

**FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E NEGÓCIOS DE SERGIPE
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO
TRABALHO**



ABRAÃO SANTOS SILVA

**ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO EM LABORATÓRIO DE
INSTITUIÇÃO TÉCNICA: ESTUDO DE CASO NA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE SERGIPE**

**ARACAJU – SE
JULHO/2015**

ABRAÃO SANTOS SILVA

**ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO EM LABORATÓRIO DE
INSTITUIÇÃO TÉCNICA: ESTUDO DE CASO NA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE SERGIPE**

Artigo científico apresentado à Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe como requisito parcial para obtenção do título de especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho.

**ARACAJU – SE
JULHO/2015**

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO EM LABORATÓRIO DE INSTITUIÇÃO TÉCNICA: ESTUDO DE CASO NA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

Abraão Santos Silva¹

RESUMO

Após um ano no qual os gastos com acidentes de trabalho passaram dos 10 bilhões de reais, a questão da segurança do trabalho é sem sombra de dúvida muito relevante. Nesse contexto a Análise Preliminar de Risco apresenta-se como uma técnica muito importante para o levantamento dos riscos existentes no local de trabalho e das medidas de prevenção e correção. Considerando o fato de que algumas vezes os riscos existentes nas instituições de ensino são deixados de lado em decorrência de outras necessidades, uma análise dos mesmos é de fundamental importância. No presente trabalho foram analisadas máquinas de ensaios mecânicos de Impacto Charpy, Compressão e Fluência, nas quais foram encontrados altos riscos em uma delas. Assim foi sugerido a confecção de uma proteção móvel, de modo a não atrapalhar a realização dos ensaios, mas garantir a segurança dos operadores.

Palavras-chave: APR, Segurança do Trabalho, Máquinas de Ensaio Mecânicos.

ABSTRACT

After a year in which the costs of workplace accidents pass the 10 billion reais the question of the job security is very relevant without doubt shade. Within this context the Preliminary Risk Analysis presents itself as a very important technique for the lifting of the existing risks in the workplace and the prevention and correction measures. Considering the fact that a few times the existing risks in educational facilities are left aside as a result of others necessities, an analysis of the same is of fundamental importance. In the present work were analyzed mechanical tests machine Charpy Impact, compression and fluency, in which high risk were found in one of them. So it was suggested the construction of a mobile protection, so as not to hinder conducting the tests, but ensure operator safety.

Keywords: APR, Safety, Mechanical Testing Machines.

¹ Engenheiro de Materiais, pós-graduando em Engenharia de Segurança do Trabalho.

1 INTRODUÇÃO

A Segurança do Trabalho pode ser definida como o conjunto de ciência e tecnologias que objetiva a proteção do trabalhador em seu ambiente de trabalho por intermédio da diminuição ou extinção dos acidentes de trabalho e doenças ocupacionais [1]. Para tanto existe a necessidade do controle dos riscos aos quais os trabalhadores estão expostos no ambiente de trabalho.

A engenharia de segurança do trabalho é uma das engenharias mais dinâmica e interdisciplinar existente, a sua inter-relação se estende desde a ciência básica ao desenvolvimento tecnológico mais avançado. Abrange todo o âmbito nacional e internacional com a responsabilidade de prevenir risco à saúde e a vida dos trabalhadores na execução de suas atividades profissionais.

O principal objetivo da segurança é garantir adequada condição de trabalho para os trabalhadores próprio da empresa e para os outros colaboradores, gerando assim um ambiente de trabalho com as condições mínimas de segurança para a realização das suas atividades, diminuindo a probabilidade de acidentes [2].

No ambiente no qual o desenvolvimento industrial tem gerado consequências negativas, tem-se percebido que é mais prudente e economicamente viável, o investimento no gerenciamento e prevenção de riscos do que arcar com o afastamento de funcionários e uma provável indenização. Outro fator que se faz relevante é a garantia de qualidade, requerida pelo mercado, através da certificação internacional (OSHAS) para que possa atuar no comércio nacional e mais especificamente no mundial.

Segundo dados do Ministério da Saúde [3], nos últimos 24 anos no Brasil ocorreram mais de 13 milhões de acidentes do trabalho, sendo que só em 2013 foram registrados mais de 700 mil, dos quais mais de 400 mil foram de acidentes típicos, acidentes decorrentes das características da atividade profissional desempenhada pelo acidentado. O montante gasto com acidentes do trabalho só em 2014 foi de cerca de 10 bilhões de reais, o que corresponde a cerca de 0,2% do PIB (produto interno bruto) do Brasil no mesmo ano, sendo essa uma amostra significativa da necessidade da prevenção de acidentes.

Segundo Sebastião (2014) [4], independentemente do local de trabalho, sempre existirá o risco de ocorrência de acidentes ou doenças ocupacionais, o que leva a comprometer a segurança, a saúde dos trabalhadores e a produtividade das

empresas. O mesmo ainda descreve que esses riscos podem afetar os trabalhadores de maneira temporária ou permanente, causando lesões ou doenças denominadas profissionais ou do trabalho, sendo essas consideradas acidentes do trabalho.

Os principais agentes no combate aos acidentes são a eliminação das condições inseguras do ambiente de trabalho e a constante formação/educação dos trabalhadores, para que os mesmos possam praticar as medidas preventivas adequadas. Assim, é extremamente importante que todos os trabalhadores e colaboradores saibam dos perigos aos quais estão expostos, de maneira que os mesmos sejam sensibilizados para o uso correto e adequado dos equipamentos de segurança [2].

Os acidentes podem ocorrer por diversos motivos, uma vez que a área de segurança gera uma interação entre a empresa, os trabalhadores, o meio ambiente, a execução das atividades, entre outras. Considerando essa realidade, foram desenvolvidas diversas medidas preventivas, objetivando a diminuição dos danos aos trabalhadores e empregador, sendo que essas medidas tendem a cogitar prováveis acidentes e indicar soluções antes que estes ocorram [5].

A sociedade industrial contemporânea, com o intuito de diminuir os esforços do trabalhador, multiplicar a produtividade e melhorar a qualidade dos produtos e serviços, apresenta como figura central as máquinas. No entanto, a relação entre o homem e a máquina cria a possibilidade da ocorrência de acidentes de trabalho, seja pela falta de treinamento e capacitação dos operadores, sistema de manutenção deficiente dos equipamentos ou a falta do sistema de proteção (Motter, 2013) [6].

Neste contexto algumas Instituições de Ensino necessitam de uma atenção especial no quesito segurança do trabalho, pois a segurança, algumas vezes, é deixada em segundo plano em decorrência de outras necessidades da instituição, elevando o nível dos riscos de acidentes nestas organizações.

Uma forma eficaz de detectar estes riscos para evitar acidentes é por intermédio da análise de riscos. A análise de risco é de fundamental importância, independente do fato da empresa ser pública ou privada, uma vez que objetiva o levantamento dos riscos dentro da instituição, apresentando como resultado as formas de solucioná-los.

Entre as várias técnicas de análise de riscos existe a Análise Preliminar de Risco (APR's), onde o resultado apresenta a análise qualitativa da fase de desenvolvimento do sistema, processo ou produto, de modo a determinar os riscos e as medidas preventivas antes da etapa de operação. Em resumo, é uma revisão geral dos aspectos de segurança, de acordo com documentos e tabelas padrões, onde se levanta os agentes e as consequências de cada risco, e posteriormente se enumera as medidas de prevenção ou correção e a categoria de cada risco para servir na análise da priorização de ações corretivas [7].

Embora essa técnica apresenta-se como um escopo básico de análise inicial, a sua aplicação é útil como revisão geral no quesito segurança em sistemas já operacionais, no qual pode relevar aspectos, muitas vezes despercebidos, os quais podem trazer significativos prejuízos para a empresa [7].

Em decorrência de tudo que foi relatado, o objetivo do presente artigo, é fazer um levantamento dos riscos aos quais os trabalhadores do LAMP, Laboratório de Microestruturas e Propriedades Mecânicas, do departamento de Engenharia de Materiais da Universidade Federal de Sergipe (UFS), estão expostos, criando a partir desse levantamento, análises preliminares de risco (APR's) e gerando sugestões de como resolver ou minimizar estes riscos. Já o objetivo específico deste artigo é criar após a aplicação da ferramenta APR um manual-base para futuras modificações de equipamentos e treinamentos para os operários das máquinas existentes no laboratório.

2 METODOLOGIA

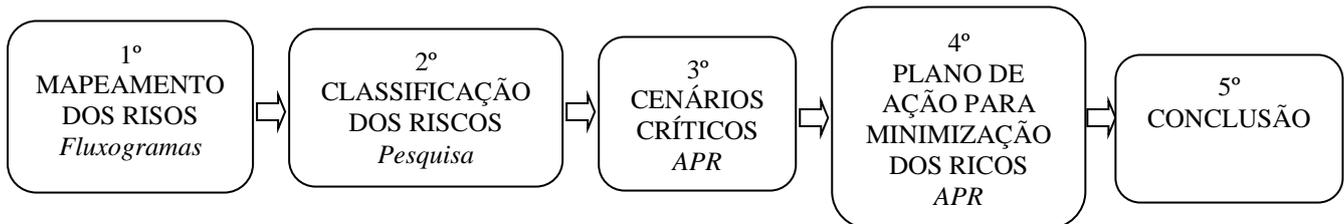
Os laboratórios da rede pública de ensino como exemplo os que pertencem a UFS, nem sempre garantem o grau de segurança adequado para o seu uso. Uma vez que a instituição não é regida pela CLT (Consolidação das Leis Trabalhistas) e não existe uma quantidade suficiente de fiscais, da própria instituição, que possam verificar esses laboratórios, o quesito segurança do trabalho algumas vezes é deixado de lado.

O principal motivo dessa postura se dar normalmente pelo desconhecimento da importância da segurança frente aos riscos os quais os trabalhadores e usuários estão expostos e pelo esquecimento de que toda atividade realizada possui seus

riscos inerentes, e que medidas de prevenção e gestão devem ser tomadas, uma vez que vidas podem ser extintas em decorrência da negligência.

Considerando esses fatores, o procedimento metodológico segue fluxo representado pela figura 1.

Figura 1 – Fluxograma da Metodologia do Trabalho.



Fonte: Baseado em Araújo (2014), apud Barbosa (2013)

1ª Etapa: O procedimento inicial para o desenvolvimento do trabalho é o mapeamento dos processos executivos. Realizados com a elaboração de fluxogramas, através do Microsoft Office Excel. Onde irão conter informações que representem as atividades tanto da montagem dos dispositivos e amostras para os ensaios mecânicos, quanto o procedimento para a realização do mesmo. Essas informações serão consolidadas juntamente com o coordenador de laboratório.

2ª Etapa: O procedimento seguinte consiste na utilização da técnica Brainstorm com os principais especialistas envolvidos nas atividades. Esse consiste em listar os riscos que apresentam impacto negativo aos objetivos dos ensaios. Onde os mesmos deverão ser classificados de acordo com o nível de risco, que pode ser estimado pela equação 1 de acordo com a PE (Probabilidade de Exposição), FE (Frequência de Exposição ao Perigo), MPL (Probabilidade Máxima de Perda) e NP (Número de Pessoas Expostas ao Risco), onde os valores para os mesmos podem ser visualizados nas figuras 2 a 5. A severidade do risco pode ser classificada de acordo com a figura 6.

A Probabilidade de Exposição (PE): expõe a probabilidade de uma pessoa entrar em contato com o perigo para cada risco existente na máquina.

Figura 2 – Probabilidade de Exposição (PE)

Probabilidade de Exposição (PE)		
0	Quase impossível	Não pode acontecer sobre nenhuma
1	Improvável	Apesar de concebível

2	Possível	Mas não atual
5	Alguma chance	Poderia acontecer
8	Provável	Grande chance de acontecer (sem surpresa)
10	Muito provável	De se esperar
15	Certo	Nenhuma dúvida

Fonte: Correia (2012) apud The Safety & Health Practitioner (1990)

A Frequência de Exposição ao Perigo (FE): seleciona-se a frequência na qual a pessoa está exposta ao perigo analisado.

Figura 3 – Frequência de Exposição (FE).

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: Correia (2012) apud The Safety & Health Practitioner (1990)

A Probabilidade Máxima de Perda (MPL): deve-se optar pela máxima perda que possa ocorrer em função do perigo em que se está exposto, isto é, o grau máximo de lesão ou dano à saúde que poderá ser causado.

Figura 4 – Probabilidade Máxima de Perda (MPL)

Número de pessoas expostas ao risco (NP)	
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: Correia (2012) apud The Safety & Health Practitioner (1990)

O Número de Pessoas Expostas (NP): seleciona-se o número de pessoas expostas ao risco que está sendo analisado.

Figura 5 – Número de Pessoas Expostas (NP).

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: Correia (2012) apud The Safety & Health Practitioner (1990)

O método HRN deve ser aplicado em cada risco existente na máquina ou equipamentos. Em seguida o valor do nível de risco é encontrado pela equação 1 pela simples multiplicação das variáveis:

$$\text{Equação 1: Nível de Risco} = \text{PE} \times \text{FE} \times \text{MPL} \times \text{NP}$$

Com os valores do nível de risco, encontra-se a classificação do risco e seu tempo de ação recomendado para sua minimização pela figura 6, sendo que:

- 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 significativo: 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.

Figura 6 - Número de Classificação de Risco (HRN)

Número de Classificação de Risco (HRN)		
Aceitável	0-1	Risco aceitável –considerar possíveis ações
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

2.1 ESTUDO DE CASO

O presente estudo visa a análise do ambiente de trabalho do LAMP - laboratório de Microestruturas e Propriedades Mecânicas do departamento de Engenharia de Materiais da Universidade Federal de Sergipe (UFS).

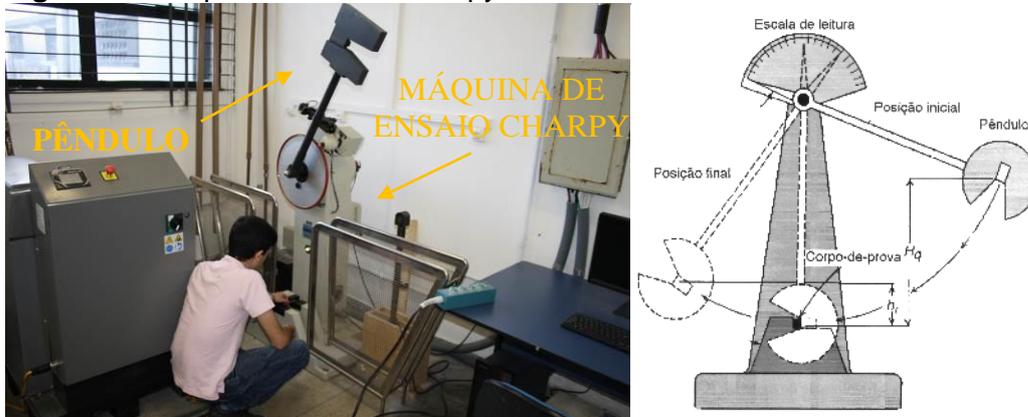
3 RESULTADOS

Com base na reformulação da NR-12, quanto aos aspectos das proteções das máquinas e equipamentos e no método de avaliação de risco apresentado na metodologia, estudar-se-á as três máquinas de ensaios mecânicos presente no laboratório. Elencou-se um dos principais perigos existentes para cada máquina, para ajudar na aplicação do método. Após obtenção dos resultados, sugestões de proteções e dispositivos de segurança, segundo a NR-12, serão apresentados.

3.1 MÁQUINA DE ENSAIOS DE IMPACTO CHARPY

A máquina (Figura 7) serve para a realização de ensaio de impacto Charpy. O ensaio é realizado em pêndulo de impacto. O corpo de prova é fixado num suporte, na base da máquina. O martelo do pêndulo, com uma borda de aço endurecido de raio específico, é liberado de uma altura pré-definida, causando a ruptura do corpo de prova pelo efeito da carga instantânea. A altura de elevação do martelo após o impacto dá a medida da energia absorvida pelo corpo de prova. O teste pode ser conduzido em temperatura ambiente ou em temperaturas diferentes para testar a fragilização do material por efeito da temperatura.

Figura 7 – Máquina de ensaio charpy.



O ensaio pode ser realizado no modo semiautomático com um auxílio de um controle, ou pelo software específico. Normalmente o ensaio é conduzido por dois operadores, um é responsável pelo controle de acionamento do martelo e o outro pelo posicionamento do corpo de prova, no entanto algumas vezes o mesmo procedimento é realizado por um único operador.

Nos ensaios que são realizados a baixas temperaturas (-190° Celsos) o tempo de posicionar o corpo de prova e da liberação do pêndulo deve ser de no máximo 5 segundos. Nesse caso existe a possibilidade de que o operador remova a trava de segurança do martelo antes de soltar o corpo de prova, o que dependendo da situação ele pode sofrer esmagamento da sua mão.

Aplicando o método, tem-se:

- Com auxílio das figuras 2 a 5, após o reconhecimento do principal perigo da máquina, foram inseridos os dados e assim achou-se um valor para o Nível de Risco:

- Probabilidade de exposição → Alguma chance = 5
- Frequência de exposição → Anualmente = 0,2;
- Probabilidade máxima de perda → Fratura/enfermidade grave (permanente) = 2;
- Número de pessoas expostas ao risco → 1-2 pessoas = 1

Aplicando a Equação 1, tem-se:

$$\text{Nível de Risco} = PE \times FE \times MPL \times NP = 5 \times 0,2 \times 2 \times 1 = 2$$

Constata-se que o Nível de Risco, pela Figura 6, é considerado Risco muito baixo, não são requeridas medidas de controle significativas, mas é recomendável o uso de EPI e a aplicação de treinamento.

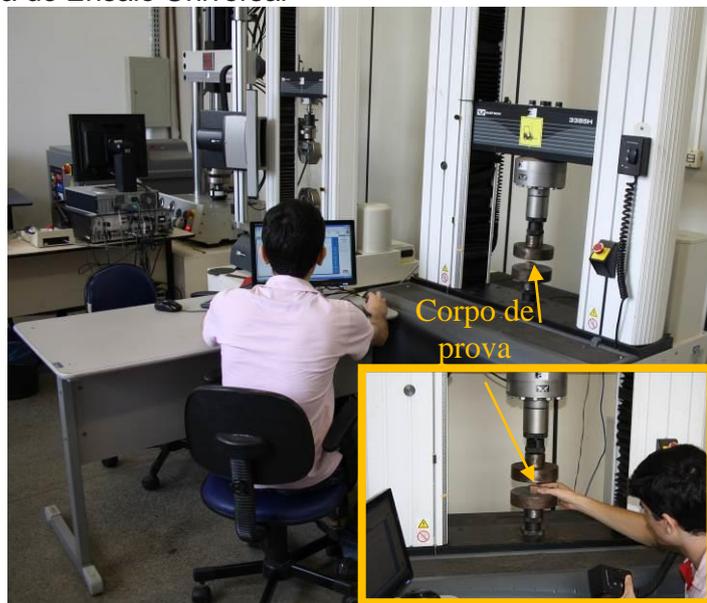
3.2 MÁQUINA DE ENSAIO UNIVERSAL

As máquinas de ensaios universais são os tipos mais comuns de máquina de teste em materiais. O objetivo desses testes é analisar a resistência mecânica estática dos materiais sujeitos a esforços de tração, flexão ou compressão, de modo a garantir a base para os cálculos estruturais das estruturas sujeitas a esses tipos de esforços.

Na Figura 8 é possível visualizar uma máquina de ensaio universal, onde é possível perceber o modo como o corpo de prova é posicionado na mesma.

Neste tipo de equipamento, quando são realizados ensaios de compressão em materiais frágeis, a sua ruptura pode projetar fragmentos para fora do dispositivo, onde os mesmos podem atingir o operador, provocando lesões permanentes ou temporárias.

Figura 8 – Máquina de Ensaio Universal



Aplicando o método, tem-se:

- Com auxílio das figuras 2 a 5, após o reconhecimento do principal perigo da máquina, foram inseridos os dados e assim achou-se um valor para o Nível de Risco:
 - Probabilidade de exposição → Muito provável = 10
 - Frequência de exposição → Semanalmente = 1,5;
 - Probabilidade máxima de perda → Fratura/enfermidade grave (permanente) = 2;
 - Número de pessoas expostas ao risco → 3-7 pessoas = 2

Aplicando a Equação 1, tem-se:

$$\text{Nível de Risco} = PE \times FE \times MPL \times NP = 10 \times 1,5 \times 2 \times 2 = 60$$
- Constata-se que o Nível de Risco, pela Figura 6, é considerado Risco alto, com isso medidas de controle de segurança devem ser implementadas dentro de uma semana.

3.3 MÁQUINA DE ENSAIO DINÂMICO

As máquinas de ensaios dinâmicos servem para realizar ensaios de fadigas (Figura 9), corrosão-fadiga e mecânica da fratura, onde a principal característica desses tipos de ensaios é a aplicação de forças cíclicas, alternadas, e para ensaios de fluência onde o material é tensionado e pela aplicação de temperatura superior a ambiente, tende a escoar, deformando plasticamente. Nesses equipamentos foi detectado que o principal risco está relacionado aos ensaios de fluência, sendo o mesmo decorrente do toque em superfície em altas temperaturas, até 1200° Celsos.

Figura 9 – Máquina de Ensaio de fadiga por flexão de três pontos.



Aplicando o método, tem-se:

- Com auxílio das figuras 2 a 5, após o reconhecimento do principal perigo da máquina, foram inseridos os dados e assim achou-se um valor para o Nível de Risco:
 - Probabilidade de exposição → Possível = 2;
 - Frequência de exposição → Mensalmente = 1;
 - Probabilidade máxima de perda → Fratura/enfermidade grave (permanente) = 2;
 - Número de pessoas expostas ao risco → 3-7 pessoas = 2

Aplicando a Equação 1, tem-se:

$$\text{Nível de Risco} = PE \times FE \times MPL \times NP = 2 \times 1 \times 2 \times 2 = 8$$

- Constata-se que o Nível de Risco, pela Figura 6, é considerado Risco baixo, onde medidas de controle devem ser consideradas.

.4 CONCLUSÃO

O trabalho desenvolvido servirá de base para adequação dessas máquinas a Norma Regulamentadora 13 (NR-12), sendo que a máquina de ensaios universais operada para ensaios de compressão em corpos de prova frágeis apresentou alto risco, com isso essa será a máquina que sofrerá intervenção. O presente estudo mostrou-se satisfatório, uma vez que os riscos poderão ser quantificados e a

severidade do mesmo será esclarecida para todos os operadores. Em trabalhos futuros é sugerido que seja feito a adequação das mesmas e uma nova análise para quantificar os novos riscos. Assim, é sugerido que seja colocado uma proteção móvel como contenção para possível projeção de fragmentos dos corpos de prova.

5 REFERÊNCIAS

- [1] Disponível em: <<http://www.portaleducacao.com.br/medicina/artigos/52231/conceitoe-objetivo-da-seguranca-do-trabalho#ixzz3b6mUgJ00>>, publicado em 13 de novembro de 2013, acessado em 24 de maio de 2015.
- [2] MARTINS, Rogério Augusto Fernandes et al. Segurança no trabalho no quadro nacional e internacional: casos de estudo. 2012.
- [3] Disponível em: <http://www.protecao.com.br/materias/anuario_brasileiro_de_p_r_o_t_e_c_a_o_2015/brasil/AJyAAA>, acessado 04 de julho de 2015.
- [4] SEBASTIÃO, NÍDIA VANEIDE MONTEIRO; SAVI, CLÓVIS NORBERTO. Mapa de Risco dos Laboratórios da Engenharia Civil do Idt/Ipárque/Unesc. 2014
- [5] CORDEIRO, Mariana Campos. Levantamento qualitativo dos riscos ocupacionais presentes nos laboratórios do Instituto de Florestas–UFRRJ. 2012.
- [6] CATAI, RODRIGO EDUARDO; ROMANO, CEZAR AUGUSTO; MATTOS, CARLOS EDUARDO LOURENÇO. Gestão da Segurança em Máquinas de uma Oficina Mecânica de uma Instituição Técnica de Ensino. 2013.
- [7] VERONEZI, CAMILA TEODORO DE PAIVA. Análise preliminar de risco na manutenção predial de uma instituição federal de ensino superior. 2015.
- [8] ARAUJO, THAYS KAROLINE BARBOSA DE. Análise Preliminar de Risco do gerenciamento de projetos na montagem de braços de carregamento do PGL 2. REVISTA DE TRABALHOS ACADÊMICOS-UNIVERSO RECIFE, v. 1, n. 2, 2014.
- [9] CORRÊA, MARTINHO ULLMANN. Sistematização e aplicações da NR-12 na segurança em máquinas e equipamentos. 2012.