as fases de projeto e utilização de máquinas e equipamentos, sejam eles de qualquer tipo. Esta etapa é composta, primeiramente, por uma análise de perigo para cada equipamento, em que são determinados os limites das mesmas, identificados os riscos nelas existentes e estimando-os. Após, realiza-se a avaliação do risco por meio de decisões críticas fundamentadas em métodos qualitativos e quantitativos, permitindo a avaliação de segurança dos equipamentos em questão.

Quando ocorre da avaliação da máquina ser dada como não segura, é necessário realizar uma análise de redução destes riscos, na qual, sugerem-se



dispositivos de segurança para reduzir os problemas encontrados. Após isso, realiza-se novamente a apreciação e verifica-se o risco residual ainda existente, uma vez que risco zero não existe.

A finalidade para a análise de riscos baseia-se em:

- Revisão de problemas conhecidos;
- Revisão da missão a que se destina;
- Determinação dos riscos principais;
- Determinação dos riscos iniciais e contribuintes;
- Revisão dos meios de eliminação ou controle de riscos;
- Analisar os métodos de restrição de danos;
- Indicação de quem será responsável pela execução das ações corretivas e/ou preventivas.

Segundo Silva e Souza (2011), existem vários tipos de avaliação para determinação de risco, sendo que os tipos mais simples oferecem um grau de objetividade e facilidade para classificação e prioridades, já os mais complexos são baseados em dados estatísticos e fornecem estimativas mais precisas. Um dos métodos para avaliação de risco, de grande utilidade e entendimento, é: HRN (*Hazard Rating Number*).

### **2.3.1. Método HRN (*Hazard Rating Number*)**

Para Martins (2012) é um método amplamente conhecido e frequentemente utilizado em análises de risco em máquinas, cada perigo é avaliado individualmente, primeiramente sem as medidas de segurança e posteriormente com as medidas implantadas. Este método classifica o risco de desprezível à inaceitável. Para esta classificação de risco é levado em consideração:

- A probabilidade de exposição, de entrar em contato com o perigo (PE);
- A frequência de exposição ao perigo (FE);
- Probabilidade máxima de perda (MPL);
- O número de pessoas expostas ao risco (NP).

Para cada item anterior é estabelecido um número que fornece o “Nível de Risco” através da equação (1).

$$\text{Nível de Risco} = PE \times FE \times MPL \times NP \quad (1)$$

Onde cada fator será estabelecido através de tabelas como, por exemplo, na tabela 1 sobre probabilidade e exposição.

**Tabela 1 - Probabilidade de Exposição**

Probabilidade de Exposição (PE)		
0	Quase impossível	Não pode acontecer nenhuma hipótese
1	Improvável	Apesar de concebível
2	Possível	Mas não atual
5	Alguma chance	Poderia acontecer
8	Provável	Grande chance de acontecer
10	Muito provável	De se esperar
15	Certo	Nenhuma dúvida

Fonte: The Safety & Health Practitioner, 1990 *apud* CORRÊA, 2011, p. 33.

A frequência de exposição está conforme a tabela 2.

**Tabela 2 - Frequência de Exposição**

Frequência de Exposição (FE)	
0,1	Raramente
0,2	Anualmente
1	Mensalmente
1,5	Semanalmente
2,5	Diariamente
4	Em termos de hora
5	Constantemente

Fonte: The Safety & Health Practitioner, 1990 *apud* CORRÊA, 2011, p. 34.

A probabilidade máxima de perda está demonstrada de acordo com a tabela 3.

**Tabela 3 - Probabilidade Máxima de Perda**

Probabilidade Máxima de Perda (MPL)	
0,1	Arranhão/ contusão leve
0,5	Dilaceração/ doenças moderadas
1	Fratura/ enfermidade leve (temporária)
2	Fratura/ enfermidade grave (permanente)
4	Perda de 1 membro/ olho ou doença séria (temporária)
8	Perda de 2 membros/ olho ou doença séria (permanente)
15	Fatalidade

Fonte: The Safety & Health Practitioner, 1990 *apud* CORRÊA, 2011, p. 34.

O número de pessoas expostas ao risco está classificado como na tabela 4.

**Tabela 4 - Número de Pessoas Expostas ao Risco**

Número de Pessoas Expostas ao Risco (NP)	
1	1 – 2 pessoas
2	3 – 7 pessoas
4	8 – 15 pessoas
8	16 – 50 pessoas
12	Mais de 50 pessoas

Fonte: The Safety & Health Practitioner, 1990 *apud* CORRÊA, 2011, p. 34.

De posse do valor encontrado na multiplicação, o risco é classificado conforme a tabela 5, sobre nível de risco.

**Tabela 5 - Nível de Risco**

Números de Classificação de Riscos (HRN)		
Aceitável	0-1	Risco aceitável
Muito baixo	1-5	Até 1 ano
Baixo	5-10	Até 3 meses
Significante	10-50	Até 1 mês
Alto	50-100	Até 1 semana
Muito Alto	100-500	Até 1 dia
Extremo	500-1000	Ação imediata
Inaceitável	>1000	Parar atividade

Fonte: The Safety & Health Practitioner, 1990 *apud* CORRÊA, 2011, p. 35.

Segundo Corrêa (2011) com o valor do nível de risco em mãos, tem-se a classificação de risco e seu tempo de ação recomendado para sua minimização. Algumas informações adicionais são de grande valia para um resultado mais claro e objetivo:

- Risco Muito Baixo: não são requeridas medidas de controle significativas, mas é recomendável o uso de EPI e a aplicação de treinamento;
- Risco Baixo: medidas de controle devem ser consideradas;
- Risco Significante: medidas de controle adicionais devem ser implementadas ao sistema instalado na máquina dentro de um mês;
- Risco Alto: medidas de controle de segurança devem ser implementadas dentro de uma semana;
- Risco Muito Alto: medidas de controle de segurança devem ser implementadas dentro de um dia;
- Risco Extremo: medidas de controle de segurança devem ser imediatas;
- Risco Inaceitável: deve-se cessar a operação de trabalho da máquina ou equipamento até que as medidas de controle tenham sido adotadas.

## **2.4 Fiscalização e Penalidades**

Conforme descrito na Norma Regulamentadora NR28 (1992), quando o agente da inspeção do trabalho identificar uma situação de grave risco à saúde ou integridade física do trabalhador, com base em critérios técnicos, deverá propor, à autoridade regional competente, a interdição do estabelecimento, setor de trabalho e máquina ou equipamento, determinando as medidas que deverão ser tomadas para a correção destas situações de perigo. A autoridade competente, de acordo com o relatório elaborado pelo agente da inspeção do trabalho que comprove o descumprimento das condições regulamentares sobre segurança do trabalhador, poderá convocar um representante legal da empresa para apurar o motivo da irregularidade e propor soluções para corrigir as situações que estejam em desacordo com exigências, assim procederá à decisão de suspensão ou não da interdição do local.

Se existir reincidência, resistência à fiscalização, emprego de artifício ou simulação, com objetivo de fraudar a lei, serão aplicadas multas conforme determina a CLT.

### 3. METODOLOGIA

Para Alvarenga (2001) metodologia científica resulta no conjunto de métodos ou procedimentos racionais diversos: processos, técnicas, recursos e aplicação de princípios sistemáticos supostamente combinados e ordenados de acordo com a natureza e finalidade da investigação científica ou trabalho de pesquisa.

Segundo Cervo e Bervian (2006) a pesquisa bibliográfica procura explicar um problema a partir de referenciais teóricos publicados em livros, artigos, revistas ou documentos, buscando conhecer e analisar as contribuições culturais ou científicas do passado de algum tema ou assunto.

De acordo com Santos (1997, pg. 29):

O conjunto de materiais escritos/gravados, mecânica ou eletronicamente, que contém informações já elaboradas e publicadas por autores é uma bibliografia. São fontes bibliográficas os livros (de leitura corrente ou de referência, tais como dicionários, enciclopédias, anuários, etc.), as publicações periódicas (jornais, revistas, panfletos, etc.), fitas gravadas de áudio e vídeo, páginas de *web sites*, relatórios de simpósios/seminários, anuais de congressos, etc. A utilização parcial de quaisquer destas fontes caracteriza uma pesquisa como bibliografia.

“A pesquisa deverá ser organizada em uma escala de procedimentos que orientem a forma de sua realização.” (SANTOS e FIALHO, 1997, pg. 50).

Através do estudo e conhecimento nos itens aplicados pelas referências bibliográficas citadas neste trabalho, foram analisadas as atividades que poderiam oferecer riscos a integridade física do operador caso não estivessem em um funcionamento correto do equipamento, máquina e sistema, na empresa, assim como, também, além da apreciação de problemas, novas ideias e sugestões para desenvolvimento e melhorias.

Para Gil (1999) o estudo de caso é um trabalho de natureza empírica que estuda um determinado acontecimento, geralmente contemporâneo e dentro de um contexto real, quando as fronteiras entre este acontecimento e o contexto em que ele está inserido não são claramente definidas, resumindo, trata-se de uma análise aprofundada de um caso, para que permita um maior e detalhado conhecimento do assunto.

Segundo Yin (2001) o objetivo do estudo de caso é aprofundar o conhecimento que envolva um problema não suficientemente definido, visando

compreender, sugerir hipóteses ou desenvolver uma nova teoria em torno do assunto. As principais tendências nos estudos de caso, é que os mesmos tentam esclarecer o motivo pelo qual uma decisão foi tomada, como foi implementada e qual resultado alcançado com isso.

A ilustração 6 contempla as etapas da metodologia do trabalho.

### Ilustração 6 – Fluxograma da Metodologia



Fonte: Autor, 2016.

Na primeira etapa foram desenvolvidas pesquisas bibliográficas em livros, artigos, revistas e teses de dissertação, com o objetivo de se familiarizar com o tema do trabalho em questão.

A segunda etapa é marcada pela análise do processo e funcionamento do maquinário para se chegar corretamente aos pontos críticos do equipamento e da sua utilização, assim como a coleta de dados referentes aos

tipos de riscos e perigos existentes e seu histórico de acidentes ou falhas neste ponto.

Seguindo o fluxograma, na terceira etapa é feita a avaliação dos dados coletados anteriormente, classificando seus níveis de gravidade, exposição, frequência e prioridade de atenção para ter durante o trabalho a ser realizado com o equipamento.

Dando sequência nas etapas, a quarta é de formação do plano em estudo no trabalho, estruturando e propondo intervenções de melhorias e correções em pontos avaliados como falhos e/ou com riscos de acidentes ou possíveis causas destes acidentes.

As pesquisas podem ser classificadas por diferentes maneiras quanto à natureza das variáveis pesquisadas, quantitativas ou qualitativas, sendo este trabalho de cunho qualitativo.



## **4. DESENVOLVIMENTO / APLICAÇÃO**

O trabalho foi desenvolvido na área de gestão de riscos de acidentes do trabalho e sistemas de segurança no conjunto de uma Máquina Universal de Ensaio, localizada em um laboratório de ensino do Curso de Engenharia Civil da UNISC. Este laboratório é responsável por diversos tipos de ensaios que abrangem demonstrações práticas para a maioria dos cursos de graduação em engenharia da Universidade. O estudo é de fundamental importância à segurança de todos os colaboradores envolvidos no processo, tanto funcionários que as operam, assim como bolsistas que auxiliam nas próprias operações e também professores e alunos que acompanham os devidos ensaios. Além do cuidado com seus colaboradores e demais envolvidos, a área do trabalho tem por objetivo mapear todos os riscos existentes no processo de utilização do equipamento e saná-los da melhor forma possível para suas necessidades e métodos de manejo.

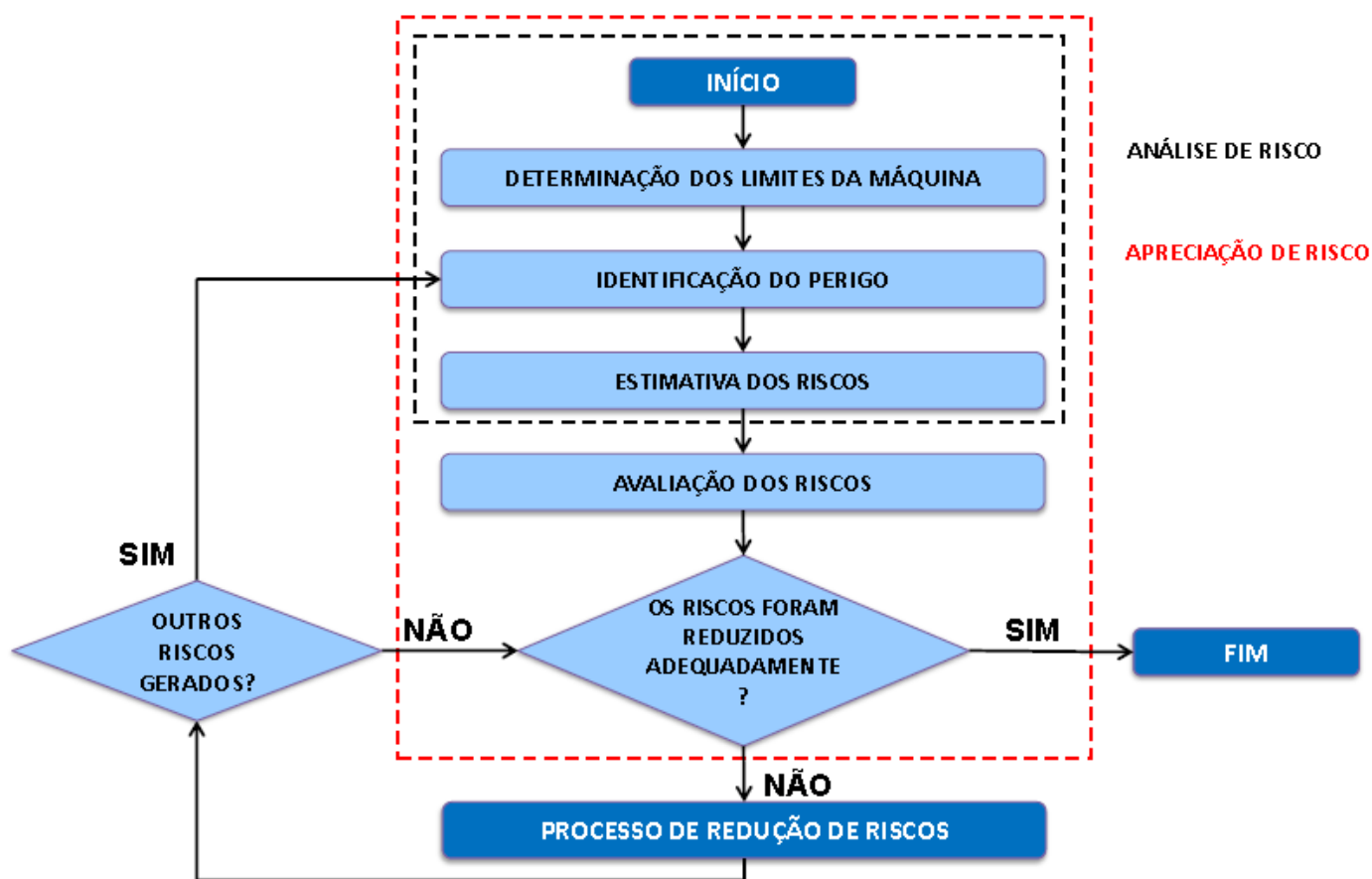
### **4.1. Fatores de Acidentes e Avaliação de Riscos**

Alguns dos fatores pessoais mais predominantes conhecidos para ocasionar estes riscos, listados através de consulta na vivência dos operadores e maiores envolvidos que acompanham com maior frequência seu processo de utilização, são:

- Atitude imprópria (desrespeito às instruções);
- Má interpretação de normas;
- Nervosismo ou pressa;
- Excesso de confiança;
- Falta de conhecimento das práticas;
- Incapacidade física para o trabalho.

Através da ilustração 7 tem-se um fluxograma de análise e avaliação de riscos.

### Ilustração 7 – Apreciação de Riscos



Fonte: ABIMAQ, 2015.

## 4.2. Avaliação dos Riscos

No primeiro momento os riscos apresentados foram observados visualmente, assim como o processo de montagem e a maneira de trabalho, no entanto para a avaliação e classificação optou-se pelo método HRN (*Hazard Rating Number*).

### 4.2.1. Identificação do Equipamento

A seguir, na tabela 6, são mencionadas algumas características do equipamento a ser analisado, uma Máquina Universal de Ensaio.

Tabela 6 - Identificação do Equipamento (continua)

Status	Levantamento Fotográfico	Requisitos / Detalhamentos / Observações
Descrição Geral do Equipamento		<p>Máquina de médio porte para testes de compressão, tração e flexão. Os materiais a serem testados são colocados no seu devido dispositivo de ensaio, o qual é específico para cada ensaio e deve ser montado separadamente no próprio conjunto da máquina.</p>
Fabricante		<p>Fabricante: EMIC</p> <p>Modelo: DL-30000</p> <p>Ano de Aquisição: 2010</p>

**Tabela 6 - Identificação do Equipamento (continuação)**

Status	Levantamento Fotográfico	Requisitos / Detalhamentos / Observações
Localização do Equipamento		Laboratório de Estruturas (Curso de Engenharia Civil – UNISC).

Tabela 6 - Identificação do Equipamento (continuação)

Status	Levantamento Fotográfico	Requisitos / Detalhamentos / Observações
Delimitação da área do Equipamento		<p>Máquina possui boas condições de operação, porém apresenta algumas zonas de riscos que devem ser protegidas para evitar acidentes. Seus sistemas elétrico, hidráulico e pneumático, assim como sua parte de funcionamento por fusos, estão em boas condições de trabalho no quesito de segurança, porém seus dispositivos de segurança mecânicos e de maior acesso para realização dos ensaios necessitam de uma intervenção para serem melhorados, modificados e dimensionados, de acordo com a necessidade e funcionalidade.</p>

Tabela 6 - Identificação do Equipamento (continuação)

Status	Levantamento Fotográfico	Requisitos / Detalhamentos / Observações
Maneira de Trabalho		A máquina realiza os testes de compressão, tração e flexão em diversas formas e tipos de materiais para seus cálculos de resistência e deformação. Cabe ao operador colocar o corpo de prova a ser ensaio no equipamento e fazer seus ajustes necessários para o ensaio sair da forma mais correta possível.

Tabela 6 - Identificação do Equipamento (continuação)

Status	Levantamento Fotográfico	Requisitos / Detalhamentos / Observações
Maneira de Trabalho		<p>Após ser realizado o ensaio cabe, também, ao operador fazer a retirada do corpo de prova já testado, descartá-lo e seguir o processo inicial novamente para um novo ensaio, já que nunca é feita apenas uma amostra do material a ser ensaiadas, e sim várias delas, para ter um parâmetro médio de resultados, segundo suas normas.</p>

**Tabela 6 - Identificação do Equipamento (continuação)**

Status	Levantamento Fotográfico	Requisitos / Detalhamentos / Observações
Número de Operadores	---	Dois operadores (funcionários) no total, trabalhando nos turnos de manhã, tarde e noite. Um operador no turno da manhã, um operador no turno da noite e ambos operadores trabalhando juntos no turno da tarde. Tendo auxílio de outros dois colaboradores (bolsistas) na parte de colocação e retirada de materiais do equipamento, quando necessário, mas jamais operando a máquina.



Tabela 6 - Identificação do Equipamento (continuação)


Status	Levantamento Fotográfico	Requisitos / Detalhamentos / Observações
Posição de Trabalho		<p>A posição de trabalho é de pé, ao lado da máquina, necessitando apenas se agachar e se movimentar dependendo do ensaio a ser realizado e dos dispositivos a serem acoplados. Delimitar o equipamento para o devido ensaio, colocar e retirar o material a ser testado, e estar preparado para intervir no seu processo, caso ocorra alguma falha ou problema no processo e/ou equipamento.</p>

Tabela 6 - Identificação do Equipamento (conclusão)

Status	Levantamento Fotográfico	Requisitos / Detalhamentos / Observações
Acesso de Manutenção		<p>Locais de fácil acesso na parte frontal, laterais, traseira e superior, não necessitando de atividades em altura, locais confinados e escuros. Porém sua instalação foi feita não respeitando os espaçamentos livres necessários no seu entorno. Por motivos de o equipamento ser chumbado no chão, quando instalado, e as paredes do local não podendo ser modificadas, este ponto fica sem alterações a serem feitas.</p>

#### 4.2.2. Documentação do Equipamento

Na tabela 7, são mencionadas algumas informações de documentação sobre o equipamento analisado.

**Tabela 7 - Documentação do Equipamento**

Documentos	Situação
Manuais da Máquina	Possui manual, o qual foi solicitado à empresa para auxílio neste trabalho.
Histórico de Acidentes de Trabalho	Nenhum acidente foi registrado, devido ao cuidado de seus operadores no processo.
Treinamentos para Operação do Equipamento	É realizado um treinamento junto à empresa EMIC para o operador do equipamento estar apto a utilizá-lo. Somente pessoas habilitadas com esta certificação podem operá-lo.
<i>Checklist</i> do Equipamento (Operação)	Não possui.
Treinamentos para Manutenção	Não possui.
Projeto e Responsabilidade	Do fabricante: Disponibilizar os itens de segurança já na fabricação do equipamento. Da empresa: Realizar as adequações sugeridas neste trabalho.
Outros Registros	Sem mais registros.

Fonte: Autor, 2016.

### **4.3. Conjunto Máquina Universal de Ensaio e seus Processos**

Os processos que consistem na utilização deste conjunto de equipamento são para fins de ensaios destrutivos em materiais de diversas linhas, porém seu foco, no local em que está instalado, é para a área da construção civil e demais engenharias. Os mesmos são subdivididos em três tipos: compressão, tração e flexão.

Em todas as etapas os colaboradores envolvidos estão sujeitos a algum tipo de risco. Trabalhando diretamente com o equipamento, fazendo sua limpeza, manutenção ou algum outro reparo por alguma anormalidade no seu funcionamento.

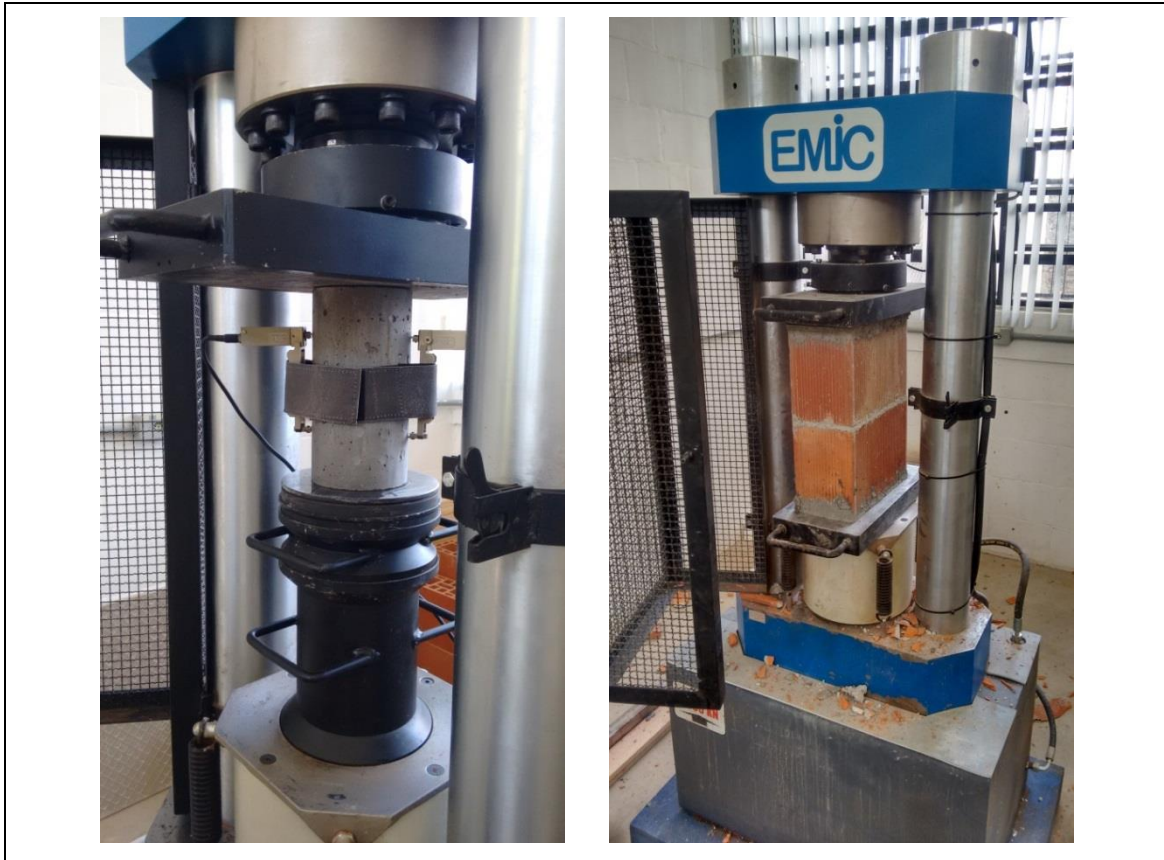
A seguir, uma breve descrição sobre cada processo e seus riscos analisados.

#### **4.3.1. Ensaio de Compressão**

Neste modelo de ensaio são determinadas as tensões em alguns materiais da construção civil e mecânica, como concreto, cerâmica, metais e etc. em suas diversas formas, e verificar algumas propriedades, como resistência à compressão (força máxima), módulo de elasticidade (deformação), resistência ao escoamento, tensão máxima, ductilidade entre outras.

Na ilustração 8, é demonstrado dois tipos de ensaios de compressão, tanto em corpo de prova (CP) de concreto 10x20cm utilizando módulo de elasticidade, como em um prisma cerâmico (blocos), respectivamente.

**Ilustração 8 – Ensaio de Compressão em corpo de prova de concreto com módulo de elasticidade e em prisma cerâmico**



Fonte: Autor, 2016.

**Riscos Físicos:**

- Ruídos;
- Esmagamento;
- Umidade.

**Riscos Químicos:**

- Poeiras.

**Riscos Ergonômicos:**

- Esforços físicos;
- Levantamento e transporte manual de peso (corpos de prova e dispositivos a serem utilizados);
- Repetitividade;
- Imposição de ritmos excessivos.

**Riscos de Acidentes:**

- Equipamento sem as devidas proteções.

### 4.3.2. Ensaio de Tração

Este método de ensaio serve para determinar as tensões de diversos materiais de construção civil e mecânica, principalmente metais em suas diversas formas e tipos, e verificar suas propriedades como resistência à tração (força máxima), módulo de elasticidade (deformação), resistência ao escoamento, tensão, ductilidade entre outras.

A ilustração 9 mostra o ensaio de tração em uma barra de aço muito utilizada na construção civil, antes e após o seu devido teste.

**Ilustração 9 – Ensaio de Tração em uma barra de aço**



Fonte: Autor, 2016.

#### Riscos Físicos:

- Ruídos;
- Esmagamento;
- Corte.

#### Riscos Ergonômicos:

- Esforços físicos;
- Exigência de postura inadequada;
- Repetitividade;

- Imposição de ritmos excessivos.

Riscos de Acidentes:

- Equipamento sem as devidas proteções.

### 4.3.3. Ensaio de Flexão

O atual ensaio é realizado em materiais tanto frágil como de elevada dureza, sendo em diversos tipos e formas de metais, cerâmica, concreto, porcelanato, madeira, entre outros. Materiais que em seu uso são submetidos a situações onde o principal esforço é o de flexão.

A força faz com que uma região dos corpos se contraia, devido à compressão, enquanto a outra região se alonga, devido à tração, entre a região que se contrai e a que se alonga fica uma linha, central, que mantém sua dimensão inalterada, a chamada linha neutra. Quando essa força provoca somente uma deformação elástica no material, diz-se que se trata de um esforço de flexão, já quando produz uma deformação plástica, tem-se um esforço de ruptura.

Nas ilustrações 10 e 11 são demonstrados os ensaios de flexão, tanto em um caibro de madeira como em um prisma de concreto, respectivamente.

#### Ilustração 10 – Ensaio de Flexão em um caibro de madeira



Fonte: Autor, 2016.

### Ilustração 11 – Ensaio de Flexão em um prisma de concreto



Fonte: Autor, 2016.

#### Riscos Físicos:

- Ruídos;
- Esmagamento.

#### Riscos Químicos:

- Poeiras.

#### Riscos Ergonômicos:

- Esforços físicos;
- Levantamento e transporte manual de peso (corpos de prova e dispositivos a serem utilizados);
- Exigência de postura inadequada;
- Repetitividade;
- Imposição de ritmos excessivos.

#### Riscos de Acidentes:

- Equipamento sem as devidas proteções.

#### 4.4. Identificação e Estimativas de Riscos do Equipamento

Na avaliação a seguir é demonstrado o nível de risco detalhado em cada ponto da máquina de forma probabilística, visando mensurar o risco anterior à intervenção projetada para dispositivos de segurança (situação atual da máquina)



e recalculando os riscos após a implantação das medidas propostas (situação proposta).

#### 4.4.1. Zona de Risco 1: Aterramento e Quadro Elétrico

Tem-se uma análise completa do grau de risco atual desta zona, através da tabela HRN do circuito elétrico ao qual o equipamento está vinculado, conforme tabela 8, em cima da base teórica mostrada nas tabelas, 1, 2, 3, 4 e 5 (páginas 33, 34 e 35), junto ao seu cálculo final HRN, cálculo 1 (página 33).

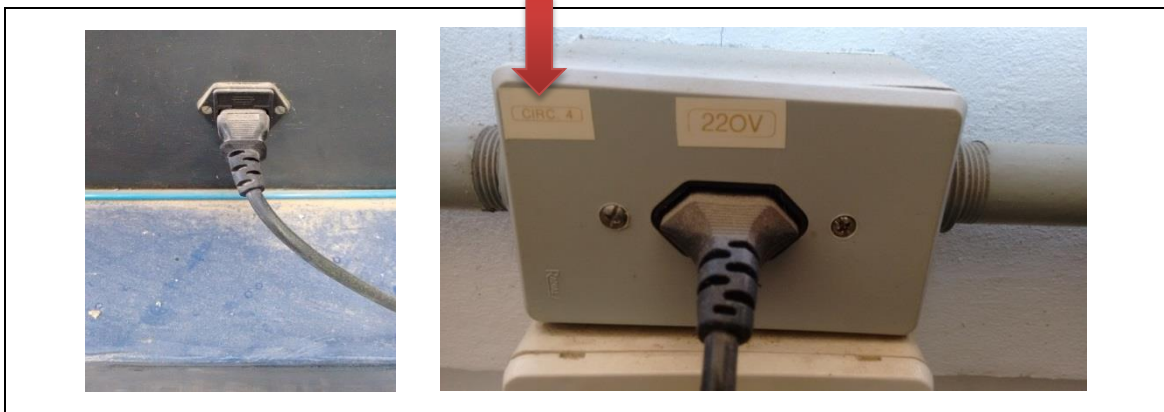
Riscos: Choque elétrico, contusões, arranhões, queimaduras e morte.

**Tabela 8 - HRN do Quadro Elétrico Atual**

Situação Atual		Descrição do Problema
Valor do Risco Atual (HRN) – Durante Inspeção		
Probabilidade de Exposição (PE)	1	Nos circuitos elétricos, como suas ligações de tomadas, centro de distribuição e quadro geral de baixa tensão, todos estão adequados, sinalizados e aterrados, como indica a NR12, sendo demonstrados nas ilustrações 12, 13, 14 e 15.
Frequência de Exposição (FE)	5	
Probabilidade Máxima de Perda (MPL)	0,1	
Número de Pessoas Expostas (NP)	1	
HRN do Risco	0,5	
Classificação do Risco	Aceitável	

Fonte: Autor, 2016.

Através das ilustrações 12, 13 e 14 destacam-se as tomadas de utilização do equipamento, o centro de distribuição onde se encontra o circuito utilizado e o quadro geral de baixa tensão, respectivamente. Na ilustração 15 tem-se a sinalização de segurança.

**Ilustração 12 – Tomadas de ligação do equipamento conjunto**

Fonte: Autor, 2016.

**Ilustração 13 – Centro de Distribuição onde se encontra o circuito elétrico que o equipamento utiliza**

Fonte: Autor, 2016.

### Ilustração 14 – Quadro Geral de Baixa Tensão



Fonte: Autor, 2016.

### Ilustração 15 – Sinalização de segurança



Fonte: Autor, 2016.

#### 4.4.2. Zona de Risco 2: Acessos do Equipamento

Tem-se uma análise completa do grau de risco atual desta zona, através da tabela HRN dos acessos ao equipamento, conforme tabela 9, em cima da base teórica mostrada nas tabelas, 1, 2, 3, 4 e 5 (páginas 33, 34 e 35), junto ao seu cálculo final HRN, cálculo 1 (página 33).

Riscos: Contusões, esmagamentos, arranhões e cortes.

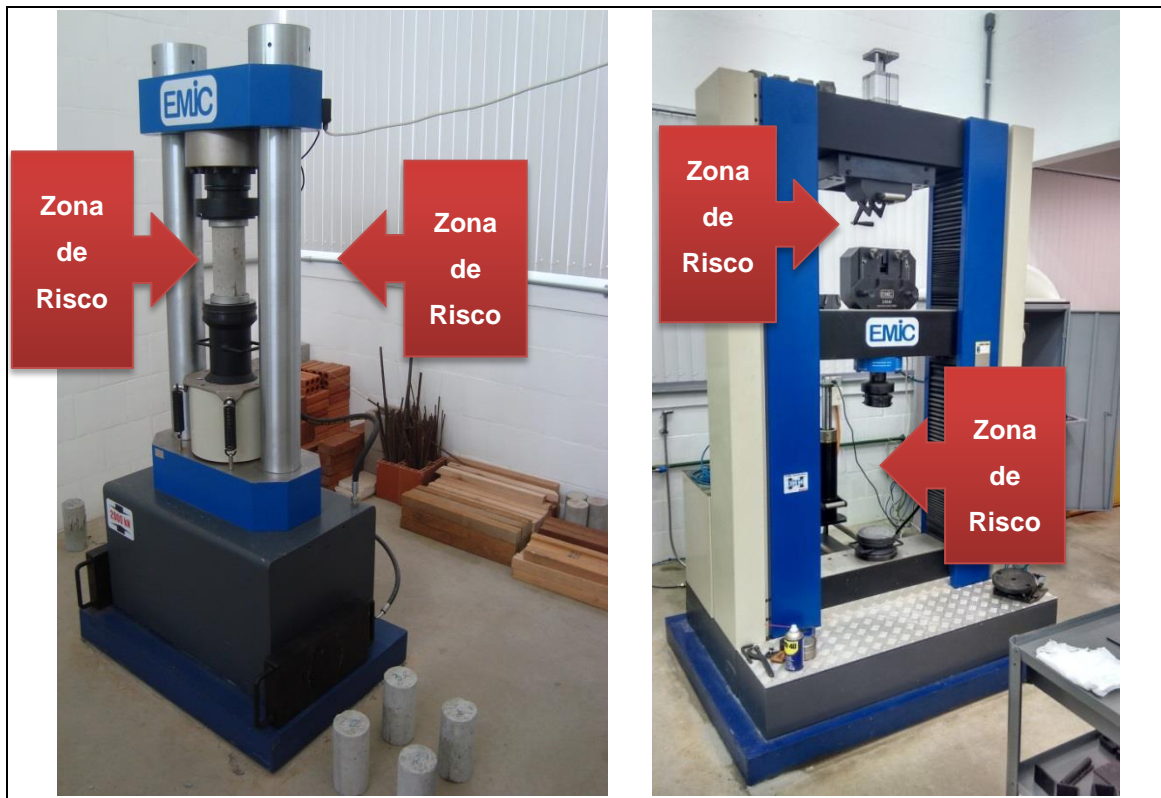
**Tabela 9 - HRN do Acesso Atual ao Equipamento**

Situação Atual		Descrição do Problema
Valor do Risco Atual (HRN) – Durante Inspeção		
Probabilidade de Exposição (PE)	8	Acessos com proteções insuficientes à zona de perigo da máquina (partes móveis), pois não possuem um enclausuramento ou grade de proteções e um monitoramento de segurança adequado.
Frequência de Exposição (FE)	5	
Probabilidade Máxima de Perda (MPL)	2	
Número de Pessoas Expostas (NP)	1	
HRN do Risco	80	
Classificação do Risco	Alto	

Fonte: Autor, 2016.

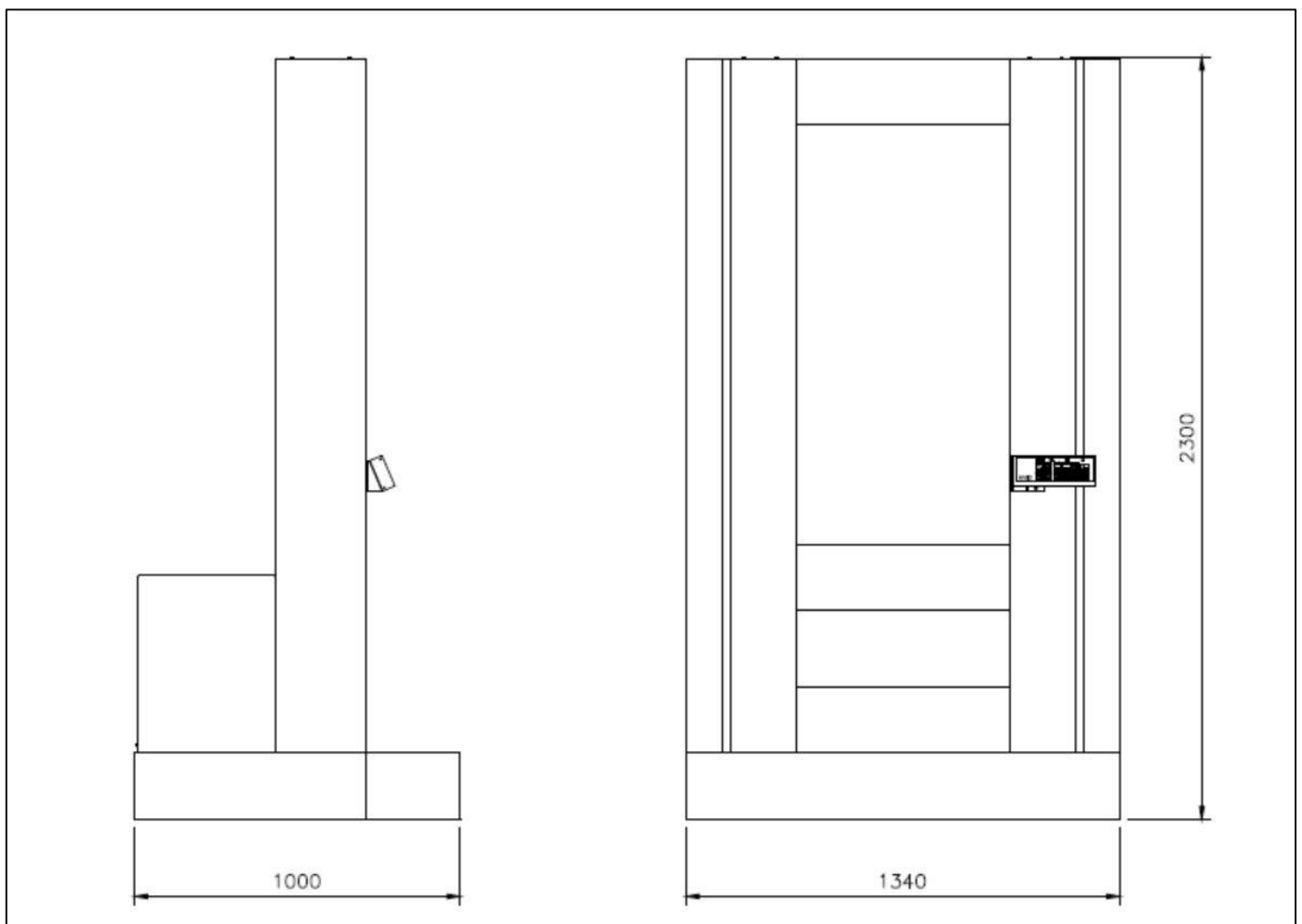
Através da ilustração 16 destacam-se as zonas de risco nos acessos do equipamento. E nas ilustrações 17 e 18, tem-se os desenhos técnicos do conjunto da máquina, com suas medidas cotadas em milímetros.

**Ilustração 16 – Conjunto Máquina Universal de Ensaios e suas zonas de riscos**



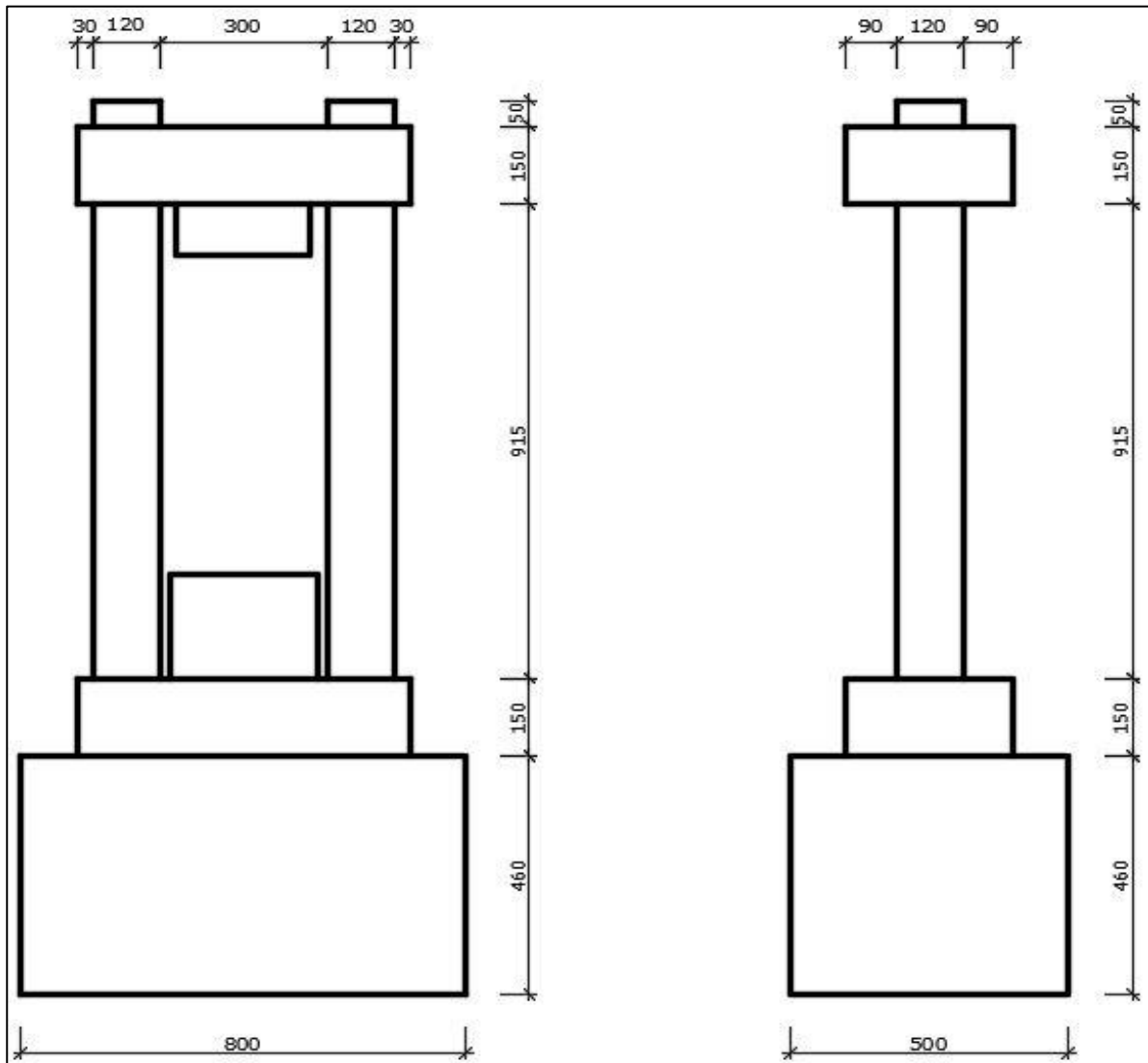
Fonte: Autor, 2016.

**Ilustração 17 – Vistas lateral e frontal, respectivamente, da Máquina Universal**



Fonte: EMIC, 2016.

**Ilustração 18 – Vistas frontal e lateral, respectivamente, da prensa no conjunto da Máquina Universal de Ensaio**



Fonte: Autor, 2016.

Com uma classificação de risco tida como alta, foi desenvolvida uma proposta de melhoria para o setor de acessos do equipamento, recalculando sua HRN, como mostra a tabela 10. Sempre com o objetivo de deixar a zona estudada com uma classificação de risco aceitável.

**Tabela 10 - HRN do Acesso Proposto ao Equipamento**

Situação Proposta		Descrição da Solução Proposta
Valor do Risco Atual (HRN) – Após Proposta de Adequação		
Probabilidade de Exposição (PE)	1	Instalar proteções móveis com grade de malha fina em todos os acessos da máquina, para que proteja as pessoas envolvidas nos ensaios de possíveis estilhaços e resíduos que possam gerar certos materiais, assim como seja possível à visualização dos ensaios, já que o equipamento é para fins de práticas demonstrativas acadêmicas. As proteções só poderão ser abertas antes e após realização dos ensaios através de uma tranca de grade e pelo operador habilitado, eliminando a área de risco. Um exemplar destas proteções, já foi feito e instalado, pelos funcionários do setor, na parte frontal da prensa, para melhoria da sua segurança, havendo um ótimo resultado, porém ainda a ser aprimorada nos demais pontos de riscos do equipamento.
Frequência de Exposição (FE)	5	
Probabilidade Máxima de Perda (MPL)	0,1	
Número de Pessoas Expostas (NP)	1	
HRN do Risco	0,5	
Classificação do Risco	Aceitável	

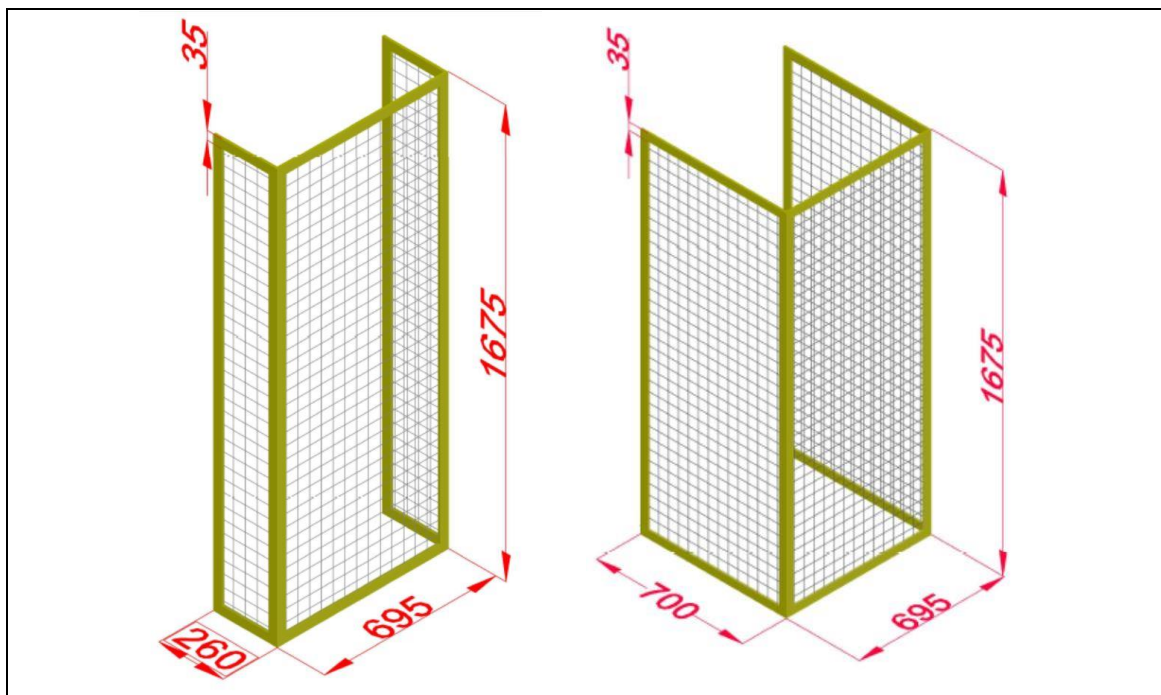
Fonte: Autor, 2016.

Nas ilustrações 19 e 20 são demonstradas as grades de proteções projetadas (cotadas em milímetros), assim como nas ilustrações 21 e 22 as zonas onde deverão ser postas as respectivas grades (marcações em



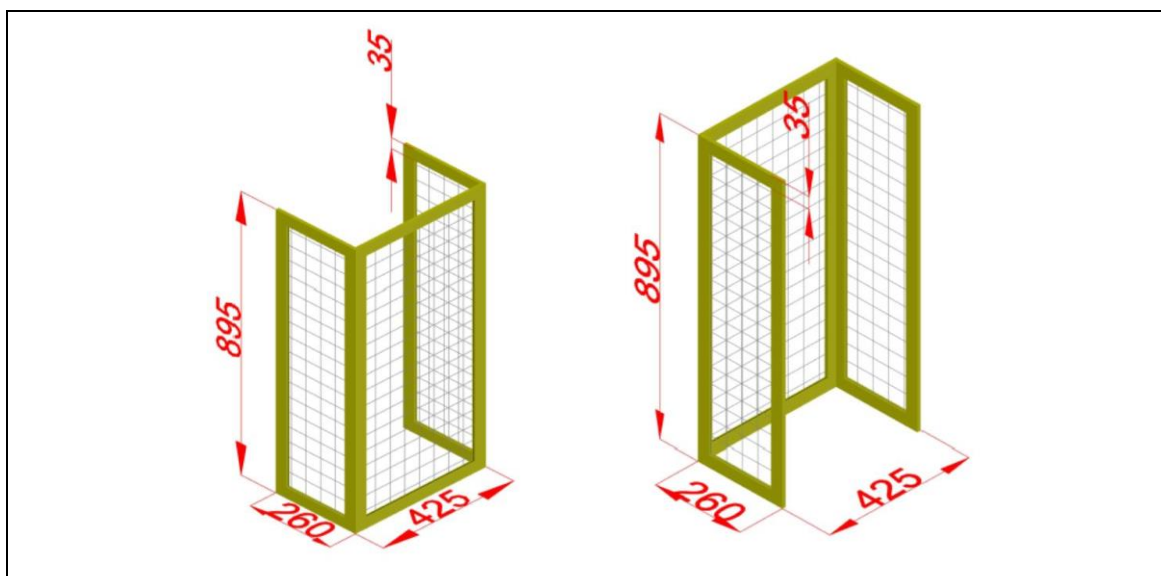
vermelho), em cima da vista dos desenhos técnicos do conjunto da Máquina Universal de Ensaios.

**Ilustração 19 – Projeto 3D das grades de proteção frontal e traseiras, respectivamente, para Máquina Universal**



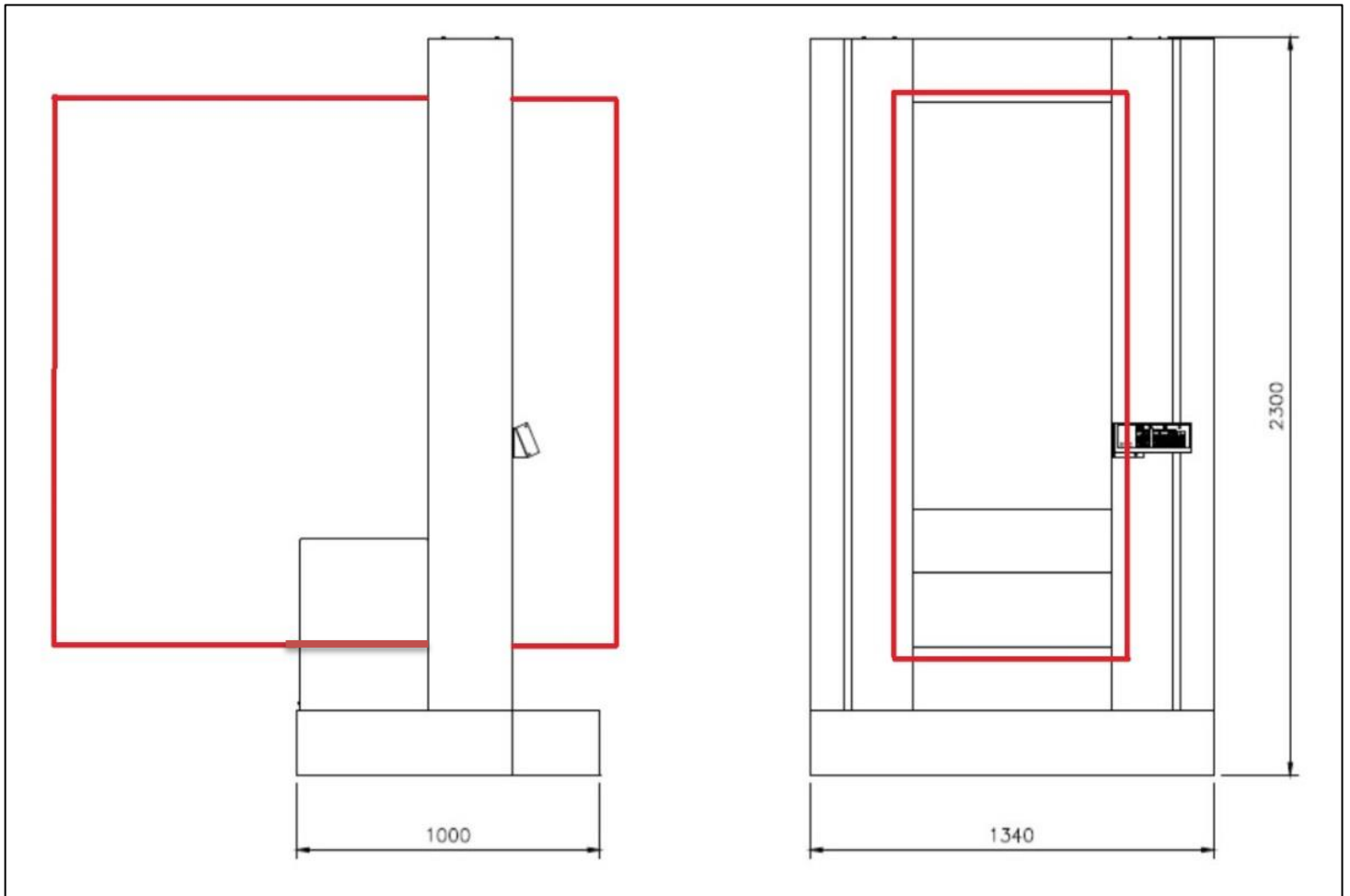
Fonte: Autor, 2016.

**Ilustração 20 – Projeto 3D das grades de proteção frontal e traseiras, respectivamente, para prensa**



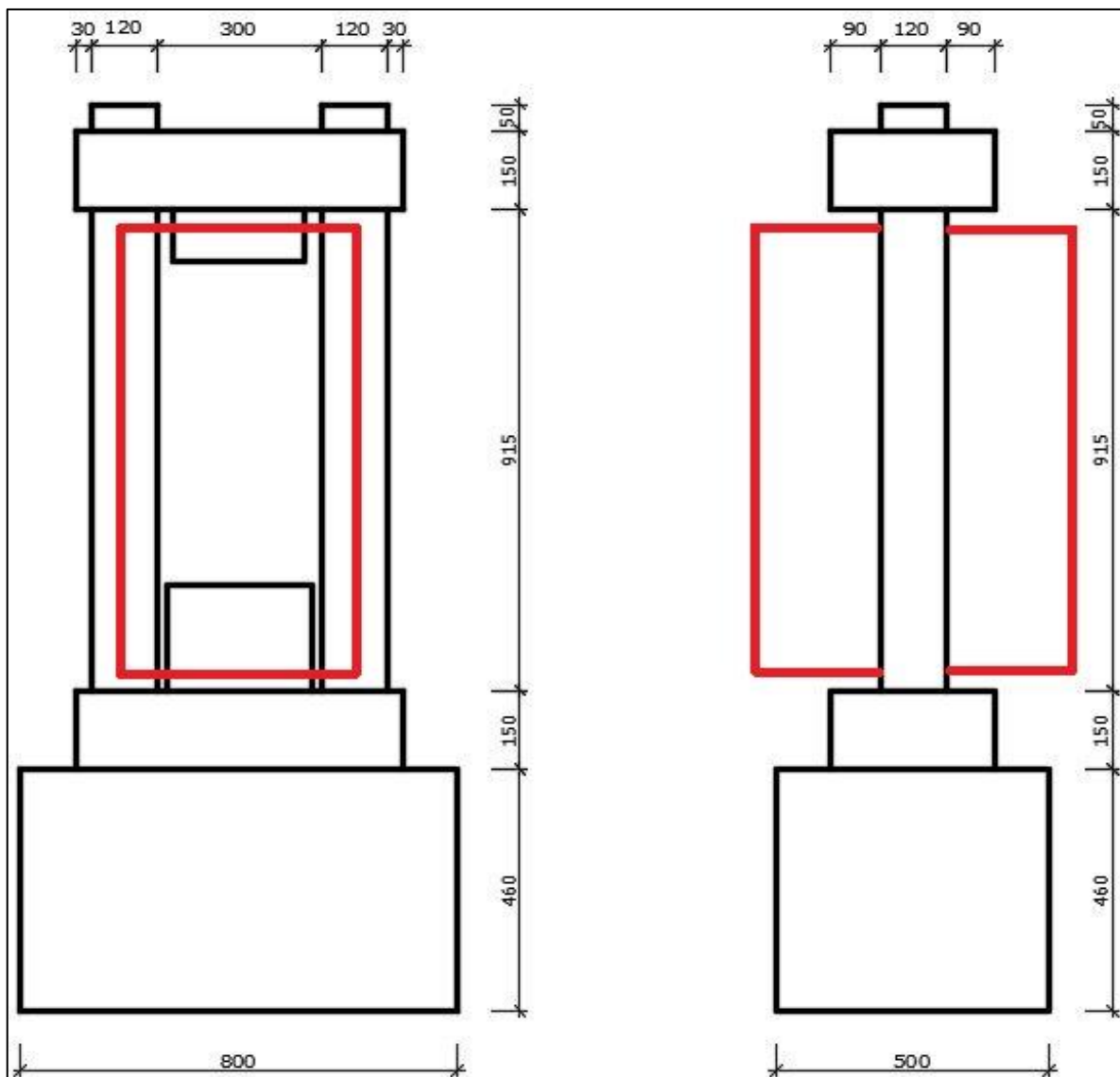
Fonte: Autor, 2016.

**Ilustração 21 – Vistas lateral e frontal, respectivamente, da Máquina Universal com suas áreas de proteção**



Fonte: Adaptado de EMIC, 2016.

**Ilustração 22 – Vistas frontal e lateral, respectivamente, da prensa no conjunto da Máquina Universal de Ensaio com suas áreas de proteção**



Fonte: Autor, 2016.

#### **4.4.3. Zona de Risco 3: Botão de Emergência e Sinalizações**

Tem-se uma análise completa do grau de risco atual desta zona, através da tabela HRN do botão de emergência, painel de controle e sinalizações, conforme tabela 11, em cima da base teórica mostrada nas tabelas, 1, 2, 3, 4 e 5 (páginas 33, 34 e 35), junto ao seu cálculo final HRN, cálculo 1 (página 33).

Riscos: Contusões, esmagamentos, arranhões e cortes.

**Tabela 11 - HRN do Botão de Emergência e Sinalizações Atuais**

Situação Atual		Descrição do Problema
Valor do Risco Atual (HRN) – Durante Inspeção		
Probabilidade de Exposição (PE)	8	A máquina possui dispositivo de parada de emergência com um botão de retenção e sinal luminoso de acionamento / funcionamento, porém necessita ser adequada a alguns pontos da NR12, por não possuir placas de sinalizações para advertir quanto aos riscos da máquina.
Frequência de Exposição (FE)	5	
Probabilidade Máxima de Perda (MPL)	2	
Número de Pessoas Expostas (NP)	1	
HRN do Risco	80	
Classificação do Risco	Alto	

Fonte: Autor, 2016.

Através da ilustração 23 e 25 destacam-se o painel de controle e botão de emergência do equipamento junto ao seu detalhamento de funções. Na ilustração 24, tem-se o conjunto da máquina com sua deficiência em sinalizações de segurança para cada perigo que a mesma oferece.

**Ilustração 23 – Painel de controle e botão de emergência**



Fonte: Autor, 2016.

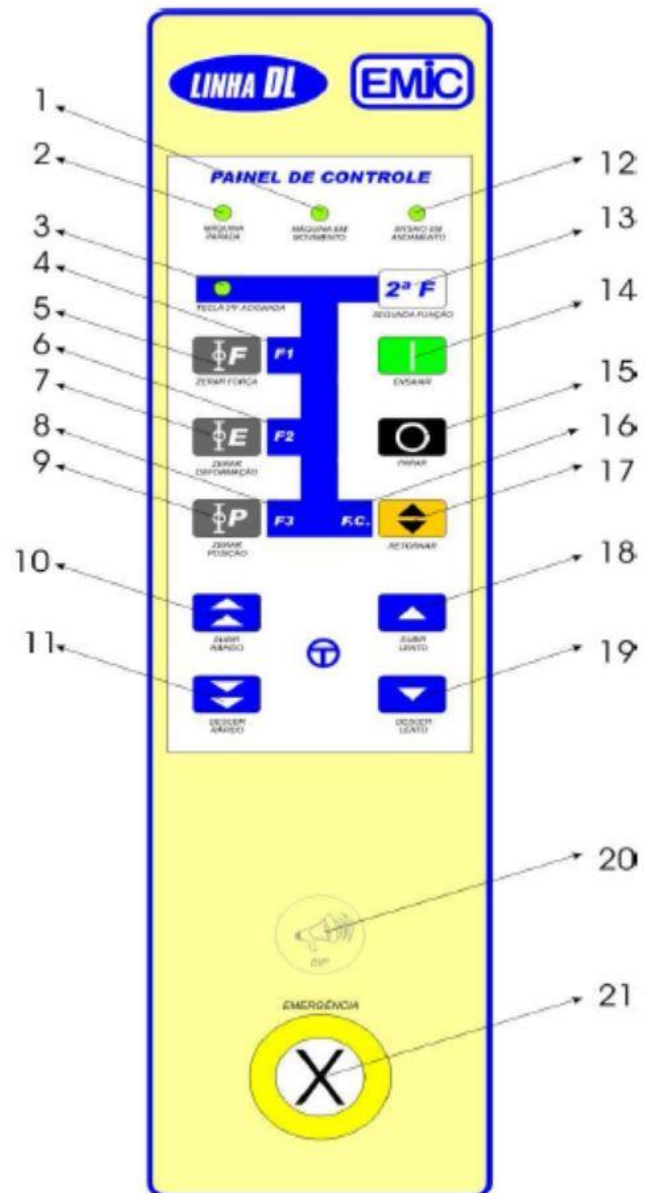
**Ilustração 24 – Equipamento sem sinalizações de segurança**



Fonte: Autor, 2016.

Ilustração 25 – Painel de controle detalhado

1. < led indicador “em movimento”>
2. < led indicador “parada”>
3. < led indicador “segunda função”>
4. < função 1>
5. < zera carga>
6. < função 2>
7. < zera deformação>
8. < função 3>
9. < zera posição>
10. < subida rápida>
11. < descida rápida>
12. < led indicador “ensaio”>
13. < segunda função>
14. < ensaio>
15. < parar>
16. < fim de curso>
17. < retorno>
18. < subida lenta>
19. < descida lenta>
20. Bip
21. Parada de emergência



Fonte: EMIC, 2016.

Com uma classificação de risco tida como alta, foi desenvolvida uma proposta de melhoria para o setor de sinalizações, principalmente, do equipamento, recalculando sua HRN, como mostra a tabela 12. Sempre com o objetivo de deixar a zona estudada com uma classificação de risco aceitável.

**Tabela 12 - HRN do Botão de Emergência e Sinalizações Propostas**

Situação Proposta		Descrição da Solução Proposta
Valor do Risco Atual (HRN) – Após Proposta de Adequação		
Probabilidade de Exposição (PE)	1	Instalar placas de advertência, bem visíveis, dos riscos existentes no equipamento, em todas suas áreas de utilização, como preconiza a NR26.
Frequência de Exposição (FE)	5	
Probabilidade Máxima de Perda (MPL)	0,1	
Número de Pessoas Expostas (NP)	1	
HRN do Risco	0,5	
Classificação do Risco	Aceitável	

Fonte: Autor, 2016.

As sinalizações de perigo necessárias para o conjunto do equipamento, a serem instaladas na própria máquina, estão demonstradas na ilustração 26, com cada risco que a mesma oferece e pode causar.

Ilustração 26 – Sinalizações necessárias de segurança



Fonte: Autor, 2016.



#### 4.4.4. Zona de Risco 4: Funcionamento Durante Ensaios

Tem-se uma análise completa do grau de risco atual desta zona, através da tabela HRN do funcionamento do equipamento durante os ensaios realizados, conforme tabela 13, em cima da base teórica mostrada nas tabelas, 1, 2, 3, 4 e 5 (páginas 33, 34 e 35), junto ao seu cálculo final HRN, cálculo 1 (página 33).

Riscos: Contusões, ruído (dor de cabeça, *stress*, perda auditiva, insônia, irritação, entre outros problemas gerados).

**Tabela 13 - HRN do Funcionamento Atual Durante Ensaios**

Situação Atual		Descrição do Problema
Valor do Risco Atual (HRN) – Durante Inspeção		
Probabilidade de Exposição (PE)	8	Durante o processo dos ensaios referidos neste trabalho, existe certo grau de risco em ruídos, estilhaços e poeira dos materiais, em função da demonstração dos mesmos nas piores situações que podem ser encontrados no cotidiano, levando-os as suas resistências máximas.
Frequência de Exposição (FE)	2,5	
Probabilidade Máxima de Perda (MPL)	4	
Número de Pessoas Expostas (NP)	4	
HRN do Risco	320	
Classificação do Risco	Muito Alto	

Fonte: Autor, 2016.

Nas ilustrações 27 e 28 são demonstradas como ocorrem às aulas práticas para ensaios de compressão, tanto em corpos de prova de concreto como em blocos cerâmicos nas disciplinas da graduação.

**Ilustração 27 – Realização de aulas práticas demonstrativas de ensaios de compressão**



Fonte: Autor, 2016.

**Ilustração 28 – Demonstração de alguns corpos de prova para ensaios de compressão**



Fonte: Autor, 2016.

Com uma classificação de risco tida como muito alta, foi desenvolvida uma proposta de melhoria para o funcionamento durante os ensaios realizados, no equipamento, recalculando sua HRN, como mostra a tabela 14. Sempre com o objetivo de deixar a zona estudada com uma classificação de risco aceitável.

**Tabela 14 - HRN Funcionamento Proposto Durante Ensaios**

Situação Proposta		Descrição da Solução Proposta
Valor do Risco Atual (HRN) – Após Proposta de Adequação		
Probabilidade de Exposição (PE)	1	Respeitar as limitações de segurança da área onde se encontra o equipamento, utilizar equipamentos de proteção individual adequados de acordo com o ensaio que irá acompanhar, assim como os fornecer e fiscalizar seu uso, em atendimento a da NR6.
Frequência de Exposição (FE)	2,5	
Probabilidade Máxima de Perda (MPL)	0,1	
Número de Pessoas Expostas (NP)	4	
HRN do Risco	1	
Classificação do Risco	Aceitável	

Fonte: Autor, 2016.

Através das ilustrações 29 e 30 destacam-se as limitações da área de utilização do equipamento, que devem ser respeitadas, assim como os EPI's necessários para todos que irão colaborar ou assistir os ensaios a serem realizados, respectivamente.

### Ilustração 29 – Limitações da área de utilização do equipamento



Fonte: Autor, 2016.

### Ilustração 30 – EPI's necessários para acompanhamento dos ensaios



Fonte: Autor, 2016.

#### 4.4.5. Zona de Risco 5: Operação Pré e Pós Ensaios

Tem-se uma análise completa do grau de risco atual desta zona, através da tabela HRN da operação pré e pós ensaios no equipamento, como colocação e retirada dos devidos materiais e/ou dispositivos, conforme tabela 15, em cima da base teórica mostrada nas tabelas, 1, 2, 3, 4 e 5 (páginas 33, 34 e 35), junto ao seu cálculo final HRN, cálculo 1 (página 33).

Riscos: Ergonômicos (dores lombares, lesões musculares, postura incômoda, dores no pescoço, braços e mãos, sensação de cansaço, desconforto muscular e postural) assim como intoxicação e outros de problemas de saúde.

**Tabela 15 - HRN da Operação Atual Pré e Pós Ensaio**

Situação Atual		Descrição do Problema
Valor do Risco Atual (HRN) – Durante Inspeção		
Probabilidade de Exposição (PE)	8	Posições incômodas de trabalho em pé e/ou onde são feitos levantamentos manuais para colocação e retirada dos corpos de prova e seus respectivos dispositivos de ensaio, na qual o CP é de pequeno porte, existindo outros muito maiores e mais pesados, dependendo do tipo de ensaios solicitado.
Frequência de Exposição (FE)	5	
Probabilidade Máxima de Perda (MPL)	2	
Número de Pessoas Expostas (NP)	2	
HRN do Risco	160	
Classificação do Risco	Muito Alto	

Fonte: Autor, 2016.

A colocação (pré-ensaio) e retirada (pós-ensaio) dos materiais e dispositivos, é demonstrada através da ilustração 31, com um CP de concreto de 10 x 20 centímetros como exemplar.

**Ilustração 31 – Colocação e retirada de material no ensaio de compressão em corpo de prova de concreto**



Fonte: Autor, 2016.

Com uma classificação de risco tida como muito alta, foi desenvolvida uma proposta de melhoria para a operação pré e pós ensaios no equipamento, recalculando sua HRN, como mostra a tabela 16. Sempre com o objetivo de deixar a zona estudada com uma classificação de risco aceitável.

**Tabela 16 - HRN da Operação Proposta Pré e Pós Ensaios**

Situação Proposta		Descrição da Solução Proposta
Valor do Risco Atual (HRN) – Após Proposta de Adequação		
Probabilidade de Exposição (PE)	1	Fazer a análise ergonômica do trabalho para ver se está tudo adequado para poder dar sequência à colocação ou retirada do material a ser ensaiado, utilizando, também, EPI's necessários para a saúde e bem estar do operador.
Frequência de Exposição (FE)	5	
Probabilidade Máxima de Perda (MPL)	0,1	
Número de Pessoas Expostas (NP)	2	
HRN do Risco	1	
Classificação do Risco	Aceitável	

Fonte: Autor, 2016.

Para melhoria desta zona de risco, a ilustração 32 resume os EPI's necessários para a saúde e bem estar do operador.

**Ilustração 32 – EPI's necessários para colaboração dos ensaios**

Fonte: Autor, 2016.

#### 4.4.6. Zona de Risco 6: Parte Pneumática

Tem-se uma análise completa do grau de risco atual desta zona, através da tabela HRN da parte pneumática do equipamento, conforme tabela 17, em cima da base teórica mostrada nas tabelas, 1, 2, 3, 4 e 5 (páginas 33, 34 e 35), junto ao seu cálculo final HRN, cálculo 1 (página 33).

Riscos: Contusões e esmagamentos.

**Tabela 17 - HRN da Parte Pneumática Atual**

Situação Atual		Descrição do Problema
Valor do Risco Atual (HRN) – Durante Inspeção		
Probabilidade de Exposição (PE)	2	O circuito pneumático do equipamento está bem enclausurado internamente a estrutura da máquina, tendo suas ligações nos pedais de comando e partes de garras para seu acionamento e aprisionamento dos corpos de prova nos ensaios de tração.
Frequência de Exposição (FE)	5	
Probabilidade Máxima de Perda (MPL)	0,1	
Número de Pessoas Expostas (NP)	1	
HRN do Risco	1	
Classificação do Risco	Aceitável	

Fonte: Autor, 2016.

Através das ilustrações 33 e 34 tem-se as ligações pneumáticas do equipamento para uso nos ensaios de tração.



**Ilustração 33 – Ligações pneumáticas nos comandos para ensaios de tração**



Fonte: Autor, 2016.

**Ilustração 34 – Ligações pneumática nos comandos para ensaios de tração**



Fonte: Autor, 2016.

#### 4.4.7. Zona de Risco 7: Parte Hidráulica

Tem-se uma análise completa do grau de risco atual desta zona, através da tabela HRN da parte hidráulica do equipamento, conforme tabela 18, em cima da base teórica mostrada nas tabelas, 1, 2, 3, 4 e 5 (páginas 33, 34 e 35), junto ao seu cálculo final HRN, cálculo 1 (página 33).

Riscos: Intoxicação e contusões.

**Tabela 18 - HRN da Parte Hidráulica Atual**

Situação Atual		Descrição do Problema
Valor do Risco Atual (HRN) – Durante Inspeção		
Probabilidade de Exposição (PE)	1	A parte hidráulica do equipamento está bem adequada com mangueiras resistentes e com sua passagem, de ligação entre o conjunto do equipamento, sendo subterrâneo, tendo suas ligações nos pistões de ambas às máquinas, tanto no seu lado de comando como na sua parte de prensa.
Frequência de Exposição (FE)	5	
Probabilidade Máxima de Perda (MPL)	0,1	
Número de Pessoas Expostas (NP)	1	
HRN do Risco	0,5	
Classificação do Risco	Aceitável	

Fonte: Autor, 2016.

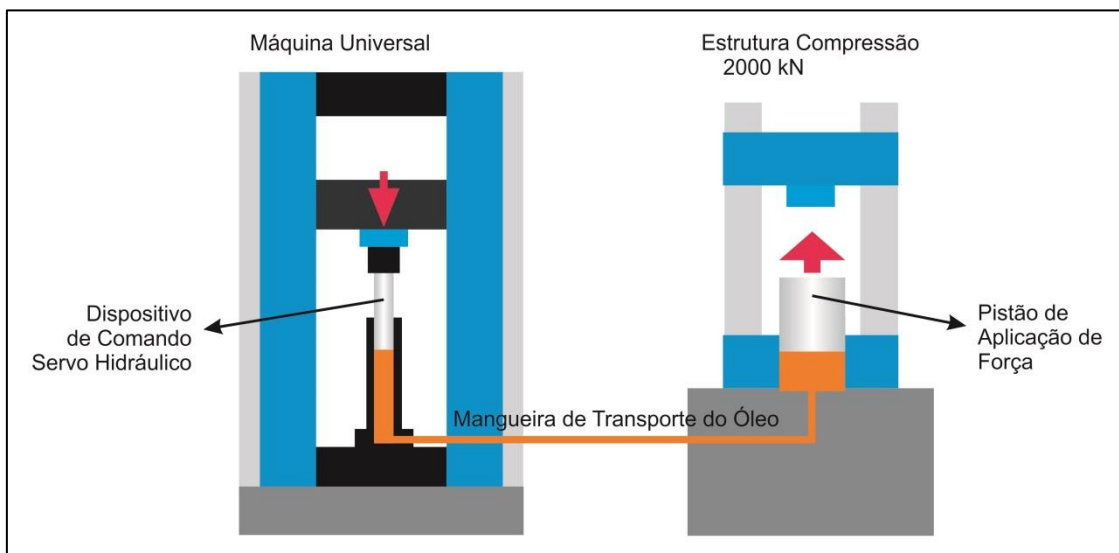
Através das ilustrações 35 e 36 tem-se as ligações hidráulicas do equipamento, interligando o conjunto da máquina universal de ensaios.

**Ilustração 35 – Ligações hidráulicas nos comandos para ensaios de compressão, interligadas entre o conjunto do equipamento**



Fonte: Autor, 2016.

**Ilustração 36 – Ligação hidráulica do conjunto**



Fonte: EMIC, 2016.

#### 4.4.8. Zona de Risco 8: Parte de Funcionamento por Fusos

Tem-se uma análise completa do grau de risco atual desta zona, através da tabela HRN da parte de funcionamento por fusos do equipamento, conforme tabela 19, em cima da base teórica mostrada nas tabelas, 1, 2, 3, 4 e 5 (páginas 33, 34 e 35), junto ao seu cálculo final HRN, cálculo 1 (página 33).

Riscos: Contusões e esmagamentos.

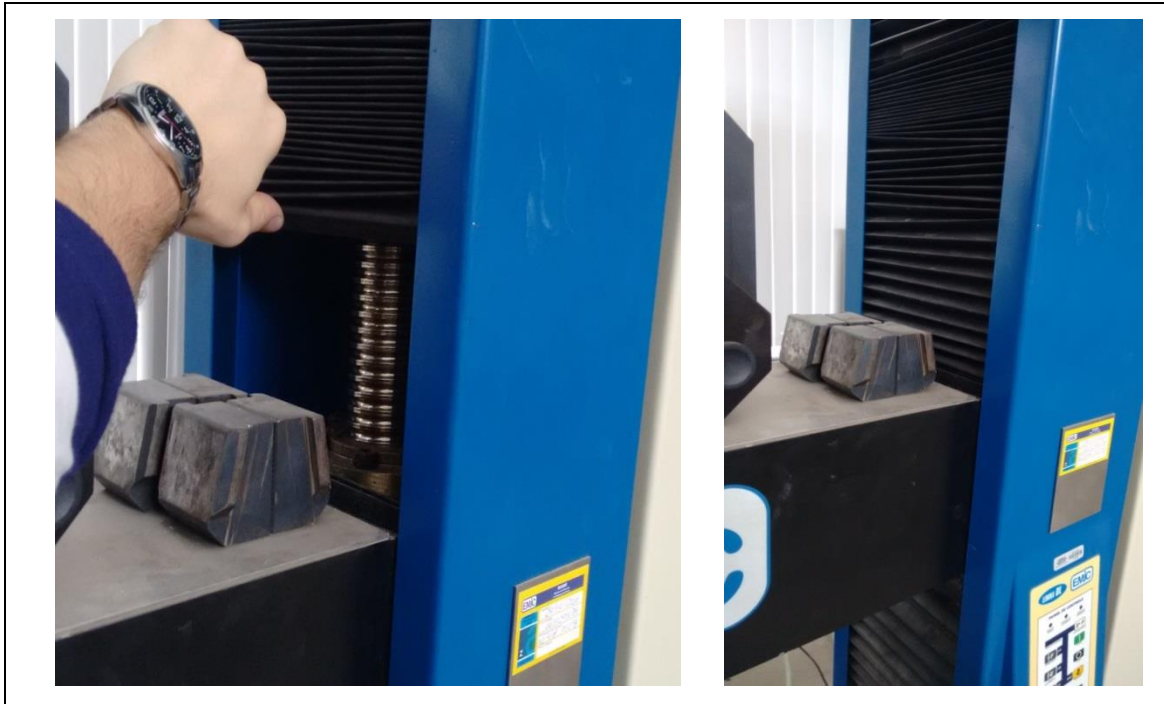
**Tabela 19 - HRN da Parte de Fusos**

Situação Atual		Descrição do Problema
Valor do Risco Atual (HRN) – Durante Inspeção		
Probabilidade de Exposição (PE)	1	O funcionamento por fusos está adequado e muito bem enclausurado nas colunas da Máquina Universal de Ensaios. Com cortinas plásticas, para que a deixe se movimentar e que, ao mesmo tempo, não deixem seus fusos expostos para não haver riscos nem contaminação com resíduos dos ensaios.
Frequência de Exposição (FE)	5	
Probabilidade Máxima de Perda (MPL)	0,1	
Número de Pessoas Expostas (NP)	1	
HRN do Risco	0,5	
Classificação do Risco	Aceitável	

Fonte: Autor, 2016.

Através da ilustração 37 tem-se os fusos para movimentação da máquina, em suas colunas, para comandos nos ensaios, principalmente de flexão.

**Ilustração 37 – Fusos de movimentação (colunas) da máquina para comandos nos ensaios de flexão**



Fonte: Autor, 2016.

#### **4.4.9. Quadro Comparativo**

Ao final das análises foi gerado um quadro comparativo resumindo os cálculos HRN, antes e depois de cada zona de risco, junto ao seu nível de risco e suas intervenções, conforme tabela 20.

**Tabela 20 - Comparativo HRN**

Zonas de Riscos	HRN anterior ao projeto de intervenções de dispositivos de segurança	Nível de Risco
Zona 1 – Risco 1	0,5	Aceitável
Zona 2 – Risco 2	80	Alto
Zona 3 – Risco 3	80	Alto
Zona 4 – Risco 4	320	Muito Alto
Zona 5 – Risco 5	160	Muito Alto
Zona 6 – Risco 6	1	Aceitável
Zona 7 – Risco 7	0,5	Aceitável
Zona 8 – Risco 8	0,5	Aceitável
Zonas de Riscos	HRN após projeto de intervenções de dispositivos de segurança e/ou recomendações	Nível de Risco
Zona 1 – Risco 1	0,5	Aceitável
Zona 2 – Risco 2	0,5	Aceitável
Zona 3 – Risco 3	0,5	Aceitável
Zona 4 – Risco 4	1	Aceitável
Zona 5 – Risco 5	1	Aceitável
Zona 6 – Risco 6	1	Aceitável
Zona 7 – Risco 7	0,5	Aceitável
Zona 8 – Risco 8	0,5	Aceitável

Fonte: Autor, 2016.

#### 4.5. Motor e Comando Eletrônico

Duas partes de fundamental importância para o funcionamento do equipamento são motor e comando eletrônico, nos quais não ocorrerão intervenções, pois ambas as partes estão devidamente instaladas e enclausuradas desde a aquisição do equipamento. Sendo assim, a demonstração foi feita para fins de registro nas ilustrações 38 e 39.

**Ilustração 38 – Motor sem e com sua proteção**



Fonte: Autor, 2016.

### Ilustração 39 – Comando eletrônico sem e com sua proteção



Fonte: Autor, 2016.

#### 4.6. *Checklist* de Verificação de Segurança

Foi criado um *checklist* para verificação diária de componentes de segurança antes da utilização da Máquina Universal de Ensaio, devido à troca de funcionários operadores nos turnos, deixando todos atualizados das condições que o equipamento encontra-se.



*Checklist* de Segurança a ser seguido para máquinas e equipamentos:

- O ponto de operação da máquina é aberto ou desprotegido?  
Sim ( ) Não ( );
- Existe possibilidade de acesso de partes do corpo na zona de operação da máquina?  
Sim ( ) Não ( );
- Existe alguma barreira de proteção, dispositivo de segurança que impede o acesso do corpo do trabalhador aos riscos na natureza da operação?  
Sim ( ) Não ( );
- Os dispositivos ou barreiras de proteção estão firmemente afixados na máquina?  
Sim ( ) Não ( );
- Estas barreiras ou dispositivos cumprem a sua finalidade?  
Sim ( ) Não ( );
- Os mecanismos de proteção ou barreira são vulneráveis, fáceis de serem anulados?  
Sim ( ) Não ( );
- Existem outros movimentos de risco ou possibilidade de arremesso de materiais?  
Sim ( ) Não ( );
- Em caso positivo existe alguma barreira ou mecanismo de proteção para prevenir contra esses riscos?  
Sim ( ) Não ( );
- Existe sistema de parada de emergência?  
Sim ( ) Não ( );
- Estes sistemas de parada de emergência estão acessíveis e ao alcance do trabalhador?  
Sim ( ) Não ( );
- Quando acionados bloqueiam imediatamente o ciclo da máquina?  
Sim ( ) Não ( );

- Existe um livro, ficha ou controle específico sobre as manutenções da máquina?  
Sim ( ) Não ( );
- Os comandos de partida ou acionamento da máquina possuem dispositivos que impedem seu funcionamento automático ao serem energizados?  
Sim ( ) Não ( );
- Possui altura compatível com o posto de trabalho, ficando ao alcance do operador ou sua posição de trabalho?  
Sim ( ) Não ( );
- Existem dispositivos de bloqueio eletrônico que impeçam o operador de se acidentar?  
Sim ( ) Não ( );
- E os mesmos estão funcionando?  
Sim ( ) Não ( ).

Observação: Qualquer alteração durante a verificação ou seu funcionamento, comunicar imediatamente a liderança do laboratório.

#### **4.7. Manual de Operação**

O Manual de Operação é uma ferramenta muito importante e deve-se manter sempre junto à máquina. A Finalidade deste manual é proporcionar aos operadores as devidas informações de funcionamento e operação do equipamento, para assim obter uma operação adequada e com segurança.

O manual de operação deve ser lido na sua totalidade antes do início da operação da máquina e seguir rigorosamente o seu passo a passo.

## Manual de Operação para a Máquina Universal de Ensaio DL-30000:

### 1- Instruções Gerais

- A máquina só poderá ser operada por pessoas autorizadas, treinadas, qualificadas com cursos e que tenham demonstrado compreender os procedimentos de operação da máquina;
- Todos os envolvidos na operação devem saber os comandos e procedimentos de emergência da máquina;
- Garantir que a máquina seja utilizada nas condições definidas para sua utilização;
- Toda proteção que por algum motivo for retirada ou aberta, deverá ser colocada novamente ou fechada antes de iniciar a operação;
- Caso a máquina venha a apresentar alguma irregularidade, deverá ser feita sua manutenção antes do uso;
- Seguir as sinalizações de segurança;
- Seguir rigorosamente todas as recomendações.

### 2- Requisitos para Operação

- Treinamento de operação;
- O operador deverá utilizar todos os EPI's necessários, como jaleco, sapato fechado (de preferência bota), luvas, óculos de proteção e protetores auriculares.

### 3- Procedimento para Ligar o Equipamento

- Ligar chave geral,
- Ligar computador ao qual o equipamento está vinculado;
- Preparar equipamento com seus dispositivos específicos de acordo com o ensaio que será realizado;
- Conferir se todas as proteções e equipamentos de emergência estão desacionados e/ou fechados;
- Ligar equipamento (Conjunto Máquina Universal de Ensaio);
- Limitar o campo de movimentação da máquina dentro de padrões específicos do ensaio a ser realizado, deixando-a segura de que não

passará do respectivo limite para não gerar problemas no equipamento e sua célula de carga, garantido um ensaio tranquilo e correto.

#### 4- Procedimento de Parada de Emergência

- Em caso de emergências, como por exemplo, algum acidente que venha a ocorrer, o operador, ou qualquer pessoa do setor, deverá pressionar o botão de emergência para que a máquina pare no momento exato do acionamento. Sempre que o botão de emergência for pressionado, automaticamente o sistema de segurança será acionado e cortará todas as fontes de energia da máquina.
- Para voltar à utilização normal do equipamento, deve-se desacionar o botão de emergência acionado anteriormente, rearmando assim o sistema de segurança e reiniciando a operação de trabalho.

#### 5- Realização de Limpeza ou Manutenção

- A limpeza deverá ser feita com a máquina desligada. Assim como para qualquer intervenção necessária na sua manutenção, que deverá ser realizada pelos funcionários, ou um técnico especializado da empresa fornecedora do equipamento, que tenham o conhecimento necessário e suficiente sobre o funcionamento da máquina, sua operação e qualquer outra reação que possa ocorrer.

#### 6- Procedimento para Desligar o Equipamento

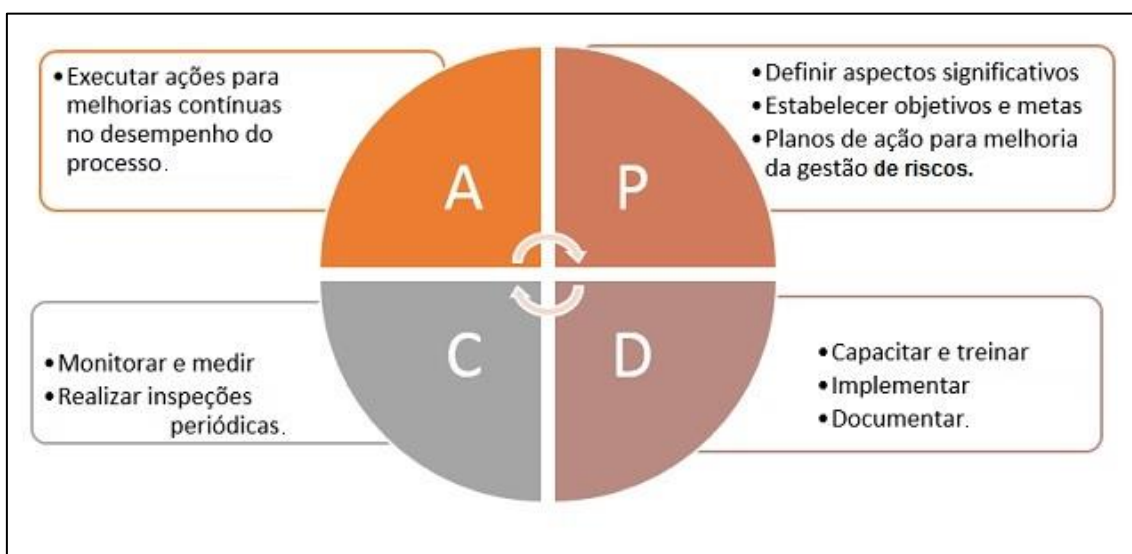
- Conferir se todas as proteções e equipamentos de emergência estão fechados;
- Conferir se a máquina está livre de tensões após ensaios, sem estar aplicando algum tipo de carga ou em movimento;
- Se sim, desligar o equipamento;
- Desligar o computador ao qual o equipamento está vinculado;
- Efetuar a limpeza do equipamento, para não deixar resíduos que possam prejudicar a máquina e seu funcionamento;
- Desligar chave geral.

#### 4.8. Ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Adjust*)

Este método interativo de gestão, com quatro passos interligados, é utilizado para controle e melhoria contínua de processos e produtos. Neste prisma do gerenciamento de risco, PDCA (Planejar, Executar, Monitorar e Revisar), tem-se uma atuação latente, sendo que, quando o assunto é risco, a palavra-chave é antecipar. E essa antecipação está contida neste processo a partir do planejamento.

Por se tratar de um ciclo, o planejamento está sempre presente, assim, antes que qualquer atividade venha a ser executada, este planejamento entra em ação de forma a se antecipar ao erro, prevendo cenários e respostas para dar continuidade no andamento do regime estipulado.

**Ilustração 40 – Ciclo PDCA**



Fonte: Adaptado de FIESP, 2016.

#### 4.9. Análise das Condições de Segurança do Equipamento Após Propostas de Intervenções Necessárias

Todos os itens avaliados na referida máquina com suas intervenções propostas nas partes de maior necessidade, apontando se estes atendem ou não as normativas estudadas, seguem na tabela 21 onde foram criadas as seguintes legendas (*status*).

C	Conforme
AP	Atende Parcialmente
NC	Não Conforme

**Tabela 21 - Análise de Status**

Item	Ponto Analisado	Status
1	Aterramento e Quadro Elétrico	C
2	Acessos do Equipamento	AP
3	Botão de Emergência e Sinalizações	C
4	Funcionamento Durante Ensaios	C
5	Operação Pré e Pós Ensaios	C
6	Parte Pneumática	C
7	Parte Hidráulica	C
8	Parte de Fusos	C
9	Proteção do Motor	C
10	Proteção Comando Eletrônico	C
11	Manual de Operação e <i>Checklist</i> Diário de Segurança	C

Fonte: Autor, 2016.

Alguns itens preconizados pela NR12, podem não fazer parte de um relatório técnico, pois são de responsabilidade da empresa fiscalizá-los para

certificar-se que estão sendo implementados e/ou seguidos por seus colaboradores, como:

- Riscos ergonômicos (postura e esforços físicos);
- Riscos adicionais (outros ruídos do setor no mesmo ambiente);
- Manutenção, inspeção, preparação, ajustes e reparos;
- Procedimentos de trabalho seguindo normas de segurança.

A máquina em questão apresenta dispositivos onde são consideradas medidas de proteção a serem adotadas, proporcionando recursos para uma operação que minimiza riscos e falhas, sendo as seguintes:

- Medidas de proteção coletiva;
- Medidas administrativas de organização do trabalho;
- Medidas de proteção individual.

## 5. CONCLUSÃO

No atual momento as empresas estão procurando cada vez mais fazer uma boa gestão dos riscos aos quais seus funcionários estão expostos, garantindo desta forma, segurança, saúde e a integridade física aos seus colaboradores. Para tanto, o presente trabalho buscou uma proposta de implantação da Norma Regulamentadora 12 (NR12) em uma Máquina Universal de Ensaios.

Primeiramente foi verificada a necessidade de implantação da NR12 no equipamento, diante desta necessidade, foram analisados os riscos envolvidos e feitas as devidas identificações de perigos. Conseqüentemente, como segundo objetivo proposto, foi projetada a intervenção de dispositivos e sinalizações de segurança para eliminação e controle dos mesmos, não só abordando a máquina em si, mas delimitando o local onde está instalada.

Dando seqüência ao estudo e propondo uma maior segurança para o setor, também foi criado um *checklist* de segurança e um manual de operação com o passo a passo a ser seguido visando o domínio no uso do equipamento.

Estima-se que com a implantação das medidas de segurança descritas no desenvolvimento deste trabalho, o conjunto da máquina esteja em condições de segurança para seu funcionamento, bem como para seus colaboradores que nela operam e/ou acompanham.

O atual trabalho não teve sua totalidade de propostas postas em prática durante o período em que foi realizado o estudo, devido à inviabilidade do atual momento da empresa. Porém, agora, com os projetos de intervenções prontos para serem seguidos em uma adequação completa no futuro, os cuidados e dispositivos criados, estudados e aprimorados para uma maior segurança na operação do equipamento é recomendada, tendo em vista que nunca foram feitas análises de riscos e propostas de intervenções.

Através desta pesquisa, pode-se perceber que houve uma ampliação do conhecimento sobre as exigências legais, técnicas e normativas acerca das proteções utilizadas em máquinas como prensas e similares, através da indicação de soluções para a proteção das mesmas, além de possibilitar a prevenção de acidentes dentro do setor em questão, com sua finalidade didática e acadêmica.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIMAQ. **Manual de Instruções da Norma Regulamentadora NR-12**. São Paulo; Fevereiro 2015.

ABNT 14153. **Segurança de Máquinas – Parte de Sistemas de Comando Relacionados à Segurança**. Maio 2013.

ALVARENGA, Maria Amália de Figueiredo Pereira. **Apontamentos de Metodologia para a Ciência e Técnicas de Redação Científica**. 2. ed. Porto alegre: Sergio Antonio Fabris editor, 2001.

ARAÚJO, Giovanni Moraes de. **Normas Regulamentadoras Comentadas e Ilustradas. Legislação de Segurança e Saúde no Trabalho**. 8. ed. Volume 2. Revisada, Ampliada, Atualizada e Ilustrada. Rio de Janeiro. Gerenciamento Verde Consultoria, Editora e Livraria Virtual, 2011.

AREASEG. **Introdução à Segurança do Trabalho em Perguntas e Respostas**. Disponível em: <<http://www.areaseg.com/seg/>>. Acesso em: 26 abr. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 31000: Gestão de Riscos – Princípios e Diretrizes**. Rio de Janeiro, 2005.

BLOG SEGURANÇA DO TRABALHO. **O que é Checklist Segurança no Trabalho?** Disponível em: <<http://www.blogsegurancadotrabalho.com.br/2013/01/o-que-e-check-list.html>>. Acesso em: 1º jun. 2016.

BONCIANI, Mario. **A NOVA NR 01 - Prevenção em Segurança e Saúde no Trabalho Posicionamento ANAMT**. Disponível em: <[http://www.anamt.org.br/site/upload\\_arquivos/arquivos\\_diversos\\_19820141125267055475.pdf](http://www.anamt.org.br/site/upload_arquivos/arquivos_diversos_19820141125267055475.pdf)>. Acesso em: 9 mai. 2016.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Superintendência Regional do Trabalho e Emprego do Rio Grande do Sul. **Análises de Acidentes do Trabalho Fatais no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, RS, 2008.

CARDELLA, Benedito. **Segurança no Trabalho e Prevenção de Acidentes**.

1. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 1999.

CERVO, A, L.; BERVIAN, P, A. **Metodologia Científica**. 6 ed. São Paulo: Prentice Hall, 2007.

CORRÊA, Martinho Ullmann. **Sistematização e Aplicação da NR-12 na Segurança em Máquinas e Equipamentos**. 2011.

DE CICCIO, Francesco – **Tecnologias Consagradas de Gestão de Riscos**. 2. ed. Série *RISK Management*, 2003.

EMIC - Equipamentos para Ensaio Mecânico Destrutivos. **Produtos por Linha – Máquina Universal de Ensaio + Prensa p/ Concreto**. Disponível em: <<http://www.emic.com.br/Produtos+Mais/4/80>>. Acesso em: 1º jun. 2016.

FARIA, Maila Teixeira. **Gerência de Riscos: Apostila do Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho**. Curitiba: UTFPR, 2011.

FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. **Gestão Empresarial Ambiental**. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/temas-ambientais/ver-todos/gestao-empresarial-ambiental/>>. Acesso em: 9 dez. 2016.

FILHO, João Carlos Pinto. **NR-26: Objetivo das Cores no Local de Trabalho como Sinalização de Segurança**. Disponível em: <<http://www.segurancanotrabalho.eng.br/noticia/nr26cores.pdf>>. Acesso em: 9 mai. 2016.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 1999.

Google Maps. **Imagens sobre a UNISC**. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/@-29.697789,-52.4385759,17z/data=!3m1!1e3>>. Acesso em: 12 abr. 2016.

HAMMER, Willie. **Handbook of System and Product Safety**. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1972.

KORRE A.; DURUCAN, S. **A review of the international state of the art in risk assessment guidelines and proposed terminology for use in CO2 geological storage**. Londres: Imperial College; report describes research sponsored by the IEA Environmental Projects Ltd. (IEA Greenhouse Gas R&D Programme), 2009. p. 83.

MARTINS, Edson Junior. **Apreciação e Análise de Redução de Riscos em uma Máquina Seladora**. 2012.

MENDES, René. **Máquinas e Acidentes de Trabalho**. Brasília: MTE/SIT; MPAS. Coleção Previdência Social; v. 13, 2001.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E PREVIDENCIA SOCIAL. **Anuário Estatístico de Acidentes do Trabalho AEAT 2014**. Modificado em: 25 mai. 2016. Disponível em: <<http://www.mtps.gov.br/dados-abertos/dados-da-previdencia/estatistica-saude-e-seguranca-do-trabalhador/anuario-estatistico-de-acidentes-do-trabalho-aeat>> Acesso em: 30 mai. 2016.

*MOVING Forward in Safety Thinking*. Disponível em: <<http://www.aiha.org/aihce06/handouts/rt229prince.pdf>>. Acesso em: 13 mai. 2016.

NBR 12100. **Segurança de máquinas - Princípios gerais de projeto - Apreciação e redução de riscos**. Rio de Janeiro. 2013.

NETO, Valdomiro Santi. **NR 26 – Sinalização de Segurança**. Disponível em: <<http://cpan.sites.ufms.br/wp-content/blogs.dir/73/files/2014/06/2014-UFMS-Grupo-D-SINALIZA%C3%87%C3%83O-Sinaliza%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em: 9 mai. 2016.

**NR-4. Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho.** Disponível em: <<http://sstemfoco.webnode.com.br/products/nr%2004%20-%20servi%C3%A7os%20especializados%20em%20engenharia%20de%20seguran%C3%A7a%20e%20medicina%20do%20trabalho%20/>>. Acesso em: 5 jun. 2016.

**NR-5. Comissão Interna de Prevenção de Acidentes.** Disponível em: <<http://sstemfoco.webnode.com.br/products/nr%2005%20-%20comiss%C3%A3o%20interna%20de%20preven%C3%A7%C3%A3o%20de%20acidentes/>>. Acesso em: 5 jun. 2016.

**NR-6. Equipamento de Proteção Individual – EPI.** Disponível em: <<http://sstemfoco.webnode.com.br/products/nr%2006%20-%20equipamento%20de%20preven%C3%A7%C3%A3o%20individual/>>. Acesso em: 13 mai. 2016.

**NR-9. Programa de Prevenção de Riscos Ambientais.** Disponível em: <<http://sstemfoco.webnode.com.br/products/nr%2009%20-%20programa%20de%20preven%C3%A7%C3%A3o%20de%20riscos%20ambientais/>>. Acesso em: 13 mai. 2016.

**NR-10. Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade.** Disponível em: <<http://sstemfoco.webnode.com.br/products/nr%2010%20-%20seguran%C3%A7a%20em%20instala%C3%A7%C3%B5es%20e%20servi%C3%A7os%20em%20eletricidade/>>. Acesso em: 13 mai. 2016.

NR-12. **Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos.** Publicação Portaria GM nº 3.214, de 08 de junho de 1978. Atualização Portaria SIT nº 197, de 17 de dezembro de 2010.

NR-15. **Atividades e Operações Insalubres.** Disponível em: <<http://sstemfoco.webnode.com.br/products/nr%2015%20-%20atividades%20e%20opera%C3%A7%C3%B5es%20insalubres/>>. Acesso em: 5 jun. 2016.

NR-28. **Fiscalização e Penalidades.** Disponível em: <<http://sstemfoco.webnode.com.br/products/nr%2028%20-%20fiscaliza%C3%A7%C3%A3o%20e%20penalidades/>>. Acesso em: 13 mai. 2016.

PADÃO, Marcio Elmor – **Segurança do Trabalho em Montagens Industriais. O Homem como Peça Fundamental.** Rio de Janeiro: LTC-Livros Técnicos e Científicos. Ed. 1991.

PEREIRA, Vandilce Trindade. **A Relevância da Prevenção do Acidente de Trabalho para o Crescimento Organizacional.** 2001. Monografia (Curso de Serviço Social) – Universidade da Amazônia, Belém, 2001.

REVISTA CIPA. São Paulo: CIPA, v. 36, n. 423, dez. 2014.

REVISTA PROTEÇÃO. **Anuário Brasileiro de Proteção 2015.** Tabela 12. Fonte: MPS/AEPS. Novo Hamburgo-RS, 2009. Disponível em: <[http://www.protecao.com.br/materias/anuario\\_brasileiro\\_de\\_p\\_r\\_o\\_t\\_e\\_c\\_a\\_o\\_2015/brasil/AJyAAA](http://www.protecao.com.br/materias/anuario_brasileiro_de_p_r_o_t_e_c_a_o_2015/brasil/AJyAAA)> Acesso em: 3 mai. 2016.

SANTOS, Neri dos; FIALHO, Francisco Antonio Pereira. **Manual de Análise Ergonômica no Trabalho.** 2. ed., atual. e rev. Curitiba: Genesis, 1997.

SCHMIDT, Emerson Daivid – **Implementação de Sistemas e Segurança do Trabalho em Pequenas Empresas.** 2007.

SILVA, I. B. R.; SOUZA, B. S. **Proteção de Máquinas: A Melhor Alternativa.** Revista Proteção, Novo Hamburgo, nº 239, pg. 76-81, nov. 2011.

UNISC. **Histórico.** Disponível em: <<http://www.unisc.br/portal/pt/a-unisc/a-universidade/historico.html>>. Acesso em: 11 abr. 2016.

VASCONCELLOS, Ana Cláudia Lages. **O Acidente do Trabalho e a Reabilitação Profissional dos Acidentados no Trabalho no Brasil.** Disponível em: <<http://www.ieprev.com.br/conteudo/id/11769/t/o-acidente-do-trabalho-e-a-reabilitacao-profissional-dos-acidentados-no-trabalh>>. Acesso em: 14 abr. 2016.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso – Planejamento e Métodos.** 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZOCCHIO, Álvaro. **Prática da Prevenção de Acidentes ABC da Segurança do Trabalho.** 7. ed. Revista ampliada. São Paulo. Atlas S.A., 2002.