

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA**  
**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO EM CIÊNCIAS**  
**DA SAÚDE E DO MEIO AMBIENTE**

**SILVANA VALITUTTO DUNCAN RANGEL**

**ENSINO DE ENGENHARIA: ELABORAÇÃO DE MANUAL DE**  
**PROCEDIMENTOS DE SEGURANÇA PARA PRÁTICA DE**  
**LABORATÓRIO**

**VOLTA REDONDA**

**2014**

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA**  
**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO EM CIÊNCIAS**  
**DA SAÚDE E DO MEIO AMBIENTE**

**ENSINO DE ENGENHARIA: ELABORAÇÃO DE MANUAL DE**  
**PROCEDIMENTOS DE SEGURANÇA PARA PRÁTICA DE**  
**LABORATÓRIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino em Ciências da Saúde e do Meio Ambiente do UniFOA, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino em Ciências da Saúde e do Meio Ambiente.

Aluna:

Silvana Valitutto Duncan Rangel

Orientadora:

Profa. Dra. Rosana Aparecida Ravaglia Soares

**VOLTA REDONDA**

**2014**

### FICHA CATALOGRÁFICA

Bibliotecária: Alice Tacão Wagner - CRB 7/RJ 4316

R196eRangel, Silvana Valitutto Duncan.

Ensino de engenharia: elaboração de manual de procedimentos de segurança para prática de laboratório./Silvana Valitutto Duncan Rangel. – Volta Redonda: UniFOA, 2014.

104 p. : II

Orientador(a): Rosana Aparecida Ravaglia Soares  
Dissertação (Mestrado) – UniFOA / Mestrado profissional em Ensino em Ciências da Saúde e do Meio Ambiente, 2014.

1. Engenharia - dissertação. 2. Engenharia - ensino. 3. Laboratório - segurança. I. Soares, Rosana Aparecida Ravaglia. II. Centro Universitário de Volta Redonda. III. Título.

CDD – 620

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Aluna: Silvana Valitutto Duncan Rangel

### ENSINO DE ENGENHARIA: ELABORAÇÃO DE MANUAL DE PROCEDIMENTOS DE SEGURANÇA PARA PRÁTICA DE LABORATÓRIO

Orientadora:

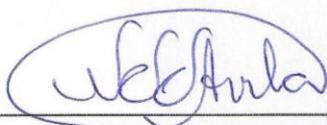
Profa. Dra. Rosana Aparecida Ravaglia Soares

Banca Examinadora



---

Profa. Dra. Rosana Aparecida Ravaglia Soares



---

Profa. Dra. Nadja Valéria Vasconcellos de Ávila



---

Prof. Dr. Ronaldo Figueiró Portella Pereira

A DEUS

Pela presença constante em minha vida, mostrando que a esperança renasce a cada dia.

A LUÍS ALBERTO

Meu querido marido, pelo carinho, apoio e incentivo para realização deste trabalho.

AO LORENZO E VIRGÍNIA

Meus amados filho e filha, pela paciência.

## **AGRADECIMENTOS**

A Profa. Rosana Aparecida Ravaglia. Soares. Minha orientadora, agradeço pelo incentivo e apoio nos momentos de indecisão, pelos valiosos ensinamentos durante as etapas deste trabalho e ainda pelo exemplo de determinação, postura profissional e grande ser humano.

Aos Amigos Luiz Carlos, agradeço pela valiosa ajuda e colaboração durante a realização deste trabalho; Marco Antônio, agradeço pelos ensinamentos para análise de risco.

Aos Profs. Renato Azevedo, pelo apoio e valiosa atenção durante a realização deste trabalho. Aos Professores Flávio Ferreira, Tadeu e a Salete, pela colaboração no desenvolvimento deste trabalho.

A minha amiga Mônica pelo apoio na elaboração deste trabalho.

Aos meus colegas da EEIMVR-UFF.

Aos funcionários da MECSMA da UniFOA.

E aos estimados amigos do curso, Sônia, Rhanica, Adelmo, Bartolomeu, Cida e Nair.

## RESUMO

O ambiente de trabalho deve ser seguro e salutar para proporcionar resultados satisfatórios daquilo que se produz e para a saúde daqueles que ali trabalham. Os laboratórios universitários são ambientes de trabalho particulares em função de seus objetivos, que são voltados para o ensino. Nestes ambientes laboratoriais estão presentes equipamentos, ferramentas e materiais, considerados fatores de risco em potencial, que podem causar variados tipos de acidentes. Portanto, a importância deste estudo é destacar a prática preventiva de acidentes nas práticas de ensino em laboratório de engenharia. Justifica-se esta pesquisa pela necessidade de qualificar o ensino de graduação em Engenharia, destacando as Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho pertinentes a estas atividades. Este estudo teve como objetivo elaborar um manual de procedimentos de segurança para as práticas de ensino em laboratório de engenharia. A metodologia foi delineada através de pesquisa bibliográfica, documental e um estudo de caso desenvolvido no Laboratório de Tratamento Térmico, da Escola de Engenharia Industrial Metalúrgica de Volta Redonda, da Universidade Federal Fluminense. Assim, através da realização desta pesquisa, foi elaborado um Manual de Segurança para Laboratório de Tratamentos Térmicos, composto de recomendações e procedimentos de segurança, bem como a identificação de riscos, e descrição do processo seguro na realização das aulas práticas. Este manual está embasado na legislação e foi direcionado aos discentes. Além disso, um kit de placas para sinalização de segurança compõe este manual a serem utilizadas nas práticas de ensino.

**Palavras-chave:** ensino de engenharia; laboratórios de ensino; segurança do trabalho; normas regulamentadoras; riscos.

### **ABSTRACT**

The working environment must be safe and healthy to promote satisfactory results regarding its objective and the health of people who work in it. University laboratories are particular working spaces according to their objectives which are focused on learning. In those spaces are present machines, equipment and chemical products, among others, considered potentially risky since can they cause several sorts of accidents. Therefore the importance of this work resides in optimizing preventive practices in engineering learning laboratories. This research is justified by the need of qualifying graduation in engineering, highlighting the Brazilian Ministry Work standards concerning those activities. This study aims at elaborating a safety procedures handbook for practices in engineering learning laboratories. The methodology will be designed through bibliographic research, documents and a case study developed in the Thermal Treatment Laboratory, at the Escola de Engenharia Industrial Metalúrgica de Volta Redonda, Universidade Federal Fluminense. Being so, through this research work, a safety handbook was elaborated for the thermal treatment laboratory, entailing recommendations and safety procedures, as well as risk identification and safety process description for the practical classes. This handbook is based on the legislation and was directed to the students. Furthermore, a kit with safety signal boards is included to be utilized in practical teaching.

**Keywords:** engineering teaching, learning laboratories, work safety, regulating standards, risks.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	18
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	23
	2.1 Ensino de Engenharia .....	23
	2.2 Laboratórios de Ensino .....	26
	2.3 Segurança do Trabalho .....	29
	2.4 Normas Regulamentadoras .....	34
	2.5 Riscos .....	42
3	METODOLOGIA .....	45
	3.1 Descrição do Local de Estudo .....	47
4	CONSTRUÇÃO DO MAPA DE RISCO .....	49
	4.1 Conceito .....	49
	4.1.1 Levantamento e sistematização do processo de produção.	49
	4.1.2 Preenchimento de documentos da NR n.5 .....	50
	4.2 Roteiro .....	51
	4.2.1 Etapas da Construção do Mapa de Risco .....	52
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	62
	5.1 Pesquisa .....	62
6	PRODUTO .....	79
	6.1 Descrição do Produto .....	79
	6.1.1 Manual de Segurança para Laboratório de Tratamento Térmico .....	81

	6.1.2 Placas para Sinalização de Segurança .....	91
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	95
	REFERÊNCIAS .....	97
	APÊNDICE .....	104

## LISTA DE QUADROS

Quadro 4.1	Fornos do Laboratório de Tratamento Térmico .....	54
Quadro 4.2	Operação x Equipamentos / Ferramentas x Risco .....	59
Quadro 5.1	Operação x Equipamentos/Ferramentas x Risco x Processo Seguro de Trabalho x Ação Corretiva x Legislação .....	63

## LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1	Classificação dos principais riscos ocupacionais em grupos .....	51
Tabela 4.2	Temperaturas de recozimento de diversos aços carbono .....	58
Tabela 4.3	Temperaturas de Normalização de aços-carbono e aços-ligas comuns .....	58

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1	Laboratório de Tratamento Térmico .....	48
Figura 4.1	Fluxograma de produção de uma aula prática .....	53
Figura 4.2	Diagrama de equilíbrio Fe-C .....	57
Figura 4.3	Mapa de Risco do Laboratório de Tratamento Térmico .....	61
Figura 5.1	Foto do painel de acionamento dos fornos .....	65
Figura 5.2	Foto da amostra .....	66
Figura 5.3	Foto da caixa com cavaco .....	66
Figura 5.4	Foto da caixa com cavaco cobrindo a amostra .....	66
Figura 5.5	Foto de óculos para proteção dos olhos .....	67
Figura 5.6	Foto de luvas para proteção das mãos .....	68
Figura 5.7	Foto da colocação da amostra no forno .....	68
Figura 5.8	Foto das vestimentas para proteção do tronco contra riscos de origem térmica .....	69
Figura 5.9	Foto de luvas para proteção das mãos contra agentes térmicos	70
Figura 5.10	Foto de protetor facial para proteção da face contra agentes térmicos .....	70
Figura 5.11	Foto da amostra sendo retirada no forno .....	71
Figura 5.12	Foto da amostra sendo retirada no forno .....	71
Figura 5.13	Foto da amostra sendo retirada no forno .....	71
Figura 5.14	Foto da amostra sendo resfriada ao ar .....	73
Figura 5.15	Foto do resfriamento no banho de óleo .....	74
Figura 5.16	Foto dos vapores provenientes do resfriamento em óleo .....	74
Figura 5.17	Foto da amostra sendo resfriada em água .....	75
Figura 5.18	Foto dos vapores do resfriamento da amostra em água .....	75
Figura 5.19	Formas de sinalização .....	76

Figura 6.1	Personagens contemplando questões de gênero e etnia .....	81
Figura 6.2	Forma de vestuário adequado e inadequado para acesso ao laboratório .....	82
Figura 6.3	Tipo de vestuário inadequado (em material sintético) para acesso ao laboratório .....	82
Figura 6.4	Recomendação para não utilizar lentes de contato durante atividades laboratorial .....	83
Figura 6.5	Recomendação de não haver conversa paralela durante a aula prática .....	83
Figura 6.6	Proibição de levar alimentos e bebidas para o laboratório .....	84
Figura 6.7	Proibição de fumar no laboratório .....	84
Figura 6.8	EPI's adequados para realização das aulas práticas no laboratório .....	85
Figura 6.9	Necessidade de conservação dos EPI's utilizados nas aulas práticas .....	85
Figura 6.10	Concentração para realização da atividade prática no laboratório .....	86
Figura 6.11	Importância de tirar as dúvidas antes do início da atividade prática .....	86
Figura 6.12	Conhecer a localização de dispositivo de segurança, como extintor de incêndio .....	87
Figura 6.13	Na etapa ligar e desligar o forno deve-se ter atenção ao painel de acionamento .....	88
Figura 6.14	Na etapa preparar a amostra deve-se utilizar EPI's adequados	88
Figura 6.15	Na etapa colocar e retirar amostra do forno deve-se ter atenção e utilização de EPI's adequados .....	89
Figura 6.16	No resfriamento lento utilizar sinalização de segurança .....	90
Figura 6.17	No resfriamento moderado utilizar sinalização de segurança ....	90
Figura 6.18	No resfriamento rápido deve-se utilizar EPI's adequados .....	91
Figura 6.19	Placa "PERIGO" para o painel de acionamento do forno .....	92

Figura 6.20	Placa de sinalização “AVISO”.....	93
Figura 6.21	Placa de sinalização “ATENÇÃO” .....	94

## LISTA DE APÊNDICE

Apêndice	Solicitação de Autorização para realizar pesquisa na Escola de Engenharia Industrial Metalúrgica de Volta Redonda da UFF .....	104
----------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

## LISTA DE SIGLAS

CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CES	Câmara de Educação Superior
CIPA	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
CLT	Consolidação das Leis do Trabalho
CNE	Conselho Nacional de Educação
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais
DOU	Diário Oficial da União
EEIMVR	Escola de Engenharia Industrial Metalúrgica de Volta Redonda
EPI	Equipamento de Proteção Individual
IES	Instituições de Ensino Superior
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
LDB	Leis de Diretrizes e Bases
TEM	Ministério do Trabalho e Emprego
NR	Normas Regulamentadoras
OIT	Organização Internacional do Trabalho
PCMSO	Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional
PDE	Plano de Desenvolvimento da Educação
PPRA	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
SESMT	Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho
SSO	Segurança e Saúde Ocupacional
UFF	Universidade Federal Fluminense
UNIFOA	Centro Universitário de Volta Redonda

VMT

Departamento de Engenharia Metalúrgica e Materiais

## 1 INTRODUÇÃO

O trabalho entendido como atividade humana, seja ele intelectual ou manual, é o meio pelo qual o homem pode conquistar melhores condições de vida, e desenvolvido em determinado local, onde a pessoa passa considerável tempo de sua existência. As condições do ambiente de trabalho refletem diretamente na qualidade de vida. Quando é salutar, proporciona resultados satisfatórios para aquilo que se produz e para a saúde daqueles que ali trabalham (SOUSA, 2004).

O trabalho existe desde o surgimento da existência humana, contudo à medida que a atividade laborativa foi se transformando, se aprimorando, os riscos inerentes se intensificaram e começaram a surgir problemas de acidentes, saúde e meio ambiente.

Na busca de soluções para estes problemas, emerge gradativamente a preocupação com a questão da segurança do trabalho, mas que, com a promulgação de Leis, Decretos, Portarias e Normas Regulamentadoras, vieram a contribuir para a garantia de direitos dos trabalhadores à segurança no trabalho.

Desse modo, a garantia da segurança no trabalho, através das leis e normas, torna-se relevante em todo e qualquer ambiente de trabalho, assegurando resultados satisfatórios e qualidade de vida para o trabalhador.

Sabe-se que para que a segurança seja efetiva com eliminação ou minimização dos riscos, além da adoção de medidas técnicas e normativas, a educação é o caminho para instrumentalizar o indivíduo na assimilação da prática preventiva no ambiente de trabalho.

Dentre os diferentes ambientes de trabalho, os laboratórios universitários são ambientes particulares em função de seus objetivos, voltados para o ensino, pesquisa e extensão. Nestes ambientes laboratoriais estão presentes equipamentos e produtos químicos, considerados fatores de risco em potencial, que podem causar variados tipos de acidentes, estando dessa forma sujeitos às leis e normas de segurança do trabalho.

No que tange ao ensino, deve-se garantir sua qualidade e proporcionar aos alunos o desenvolvimento prático, com aplicabilidade das metodologias experimentais e de análise de resultados. Dessa forma, os laboratórios tornam-se ferramentas essenciais, que contribuem para o processo de ensino-aprendizagem e uma formação acadêmica mais completa.

No ensino de engenharia, conforme seus pressupostos metodológicos, é relevante associar teoria à prática, objetivando o desenvolvimento do aluno e preparando-o para o exercício da profissão.

As Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) do Curso de Graduação em Engenharia, instituída pela Resolução CNE/CES nº 11, de 11 de março de 2002, definem em seu Art. 5º, parágrafo 2º “Nos conteúdos de Física, Química e Informática, é obrigatória a existência de atividades de laboratório. Nos demais conteúdos básicos, deverão ser previstas atividades práticas e de laboratórios, com enfoques e intensividade compatíveis com a modalidade pleiteada”.

Neste sentido, destaca-se a importância dos laboratórios, onde várias práticas e experiências ocorrem no decorrer do curso, para que o estudante possa aplicar e fixar os conhecimentos adquiridos nas aulas teóricas e compreender os fenômenos químicos e físicos sobre os quais irá atuar em sua trajetória profissional.

No Brasil existe um enorme contingente de Instituições de Ensino Superior (IES) que fornecem cursos de engenharia, e de acordo com a legislação educacional vigente no País, são obrigadas a ministrar aulas práticas. Para que essas atividades sejam realizadas de forma adequada, ou seja, com segurança, torna-se necessário a aplicação de normas e procedimentos de segurança que garantam a qualidade do ensino, qualidade de vida e do meio ambiente.

Como funcionária da Universidade Federal Fluminense (UFF), com exercício na Secretaria Administrativa do Departamento de Engenharia Metalúrgica e Materiais (VMT) da Escola de Engenharia Industrial Metalúrgica de Volta Redonda (EEMVR) e já ter sido membro da Comissão de Prevenção de Acidentes e de Meio

Ambiente (COPAMA) da EEIMVR, observou-se que nos laboratórios da EEIMVR são desenvolvidas atividades de ensino de suma importância na formação profissional do Engenheiro Metalúrgico. Entretanto, pelas atividades desenvolvidas nos laboratórios são inúmeros e significativos os riscos de acidentes, do ponto de vista da Segurança e Medicina do Trabalho, em decorrência da utilização de equipamentos e aparelhos que representam perigo em potencial e pela presença de substâncias tóxicas.

Portanto, o interesse no desenvolvimento dessa temática se deu pelo fato de trabalhar na Secretaria Administrativa do Departamento de Engenharia Metalúrgica e Materiais da EEIMVR da UFF e ter participado da COPAMA, o que desenvolveu em um olhar voltado para o ensino e responsabilidade social da universidade, com a preocupação da qualidade do ensino de engenharia, através da segurança nas práticas de ensino dos seus laboratórios. Daí a idéia de buscar uma ferramenta educativa, que trouxesse procedimentos de segurança e viesse a auxiliar na aprendizagem e fortalecimento da prática preventiva.

O conjunto de medidas e orientações sobre procedimentos que são obrigatórios relacionados à Segurança e Medicina do Trabalho no Brasil é fornecido e regulamentado pelas Normas Regulamentadoras (NR). As Normas Regulamentadoras integram o Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), relativas à Segurança e Medicina do Trabalho. Estas NR's foram aprovadas pela Portaria N.º 3.214, 08 de junho de 1978. As NR's são de observância obrigatória pelas empresas privadas e públicas, e pelos órgãos públicos de administração direta e indireta, bem como pelos órgãos dos poderes legislativo e judiciário regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT).

Ressalta-se aqui que este estudo se estrutura nas seguintes questões:

- Será que as práticas de ensino no laboratório da engenharia são realizadas de acordo com as Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho?
- Quais são os riscos existentes e decorrentes no processo das práticas de ensino nos laboratórios da engenharia?

- Quais as normas e os procedimentos a serem seguidos para garantir a segurança nas práticas de ensino nos laboratórios da engenharia?

Diante das questões levantadas, traçou-se como objetivo geral desse estudo elaborar um manual de normas e procedimentos de segurança para práticas de laboratório no ensino de engenharia, que possa auxiliar na prevenção de acidentes nos laboratórios, como material educativo no ensino de engenharia.

A fim de atender a esse objetivo geral, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Descrever o processo das práticas de ensino no laboratório de engenharia;
- Identificar os riscos existentes no processo das práticas de ensino;
- Analisar os procedimentos seguros a serem aplicados no processo das práticas de ensino;
- Descrever as ações corretivas, de acordo com as NR's, normalizando as práticas de ensino, para elaboração do manual de procedimentos de segurança para práticas de laboratório no ensino de engenharia.

Esse manual estabelecerá normas e procedimentos de segurança para garantia da qualidade das práticas de ensino nos laboratórios e será um material educativo no processo de ensino e aprendizagem da prática preventiva. Assim, sua utilização possibilitará condições seguras e saudáveis para execução das atividades de ensino.

Diante do exposto, o manual deverá ser uma ferramenta educativa, com a ideia de aprendizagem para prevenção de acidentes, promoção da saúde e segurança, bem como preservação de bens materiais e ambientais, instrumentalizando para intervenção na realidade. Portanto, sua utilização deverá contribuir para o fortalecimento de uma cultura preventiva, para a formação técnica e humana do futuro profissional que, ao se inserir no mercado, se tornará elemento multiplicador e disseminador da cultura preventiva em seu ambiente de trabalho.

No decorrer desta pesquisa, foram abordados, no Capítulo 2, os temas relacionados ao Ensino de Engenharia, Laboratório de Ensino, Riscos, Segurança do Trabalho e Normas Regulamentadoras. No Capítulo 3, encontra-se a descrição da Metodologia desenvolvida para este estudo. No Capítulo 4, apresenta-se a Construção do Mapa de Risco. No Capítulo 5, a análise dos Resultados e Discussão. No Capítulo 6, mostra-se o Produto dessa pesquisa. As Conclusões Finais são apresentadas no Capítulo 7. E a seguir as Referências e o Apêndice.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Nesta revisão da literatura buscou-se destacar os pontos principais para a pesquisa, tais como: ensino da engenharia, laboratórios de ensino, riscos, segurança do trabalho, normas regulamentadoras, com a finalidade de dar sustentação teórica ao estudo através da contextualização dos pontos abordados.

### **2.1 Ensino de Engenharia**

O ensino de engenharia no Brasil passou por diversas mudanças ao longo do tempo desde o primeiro Curso de Engenharia da Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho, em 1792 no Rio de Janeiro (CUNHA, 1999).

As mudanças que ocorreram ao longo do tempo no Brasil e no cenário mundial provocaram alterações no ensino de engenharia neste país. No século XX, especificamente na década de 1930, com a crise do sistema agro-exportador, ocorreram mudanças econômicas, ideológicas e políticas que abriram as portas para a industrialização de bens de consumo. Seguindo esta tendência, ocorreu uma nova configuração no ensino de engenharia no Brasil.

A partir da década de 1930, a concepção da engenharia foi a de ciência aplicada aos problemas concretos, que visava a sua solução. As mudanças progressivas no ensino de engenharia resultaram “na maior divisão do trabalho do engenheiro e no crescente surgimento das novas especialidades, rompendo com a visão mítica do engenheiro-*expert* universal” (LAUDARES, RIBEIRO, 2000).

Neste período, em 1930, foi criado o Ministério da Educação, logo após a chegada de Getúlio Vargas ao poder. Com o nome de Ministério da Educação e Saúde Pública, a instituição desenvolvia atividades pertinentes a vários ministérios como saúde, esporte, educação e meio ambiente. Até então, os assuntos ligados à educação eram tratados pelo Departamento Nacional do Ensino, ligado ao Ministério

da Justiça. Após algumas alterações de denominação e desmembramento em outros ministérios, surge o Ministério da Educação e Cultura (MEC, 2012).

Conforme Kawamura (1981) o período se estendeu de 1930 a 1945 e caracterizou-se por uma ampliação de oportunidades de trabalho para o engenheiro e pelo uso de maquinário importado. Há um incremento de obras públicas, serviços urbanos, construção civil e instalação de grandes indústrias siderúrgicas que abrem aos engenheiros oportunidades de direção em áreas de conhecimento técnico em engenharia, finanças, economia e outras.

Em 1945, com o fim da Segunda Guerra Mundial, muitas empresas estrangeiras de diversos ramos montaram indústrias no Brasil. Dentre estes ramos destacam-se veículos motores, produtos farmacêuticos e químicos, aparelhos elétricos, alimentos, a indústria metalúrgica do ferro e a siderurgia (PRADO JUNIOR, 1980).

Nessa época, o caráter elitista e seletivo do Ensino de Engenharia evidenciava uma das funções sociais da Escola na reprodução da estrutura de classes e relações sociais de produção. Ao mesmo tempo em que a Escola fornecia ao sistema social uma elite certificada tecnicamente, criou um “exército de reserva”, direcionado para as funções menos qualificadas, porém importantes ao regime capitalista.

Ao selecionar os que constituiriam a elite profissional, ela exercia sua função delegada de autoridade sobre determinada área de conhecimento técnico e de direito. “Essa função foi reforçada pela regulamentação profissional do Engenheiro, na medida em que esta possibilitava sua seleção no próprio mercado de trabalho” (KAMAWURA, 1981, p.71). Segundo Telles (1984), a regulamentação em caráter nacional da profissão de engenheiro, arquiteto e agrimensor só ocorreu em 1933, por meio do Decreto Federal no 23.569.

Até 1946, de acordo com Bazzo e Pereira (1997), existiam quinze instituições de Ensino de Engenharia. Kawamura (1981) afirma que houve uma ampliação das Escolas de Engenharia no Brasil após a II Guerra, principalmente a partir de 1955, pois as mudanças ocorridas no sistema econômico do país propiciaram a utilização intensiva da tecnologia.

Depois deste período ocorrem diversas mudanças no cenário político que influenciam o sistema educacional do Brasil: o golpe militar de 1964, o movimento estudantil, principalmente das universidades públicas daquela época, o enfrentamento entre os estudantes e os militares (MEC, 2012).

A reforma universitária que ocorreu em 1968, devido à Lei de Diretrizes e Bases (LDB) da Educação Superior do Ministério da Educação (MEC), promoveu uma grande mudança no ensino superior, assegurando autonomia didático-científica, disciplinar, administrativa e financeira às universidades. A reforma representou um avanço na educação superior brasileira, ao instituir um modelo organizacional único para as universidades privadas e públicas (MEC, 2012).

Em 1992, uma lei federal transformou o MEC no Ministério da Educação e do Desporto e somente em 1995, a instituição passa a ser responsável apenas pela área da educação (MEC, 2012). E na trajetória de quase 80 anos desde a sua criação o Ministério da Educação busca promover um ensino de qualidade.

Assim, no ano de 2007 o MEC passou a ter uma visão sistêmica da educação superior, com ações integradas, buscando proporcionar qualidade ao ensino, com o lançamento do Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE). Desta forma, através do PDE o governo passou a programar o investimento na educação básica, na educação profissional e na educação superior (MEC, 2012). Especificamente na área da educação superior, visando a melhoria da pesquisa e da qualidade do ensino, o governo passa a regular e apoiar o ensino superior em suas diversas atividades através de órgãos governamentais que foram criados ao longo da história

deste país, como por exemplo o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP).

Na mesma linha, o MEC visando orientar as Instituições de Ensino Superior (IES) no planejamento curricular e no sistema de ensino, em determinados cursos, como o curso de engenharia, elaborou as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) que são normas obrigatórias a serem seguidas. Desta forma as IES que oferecem curso de engenharia devem cumpri-las rigorosamente. As Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) do MEC para os Cursos de Graduação em Engenharia, foram instituídas pela Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002, definem, especificamente em seu Art. 5º, parágrafo 2º: “Nos conteúdos de Física, Química e Informática, é obrigatória a existência de atividades de laboratório. Nos demais conteúdos básicos, deverão ser previstas atividades práticas e de laboratórios, com enfoques e intensividade compatíveis com a modalidade pleiteada”.

Assim, com a implantação da LDB, das DCN, através de leis e atos regulatórios e de fiscalização, os cursos de engenharia têm que seguir uma estrutura mínima curricular de disciplinas básicas, profissionalizantes e específicas para cada curso de engenharia. A DCN dos cursos de graduação em engenharia estabelece que a carga horária mínima é de 3600 horas, integralizadas em no mínimo 5 anos. Existe ainda a necessidade de distribuição da carga horária teórica e prática ao longo do curso, visando o ensino e a qualidade do ensino. Desta forma, a necessidade de diferentes laboratórios de ensino no ciclo profissionalizante vai depender da área de cada curso de engenharia.

## **2.2 Laboratórios de Ensino**

As atividades e trabalhos nos laboratórios de ensino dos cursos superiores são fatores importantes no fazer, ou seja, colocar em prática o que se aprende na teoria. As atividades desenvolvidas servem para demonstrar fenômenos, ilustrar

princípio teórico, coletar dados, testar hipóteses, desenvolver habilidades de observação ou medida, adquirir familiaridade com aparatos, e como enfatizam Salvucci e Peres (2006) em seus estudos, que apontam para a importância do laboratório de ensino como espaço multidisciplinar articulador de aspectos teóricos e práticos, que pode contribuir para incentivar pesquisas e produção de materiais didáticos, impulsionando a relação ensino, pesquisa e extensão.

De acordo com Leite (2001), o trabalho experimental caracteriza-se por atividades que envolvem controle, manipulação de variáveis e pode também ser caracterizado como trabalhos laboratoriais. As aulas de laboratório podem ser consideradas como recursos didáticos que podem envolver vários tipos de trabalho.

Segundo Ferreira (1978), a vivência no laboratório é fundamental, pois quando se realiza um experimento, o aluno está observando, manuseando e vendo por si próprio a ocorrência de determinado fenômeno, logo, está construindo seu conceito a partir da realidade concreta, e assim não será mais uma construção imaginária, mas aquela em que o aluno compara conteúdos com a experiência que ele mesmo vivenciou.

Assim, os conhecimentos teóricos são colocados em prática através das aulas em laboratórios. Ao mesmo tempo os alunos aprendem métodos e técnicas necessárias no exercício de sua profissão.

Seré *et al.* (2003) compartilham com este pensamento:

Graças às atividades experimentais o aluno é incitado a não permanecer no mundo dos conceitos e no mundo das linguagens, tendo a oportunidade de relacionar esses dois mundos com o mundo empírico. Compreende-se, então, como as atividades experimentais são enriquecedoras para o aluno, uma vez que elas dão um verdadeiro sentido ao mundo abstrato e formal das linguagens. Elas permitem o controle do meio ambiente, a autonomia face aos objetos técnicos, ensinam as técnicas de investigação, possibilitam um olhar crítico sobre os resultados. Assim, o aluno é preparado para poder tomar decisões na investigação e na discussão dos resultados. O aluno só conseguirá questionar o mundo, manipular os modelos e desenvolver os

métodos se ele entrar nessa dinâmica de decisão, de escolha de inter-relação entre teoria e o experimento. (SERÉ *et al.*,2003 p, 39-40).

Como se vê, as atividades experimentais permitem ao aluno relacionar conceitos e prática, conhecer aparatos técnicos, observar e realizar experimentos, possibilitando a vivência de determinados fenômenos e com isso a construção e desenvolvimento de seus próprios conceitos a partir dessa experiência.

Portanto, os experimentos são desenvolvidos com o propósito de reforçar abordagens teóricas de determinados conceitos e podem ser entendidas como uma oportunidade de questionamentos e correções por parte de quem ensina, com o objetivo de provocar desequilíbrio na estrutura cognitiva do aluno, permitindo que novos conceitos mais elaborados sejam reestruturados (ROSA; ROSA, 2007).

Fica claro que, desenvolver atividades em laboratório didático visando o estímulo à aprendizagem, a aproximação da teoria dos livros didáticos com as situações práticas vivenciadas, a ilustração de conceitos científicos ou a apropriação desses conceitos, é fundamental para que os estudantes de engenharia construam uma base sólida de conhecimentos, sobre os quais serão emergidas as potencialidades específicas de cada formação acadêmica desejada por eles (ROSA; ROSA, 2007).

Ribeiro *et al* (1997) lembram que a importância do ensino de laboratório é estabelecida devido à existência de uma interdependência entre teoria e experiência no processo de produção do conhecimento humano, ou seja, na permanente interação entre pensar, sentir e fazer.

Na mesma linha, Dourado (2001) destaca que para os trabalhos de campo e o trabalho laboratorial, que envolvem a participação do aluno em maior ou menor grau cognitivo, compreendem etapas de investigação científica, utilizam materiais específicos e ocorrem em espaços diferentes de sala de aula, são necessárias medidas de segurança, devido aos riscos relacionados a estas atividades.

Desta forma, as atividades nos laboratórios são de extrema importância para o ensino de engenharia, ao mesmo tempo que representam um ambiente de risco considerável e significativo sob o ponto de vista da Segurança e Medicina do Trabalho, pelas diversas tarefas neles desenvolvidas.

A variedade e o grau de riscos nos laboratórios são grandes, devido à presença de diversas substâncias tóxicas, corrosivas, irritantes, inflamáveis, bem como pelo uso de máquinas, ferramentas e aparelhos que representam perigo em potencial. Por isso merecem cuidados especiais (MANUAL DE PREVENÇÃO DE ACIDENTE DA EEIMVR, 2007).

### **2.3 Segurança do Trabalho**

A necessidade de proteção ao trabalhador está estritamente ligada a fatos históricos relevantes ocorridos no mundo, como a Revolução Industrial, no século XVIII. A partir daí, gradativamente vão surgindo normas de proteção à saúde e segurança do trabalhador.

É importante ressaltar que a Segurança no trabalho está relacionada à Saúde do trabalhador, já que ambas estão relacionadas às adversidades do ambiente de trabalho.

O grande fato histórico, descrito por Oliveira, no que diz respeito à saúde dos trabalhadores, foi quando o médico Bernardino Ramazzini, na cidade de Módena, na Itália, em 1700, no seu livro *De Morbis Artificum Diatriba*, alicerçou os princípios da Medicina do Trabalho, traduzido com o título “As doenças dos Trabalhadores”. Na obra estudou 54 grupos de trabalhadores, relacionando mais de 60 profissões e suas atividades às doenças relacionadas a elas e as medidas de prevenção e tratamento a serem adotadas para cada doença (OLIVEIRA, 2002).

Este trabalho foi considerado o marco inicial que lançou as bases para o surgimento da Medicina do Trabalho, e tornou-se obra importante e de leitura obrigatória para aqueles que tinham a preocupação com a saúde dos trabalhadores.

O surgimento da proteção à saúde e segurança do trabalhador é marcado pelo contexto histórico da exploração da força de trabalho operária e da redução dos salários pela grande oferta de mão de obra e da ocorrência de inúmeros acidentes.

Segundo Brandão (2006) o quadro era de desemprego em massa, provocado pela redução da necessidade de mão de obra, devido à introdução da máquina a vapor, em substituição aos braços do homem e que modificava o processo produtivo, até então caracterizado pela realização das tarefas nas casas dos trabalhadores. A Revolução Industrial gerou como efeito a redução dos salários, sem falar na inexistência de qualquer limite na utilização da força de trabalho.

Conforme Silva (1999), ao descrever o cenário vigente naquela época, que, com o objetivo de obter lucros e diante da necessidade de enfrentarem a competição que se estabelecem entre os industriais, esses desencadearam a mais desenfreada exploração de seus empregados. Os salários que recebiam eram ínfimos e os submetiam às jornadas extensas e à ocorrência de vários acidentes, pela utilização de máquinas perigosas. Daí, frequentemente, resultavam incapacidades totais, pois eram expostos a ambientes de trabalho insalubres e arriscados, nos quais contraíam muitas doenças. E quando adoeciam não lhes era prestada assistência, nem em qualquer outra situação em que necessitassem.

Mendes e Dias (1991) também registraram que a Revolução Industrial trouxe grandes mudanças no processo de produção, passando o trabalhador a ser submetido a extensas jornadas de trabalho, sob condições penosas e perigosas, e sem higiene ou conforto. Neste ambiente, proliferaram os acidentes graves e fatais, as alterações de comportamento e as doenças infecto-contagiosas, elevando consideravelmente as taxas de mortalidade.

Diante de todas as adversidades estabelecidas pelo contexto da Revolução Industrial, os empregados, colocados em risco de vida iminente, procuravam organizar-se com o objetivo de preservar suas vidas. Não existia, ainda, nenhuma atenção à relação meio ambiente de trabalho e trabalhadores, o próprio trabalhador deveria buscar a sua proteção diante das adversidades do meio no qual desenvolvia suas atividades.

Ao longo do tempo, pelo surgimento de manifestações dos operários e pelas reivindicações em vários congressos de trabalhadores, no início do século XIX destaca-se a criação das primeiras normas de proteção ao trabalhador. Em decorrência do surgimento dessas normas, nesse período evidenciou-se a preocupação entre homem e máquina.

No século XX, segundo Fonseca (2003), estabeleceu-se a relação entre o homem e as máquinas de uma forma ergonômica, de prevenção de riscos à saúde física, corporal. Identificaram-se, calor, ruído, os gases e os agentes químicos para melhorar os aspectos agressivos do ambiente físico das indústrias.

Ainda no século XX houve a criação da Organização Internacional do Trabalho (OIT), pelo Tratado de Versailles, em 1919. A criação desta organização foi muito importante, pois através de suas convenções no decorrer dos anos implementaram-se normas de proteção à saúde e segurança no trabalho. Segundo Silva (2008), a criação da OIT foi um marco na proteção do trabalhador, de forma inclusiva no cuidado com a saúde.

Em 1954, em Genebra, a publicação do Código Internacional do Trabalho, que trata nos capítulos 55 e 56 do Livro V o tema “Higiene do Trabalho, Prevenção dos acidentes e Bem-Estar dos Trabalhadores”, foi outro fato marcante na proteção ao trabalhador (FIGUEIREDO, 2007).

Na Conferência Internacional do Trabalho da OIT, em 1975, foi aprovada uma resolução que instituiu o Programa Internacional para o Melhoramento das Condições e do Meio Ambiente de Trabalho. Da atuação desse programa resultaram as convenções 148, de 1977, que dispõem sobre a proteção dos trabalhadores contra os riscos profissionais; a 155, de 1981, que trata sobre normas gerais de segurança, saúde e meio ambiente do trabalho, e a 161, de 1985, que dispõe sobre os serviços ligados à saúde do trabalhador (SILVA, 2008).

No Brasil, o Decreto Legislativo 3.724, aprovado em 15 de janeiro de 1919, é considerado a primeira lei acidentária brasileira.

Em 4 de fevereiro de 1931 foi criado o Departamento Nacional do Trabalho, que ficou responsável pela organização, higiene e segurança do trabalho, dentre outras atribuições.

No governo de Presidente Vargas (1930-1945) foi criado o Ministério do Trabalho, Indústria e Comércio, devido ao acelerado desenvolvimento industrial, com aumento do número de trabalhadores urbanos, trazendo preocupações para o governo. Diante desse quadro, Mendes (2003) explica que a questão da higiene e da segurança do trabalho saiu do campo da saúde pública e passou para o âmbito desse Ministério.

A Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) foi criada pelo Decreto número 5.452, de 01/05/1943, e reuniu a legislação relacionada com a organização sindical, previdência social, justiça e segurança do trabalho (TOLEDO, 2008).

A CLT no seu Capítulo V – Da Segurança e da Medicina do Trabalho, dispõe sobre diversos temas, tais como a Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA, máquinas e equipamentos, caldeiras, insalubridade, medicina do trabalho, higiene industrial, entre outros. Esta legislação foi alterada em 1977 e serviu como base para as atuais Normas Regulamentadoras.

Dentre as normas relativas à segurança do trabalhador, é importante destacar que em 6 de julho de 1978 foi publicada a Portaria 3.214, que aprovou e expediu 28 Normas Regulamentadoras (SILVA, 2008). Atualmente já são 36 Normas Regulamentadoras em vigor. A NR 37 encontra-se em discussão de pública.

A Constituição da República de 1988 foi o marco para proteção da saúde do trabalhador no contexto nacional. A saúde foi considerada direito social, assegurando-se aos trabalhadores o direito à redução dos riscos inerentes ao trabalho, por meio de normas de saúde, higiene e segurança (OLIVEIRA, 2010).

Em 1990, o Brasil ratificou a Convenção 161 da OIT sobre Serviços de Saúde no Trabalho e em 1992 a Convenção n. 155, também da OIT, sobre Segurança e Saúde dos Trabalhadores.

Com o exposto, observa-se que o Brasil conta com um ótimo aparato legislativo em matéria de proteção à saúde e segurança do trabalhador. Entretanto, a questão relativa à segurança no trabalho traz inúmeras preocupações para diversos países, especialmente para o Brasil, que convive com um grande número de acidentes de trabalho, causando danos irreparáveis na esfera trabalhista. Em 2007 morreram no Brasil 2.717 trabalhadores vítimas de acidentes de trabalho. Nesse mesmo ano, 537.457 acidentes de trabalho foram registrados, com um total de 8.383 trabalhadores incapacitados, 310 trabalhadores faleceram durante o trajeto trabalho-residência, 1.636 se aposentaram por invalidez decorrente de acidentes no trabalho e 3.786 por doenças profissionais (ANUÁRIO BRASILEIRO DE PROTEÇÃO, 2010).

A falta de conscientização ou desconhecimento sobre o assunto faz com que os trabalhadores deem pouca atenção a si próprios, até que um acidente ou problema de saúde os surpreenda. A falta de preocupação do trabalhador com a sua segurança e saúde no ambiente de trabalho gera dificuldades no que tange à implementação das normas protetoras.

Neste sentido, explica Oliveira (2010) que as medidas preventivas previstas na lei brasileira teriam melhores efeitos práticos se houvesse maior conscientização dos trabalhadores e empresários, que se tornam, muitas vezes, indiferentes a essas questões, até que ocorram problemas de saúde decorrentes das más condições do trabalho.

A solução desses problemas depende, antes de tudo, da conscientização de todos: do Estado, da coletividade, das empresas, dos fabricantes, dos importadores e dos fornecedores de máquinas e equipamentos, o que deve passar antes por um processo educativo em todos os níveis (MELO, 2010).

Os acidentes de trabalho apresentam, sob todos os ângulos em que possam ser analisados, fatores bastante negativos no que se refere aos aspectos humano, social e econômico (FUNDACENTRO, 1980). Quanto ao aspecto humano, afeta a vida do trabalhador; do econômico, afeta a empresa, e do social, o Estado. Estes acidentes são pesquisados e estudados produzindo normas e leis visando ações para a sua prevenção.

Na questão da segurança do trabalho, a conscientização, sensibilização e a mobilização são pressupostos necessários, e precisam da ação conjunta dos diversos segmentos da sociedade, como os responsáveis pela política trabalhista, empresários, trabalhadores, universidades, escolas, organizações sindicais e meios de comunicação.

Portanto, observar atentamente o cotidiano profissional permite uma visibilidade sobre a ligação entre a educação, a cultura e o social, ligação que revela a importância da educação e sua penetração no contexto do mundo do trabalho.

## **2.4 Normas Regulamentadoras**

As Normas Regulamentadoras (NR) foram aprovadas pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), na Portaria N<sup>o</sup> 3.214/78, de 8 de junho de 1978, e estabelecem os requisitos técnicos e legais sobre os aspectos mínimos de Segurança e Saúde Ocupacional (SSO). Em 6 de julho de 1978 foi publicada a Portaria N<sup>o</sup> 3.214, que aprovou as Normas Regulamentadoras (SILVA, 2008). Estas Normas são relativas à Segurança e Medicina do Trabalho. Este fato foi marcante para a classe trabalhadora.

As NR's são elaboradas e modificadas por uma comissão tripartite composta por representantes do governo, empregadores e empregados. As NR's (SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO, 2012) são elaboradas e modificadas por meio de portarias expedidas pelo MTE. Nada nas NR's "cai em desuso" sem que exista uma portaria identificando a modificação pretendida.

As NR's, são relativas à segurança e saúde ocupacional e de cumprimento básico para qualquer empresa que tenha empregados administrados pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), sejam empresas privadas ou públicas, órgãos públicos da administração direta e indireta, bem como os órgãos dos poderes Legislativo e Judiciário (SESI, 2008).

Assim, a redação das normas regulamentadoras, e sua legislação complementar, como por exemplo, leis, portarias, decretos e Instruções Normativas compõem as bases para a normatização das ações de proteção a saúde e a segurança do trabalho. Desta forma, apresentam-se a seguir, de modo resumido as normas regulamentadoras e seus objetivos.

NR 1 - Disposições Gerais: As NRs são de observância obrigatória pelas empresas privadas e públicas e pelos órgãos públicos de administração direta e indireta, que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho - (CLT). A NR1 estabelece a importância, funções e competência da Delegacia Regional do Trabalho.

NR 2 - Inspeção Prévia: Todo estabelecimento novo, antes de iniciar suas atividades, deverá solicitar aprovação de suas instalações ao órgão do Ministério do Trabalho e Emprego.

NR 3 - Embargo ou Interdição: A Delegacia Regional do Trabalho, à vista de laudo técnico do serviço competente que demonstre grave e iminente risco para o trabalhador, poderá interditar estabelecimento, setor de serviço, máquina ou equipamento, ou embargar a obra (CLT Artigo 161 inciso 3.4|3.6|3.7|3.8|3.9|3.10).

NR 4 - Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho: A NR 4 estabelece os critérios para organização dos Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT), de forma a reduzir os acidentes de trabalho e as doenças ocupacionais. Para cumprir suas funções, o SESMT deve ter os seguintes profissionais: médico do trabalho, engenheiro de segurança do trabalho, enfermeiro do trabalho, técnico de

segurança do trabalho, auxiliar de enfermagem, em quantidades estabelecidas em função do número de trabalhadores e do grau de risco.

O trabalho do SESMT é preventivo e de competência dos profissionais citados acima, com aplicação de conhecimentos de engenharia de segurança e de medicina ocupacional no ambiente de trabalho para reduzir ou eliminar os riscos à saúde dos trabalhadores. Dentre as atividades dos SESMT, estão a análise de riscos e a orientação dos trabalhadores quanto ao uso dos equipamentos de proteção individual. É também de responsabilidade do SESMT o registro dos acidentes de trabalho. (CLT - Artigo 162 inciso 4.1|4.2|4.8|4.9|4.10).

NR 5 - Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA): As empresas privadas, públicas e órgãos governamentais que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) ficam obrigados a organizar e manter em funcionamento uma Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CLT Artigo 164 Inciso 5.6|5.6.1|5.6.2|5.7|5.11 e Artigo 165 inciso 5.8). A Comissão Interna de Prevenção de Acidentes - CIPA - tem como objetivo a prevenção de acidentes e doenças decorrentes do trabalho, de modo a tornar compatível permanentemente o trabalho com a preservação da vida e a promoção da saúde do trabalhador.

NR 6 - Equipamento de Proteção Individual: Para os fins de aplicação desta NR, considera-se Equipamento de Proteção Individual (EPI) todo dispositivo de uso individual, de fabricação nacional ou estrangeira, destinado a proteger a saúde e a integridade física do trabalhador e que possua enfim o Certificado de Aprovação (CA), pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). A empresa é obrigada a fornecer aos empregados gratuitamente. (CLT - artigo 166 inciso 6.3 subitem A - Artigo 167 inciso 6.2).

NR 7 - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional: Esta NR estabelece a obrigatoriedade da elaboração e implementação, por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO, cujo objetivo é promover e preservar a saúde do conjunto dos seus trabalhadores.

NR 8 – Edificações: Esta NR estabelece requisitos técnicos mínimos que devam ser observados nas edificações para garantir segurança e conforto aos que nelas trabalham.

NR 9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais: Esta NR estabelece a obrigatoriedade da elaboração e implementação, por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais, através da antecipação, reconhecimento, avaliação e conseqüente controle da ocorrência de riscos ambientais existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho.

NR10 - Serviços em Eletricidade: Esta NR estabelece os requisitos e condições mínimas exigidas para garantir a segurança e saúde dos trabalhadores que interagem com instalações elétricas, em suas etapas de projeto, construção, montagem, operação e manutenção, bem como de quaisquer trabalhos realizados em suas proximidades.

NR 11 - Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais: Esta NR estabelece normas de segurança para operação de elevadores, guindastes, transportadores industriais e máquinas transportadoras. O armazenamento de materiais deverá obedecer aos requisitos de segurança para cada tipo de material.

NR 12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos: Esta NR estabelece os procedimentos obrigatórios nos locais destinados a máquinas e equipamentos, como piso, áreas de circulação, dispositivos de partida e parada, normas sobre proteção de máquinas e equipamentos, bem como manutenção e operação.

NR 13 - Caldeiras e Vasos de Pressão: Esta NR estabelece os procedimentos obrigatórios nos locais onde se situam as caldeiras de qualquer fonte de energia, projeto, acompanhamento de operação e manutenção, inspeção e supervisão de inspeção de caldeiras e vasos de pressão, em conformidade com a regulamentação profissional vigente no país.

NR 14 – Fornos: Esta NR estabelece os procedimentos mínimos, fixando construção sólida, revestida com material refratário, de forma que o calor radiante não ultrapasse os limites de tolerância, oferecendo o máximo de segurança e conforto aos trabalhadores.

NR 15 - Atividades e Operações Insalubres: Esta NR estabelece os procedimentos obrigatórios, nas atividades ou operações insalubres que são executadas acima dos limites de tolerância previstos na Legislação, comprovadas através de laudo de inspeção do local de trabalho. Agentes agressivos: ruído, calor, radiações, pressões, frio, umidade, agentes químicos.

NR 16 - Atividades e Operações Perigosas: Esta NR estabelece os procedimentos nas atividades exercidas pelos trabalhadores que manuseiam e/ou transportam explosivos ou produtos químicos, classificados como inflamáveis, substâncias radioativas e serviços de operação e manutenção.

NR 17 – Ergonomia: Esta NR visa estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente, incluindo os aspectos relacionados ao levantamento, transporte e descarga de materiais, ao mobiliário, aos equipamentos e às condições ambientais do posto de trabalho e à própria organização do trabalho.

NR 18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção: Esta NR estabelece diretrizes de ordem administrativa, de planejamento e de organização, que objetivam a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos de segurança nos processos, nas condições e no meio-ambiente de trabalho na indústria da construção.

NR 19 – Explosivos: Esta NR estabelece os procedimentos para manusear, transportar e armazenar explosivos de uma forma segura, evitando acidentes.

NR 20 - Líquidos Combustíveis e Inflamáveis: Esta NR estabelece a definição para líquidos combustíveis, líquidos inflamáveis e Gás de petróleo liquefeito,

parâmetros para armazenar, como transportar e como devem ser manuseados pelos trabalhadores.

NR 21 - Trabalhos a céu aberto: Esta NR estabelece os critérios mínimos para os serviços realizados a céu aberto, sendo obrigatória a existência de abrigos, ainda que rústicos com boa estrutura, capazes de proteger os trabalhadores contra intempéries.

NR 22 - Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração: Esta NR estabelece sobre procedimentos de Segurança e Medicina do Trabalho em minas, determinando que a empresa adotará métodos e manterá locais de trabalho que proporcionem a seus empregados condições satisfatórias de Segurança e Medicina do Trabalho.

NR 23 - Proteção contra incêndios: Esta NR estabelece os procedimentos que todas as empresas devam possuir, no tocante à proteção contra incêndio, saídas de emergência para os trabalhadores, equipamentos suficientes para combater o fogo e pessoal treinado no uso correto.

NR 24 - Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho: Esta NR estabelece critérios mínimos, para fins de aplicação de aparelhos sanitários, gabinete sanitário, banheiro, cujas instalações deverão ser separadas por sexo, vestiários, refeitórios, cozinhas e alojamentos.

NR 25 - Resíduos Industriais: Esta NR estabelece os critérios para eliminação de resíduos industriais dos locais de trabalho, através de métodos, equipamentos ou medidas adequadas, de forma a evitar riscos à saúde e à segurança do trabalhador.

NR 26 - Sinalização de Segurança: Esta NR tem por objetivos fixar as cores que devam ser usadas nos locais de trabalho para prevenção de acidentes, identificando, delimitando e advertindo contra riscos.

NR 27 - Registro Profissional do Técnico de Segurança do Trabalho no Ministério do Trabalho: Esta NR estabelecia que o exercício da profissão de técnico

de segurança do trabalho dependia de registro no Ministério do Trabalho, fosse efetuado pela SSST, com processo iniciado através das DRT.

Esta NR foi revogada pela portaria Nº 262 de 29 de maio de 2008 (DOU de 30 de maio de 2008 – Seção 1 – Pág. 118). De acordo com o Art. 2º da supracitada portaria, o registro profissional será efetivado pelo Setor de Identificação e Registro Profissional das Unidades Descentralizadas do Ministério do Trabalho e Emprego, mediante requerimento do interessado, que poderá ser encaminhado pelo sindicato da categoria. O lançamento do registro será diretamente na Carteira de Trabalho e Previdência Social – CTPS.

NR 28 - Fiscalização e Penalidades: Esta NR estabelece que fiscalização, embargo, interdição e penalidades, no cumprimento das disposições legais e/ou regulamentares sobre segurança e saúde do trabalhador, serão efetuadas obedecendo ao disposto nos decretos leis.

NR 29 - Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho Portuário: Esta NR regulariza a proteção obrigatória contra acidentes e doenças profissionais, alcançando as melhores condições possíveis de segurança e saúde dos trabalhadores que exerçam atividades nos portos organizados e instalações portuárias de uso privativo e retro-portuárias, situadas dentro ou fora da área do porto organizado.

NR 30 - Segurança e Saúde no Trabalho Aquaviário: Esta norma aplica-se aos trabalhadores das embarcações comerciais, de bandeira nacional, bem como às de bandeiras estrangeiras, no limite do disposto na Convenção n.º 147 da Organização Internacional do Trabalho - Normas Mínimas para Marinha Mercante, utilizados no transporte de mercadorias ou de passageiros, inclusive naquelas utilizadas na prestação de serviços, seja na navegação marítima de longo curso, na de cabotagem, na navegação interior, de apoio marítimo e portuário, bem como em plataformas marítimas e fluviais, quando em deslocamento.

NR 31 - Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura: Esta NR tem

por objetivo estabelecer os preceitos a serem observados na organização e no ambiente de trabalho, de forma a tornar compatível o planejamento e o desenvolvimento das atividades da agricultura, pecuária, silvicultura, exploração florestal e aquicultura com a segurança e saúde e meio ambiente do trabalho.

Para fins de aplicação desta NR considera-se atividade agro-econômica, aquelas que operando na transformação do produto agrário, não altere a sua natureza, retirando-lhe a condição de matéria prima.

NR 32 - Segurança e Saúde no Trabalho em Estabelecimentos de Saúde: Esta NR tem por finalidade estabelecer as diretrizes básicas para a implementação de medidas de proteção à segurança e à saúde dos trabalhadores dos serviços de saúde, bem como daqueles que exercem atividades de promoção e assistência à saúde em geral. Para fins de aplicação desta NR, entende-se como serviços de saúde qualquer edificação destinada à prestação de assistência à saúde da população, e todas as ações de promoção, recuperação, assistência, pesquisa e ensino em saúde em qualquer nível de complexidade.

A responsabilidade é solidária entre contratante e contratado quanto ao cumprimento da NR 32. A conscientização e colaboração de todos é muito importante para prevenção de acidentes na área da saúde.

As atividades relacionadas aos serviços de saúde são aquelas que, no entendimento do legislador, apresentam maior risco devido à possibilidade de contato com microorganismos encontrados nos ambientes e equipamentos utilizados no exercício do trabalho, com potencial de provocar doenças nos trabalhadores.

Os trabalhadores diretamente envolvidos com estes agentes são: médicos, enfermeiros, auxiliares e técnicos de enfermagem, atendentes de ambulatórios e hospitais, dentistas, limpeza e manutenção de equipamentos hospitalar, motoristas de ambulância, entre outros envolvidos em serviços de saúde.

NR 33 - Segurança e Saúde no Trabalho em Espaços Confinados: Esta NR tem por objetivo estabelecer os requisitos mínimos para identificação de espaços confinados e o reconhecimento, avaliação, monitoramento e controle dos riscos

existentes, de forma a garantir permanentemente a segurança e saúde dos trabalhadores e que interagem direta ou indiretamente nestes espaços. Espaço confinado é qualquer área ou ambiente não projetado para ocupação humana contínua, que possua meios limitados de entrada e saída, cuja ventilação existente é insuficiente para remover contaminantes ou onde possa existir a deficiência ou enriquecimento de oxigênio.

NR 34 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção e Reparação Naval: Esta NR tem por finalidade estabelecer os requisitos mínimos e as medidas de proteção à segurança, à saúde e ao meio ambiente de trabalho nas atividades da indústria de construção e reparação naval. Cita nove procedimentos de trabalhos executados em estaleiros: trabalho a quente; montagem e desmontagem de andaimes; pintura; jateamento e hidrojateamento; movimentação de cargas; instalações elétricas provisórias; trabalhos em altura; utilização de radionuclídeos e gamagrafia; e máquinas portáteis rotativas.

NR 35 - Trabalho em Altura: A NR-35 estabelece os requisitos mínimos e as medidas de proteção para o trabalho em altura, como o planejamento, a organização e a execução, a fim de garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores com atividades executadas acima de dois metros do nível inferior, onde haja risco de queda.

NR 36 – Segurança e Saúde no Trabalho em Empresas de Abate e Processamento de Carnes e Derivados: Esta NR vem implementar os preceitos mínimos de avaliação, controle e monitoramento dos riscos existentes nas atividades desenvolvidas na indústria de abate e processamento de carnes e derivados, para garantir a segurança, a saúde e a qualidade de vida no trabalho.

NR 37 - (Em Consulta Pública) – Segurança e Saúde em Plataformas de Petróleo. O texto técnico básico de criação desta Norma Regulamentadora foi disponibilizado para consulta pública através da Portaria N.º 382 de 21 de maio de 2013, do MTE/Secretaria de Inspeção do Trabalho (BRASIL, 2014).

Verifica-se que no ambiente de laboratório de ensino de cursos de engenharia, diversas NR's devem ser utilizadas para a realização de práticas seguras, tendo em vista que estas normas devem atender às especificidades dos laboratórios de cada curso de engenharia.

## **2.5 Riscos**

Os riscos de acidentes estão presentes em qualquer área de trabalho, sendo assim é uma grande preocupação dos gestores, seja na indústria, no comércio, nas empresas, nas escolas e inclusive nas universidades. Esta preocupação se faz, principalmente, no ambiente universitário, pois é onde o discente está adquirindo conhecimento para a sua vida profissional.

Compreender o significado de “risco” é conhecer os perigos aos quais os trabalhadores estão expostos em função da atividade laborativa desenvolvida.

A Norma Regulamentadora NR-9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) preconiza como riscos ambientais os agentes físicos, químicos e biológicos existentes nos ambientes de trabalho, que em função de sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição, podem causar danos à saúde do trabalhador (BRASIL, 1978).

Por definição, existem diversos tipos de riscos (BIOS, 2012; SOARES, 2009):

- i. Risco Físico: provocados por algum tipo de energia como calor, frio, ruído, vibração ou radiação;
- ii. Risco Químico: provocados por substâncias ou compostos químicos que possam penetrar no organismo por absorção cutânea, ingestão, ou sistema respiratório na forma de poeira, névoa, gases, vapores, gotículas;
- iii. Risco Biológico: abrange amostras provenientes de seres vivos (plantas, animais, bactérias, fungos, protozoários) e amostras fluídas de humanos. Os Organismos Geneticamente Modificados (OGM) também pertencem à esta classe. O risco biológico é subdividido em

categorias (classes de risco), por ordem crescente, de acordo com a periculosidade do organismo manipulado. As classes de risco biológico estabelecidas são:

- Classe de Risco I: Baixo risco individual e comunitário. Microrganismo tem pouca probabilidade de provocar enfermidades humanas ou enfermidades de importância veterinária. Ex: *Bacillus subtilis*;
  - Classe de Risco II: Risco individual moderado, risco comunitário limitado. A exposição ao agente patogênico pode provocar infecção, porém dispõe-se de medidas eficazes de tratamento e prevenção, sendo o risco de propagação limitado. Ex: *Schistosoma mansoni*;
  - Classe de Risco III: Risco individual elevado, baixo risco comunitário. O agente patogênico pode provocar enfermidades humanas graves, podendo propagar-se de uma pessoa infectada para outra, entretanto, existe profilaxia e/ou tratamento. Ex: *Mycobacterium tuberculosis*;
  - Classe de Risco IV: Elevado risco individual e comunitário. Os agentes patogênicos representam grande ameaça para as pessoas e animais, com fácil propagação de um indivíduo ao outro, direta ou indiretamente, não existindo profilaxia nem tratamento. Ex: Vírus Ebola.
- iv. Risco Ergonômico: qualquer fator que possa interferir nas características fisiológicas do trabalhador afetando sua saúde, como por exemplo, o levantamento de peso muito grande ou os movimentos repetitivos;
- v. Risco de Acidentes: qualquer fator que coloque o trabalhador em situação de perigo e possa afetar sua integridade física e moral.

Assim, a grande preocupação verificada em laboratórios universitários nos cursos de engenharia é devido à presença de diversos riscos. Para que as atividades nos laboratórios sejam executadas com segurança, é necessário que medidas preventivas sejam efetivas.

### 3 METODOLOGIA

O método utilizado neste estudo tem uma característica descritiva, pois, de acordo com Triviños (2006), a pesquisa descritiva exige do pesquisador várias informações a respeito do que se objetiva pesquisar. Ela pretende descrever os fatos e fenômenos de determinada realidade ou estabelecer relações entre algumas variáveis.

Neste estudo também foi adotada a pesquisa bibliográfica e documental, visto que foi utilizado referenciais teóricos publicados em literatura sobre o tema, legislação e documentos fornecidos pela EEIMVR, além de um estudo de caso, caracterizado por meio de observações direcionadas a um laboratório da EEIMVR.

Cervo e Bervian (1983, *apud* RAUPP e BEUREN, 2003) definem a pesquisa bibliográfica como aquela que explica um problema a partir dos referenciais teóricos publicados em documentos, sendo realizada independentemente ou como parte da pesquisa descritiva ou experimental.

Segundo Vergara (2005), a pesquisa documental é desenvolvida a partir da análise de documentos já existentes nos órgãos públicos e privados de qualquer finalidade. Esses documentos podem ser cartas, regulamentos, memorandos, ofícios, relatórios, comunicações internas e outros.

No caminhar da pesquisa, foi desenvolvido um procedimento para análise dos fatos e materiais levantados, buscando sua organização e interpretação, através da reflexão crítica, embasada nos referenciais teóricos publicados em literatura sobre o assunto e na legislação vigente, para atingir o objetivo da pesquisa.

No delineamento da pesquisa, fomos conduzidos a buscar conhecimentos mais detalhados *in loco*, referente ao processo das aulas práticas, buscando suas

características e desvendando o que há de essencial para um estudo mais completo e profundo, através do estudo de caso.

O estudo de caso “é um estudo limitado a uma ou poucas unidades, que podem ser uma pessoa, uma família, um produto, uma instituição ou mesmo um país. É uma pesquisa detalhista e profunda” (COSTA e COSTA, 2009, p.132).

Para tanto, nesta pesquisa foi feito um estudo limitado a um Laboratório da EEIMVR, com identificação e descrição detalhada dos riscos decorrentes das práticas de ensino nele realizadas e dos agentes riscos presentes, através dos dados coletados pelas observações do pesquisador, documentos pertinentes, legislação e normas, permitindo realizar a construção do Mapa de Risco.

A observação é uma técnica que utiliza os sentidos para a apreensão de determinados aspectos da realidade. Ela consiste em ver e examinar os fatos, os fenômenos que se pretende investigar. No contexto da descoberta, obriga o investigador a ter um contato mais próximo com o objeto de estudo (GERHARDT *et al.*, 2009).

Nesta pesquisa, foi realizada a observação sistemática/não-participante, em que segundo Gerhardt *et al.* (2009), o pesquisador presencia o fato, mas não participa dele, não se deixa envolver pelas situações, faz o papel de espectador. Esse tipo de observação é usado em pesquisas que requerem uma descrição mais detalhada e precisa dos fenômenos.

Essa técnica de coleta de dados torna-se importante para essa modalidade de pesquisa de estudo de caso, que permite conhecer em detalhes como determinada prática de ensino ocorre e desvendar os riscos característicos existentes. A descrição dos fatos foi realizada através da perspectiva do pesquisador.

Este estudo proporcionou a análise dos procedimentos seguros e de ações corretivas, conforme preconizam as NR's, normalizando as práticas de ensino, o que deu o suporte teórico científico para elaboração do manual de segurança para práticas de ensino no laboratório de engenharia.

### **3.1 Descrição do local do estudo**

A Escola de Engenharia Industrial Metalúrgica de Volta Redonda (EEIMVR), localizada na cidade de Volta Redonda, Estado do Rio de Janeiro, foi o cenário escolhido para a pesquisa.

O estudo foi realizado no laboratório de tratamentos térmicos vinculado ao Curso de Engenharia Metalúrgica da EEIMVR da UFF. A opção por este laboratório prendeu-se ao fato de pertencer ao curso que tem raízes históricas na formação profissional do engenheiro, pois as aulas práticas eram realizadas nas dependências da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), da década de 60 até 90. Atualmente, este laboratório representa um modelo simplificado de uma unidade siderúrgica onde realizam-se as práticas de ensino relacionadas aos tratamentos térmicos dos aços, ocasionando principalmente risco físico, como calor, pela utilização de fornos com temperaturas elevadas. A presença de equipamentos, materiais e aparelhos se assemelha a um ambiente industrial, sua utilização representa perigo em potencial e no desenvolvimento das atividades de ensino são inúmeros os acidentes que podem ocorrer. A Figura 3.1 apresenta uma foto do Laboratório de Tratamentos Térmicos.

Esse laboratório integra o Núcleo Profissionalizante do Curso de Engenharia Metalúrgica. Está equipado para executar tratamentos térmicos usuais e onde os alunos realizam as práticas de ensino sob a supervisão do técnico de laboratório. É composto por fornos de resistência elétrica, fornos de leito fluidizado e fornos de banho de sal, exaustor, bancada, pia, tanque para resfriamento em água ou óleo,

microcomputador, termopar, medidor de temperatura, tenazes, arame recozido, alicate de corte, cavaco de ferro fundido, entre outros.



Figura 3.1: Laboratório de Tratamento Térmico (Fonte: o autor)

As disciplinas de Microestrutura e Tratamento Térmico I e Microestrutura e Tratamento Térmico II utilizam o laboratório conforme a distribuição dos horários elaborados semestralmente pelo Departamento de Ensino e fixados no quadro de horários. Já as disciplinas de Projeto Final I e Projeto Final II utilizam o laboratório a partir do agendamento de horário do aluno junto ao responsável do laboratório, para que haja acompanhamento do responsável pelo laboratório. O agendamento é realizado somente pelo aluno que necessita realizar algum experimento para o trabalho final de curso.

Os procedimentos práticos são planejados pelo docente e encaminhados ao técnico do laboratório, para que haja o devido preparo do laboratório: dos equipamentos, instrumentos e materiais necessários à sua realização.

## **4 CONSTRUÇÃO DO MAPA DE RISCO**

### **4.1 Conceito**

Nesta etapa do estudo foi realizada a identificação e a descrição detalhada dos dados referentes à prática de ensino realizada no Laboratório de Tratamento Térmico, com a finalidade de analisar os riscos existentes nesse espaço, objetivando cumprir etapas para a construção do Mapa de Risco. Desta forma, buscou-se embasamento teórico e legal para seu entendimento e aplicação.

Mattos e Queiroz (1996, p. 113) definem Mapa de Risco como sendo “uma representação gráfica de um conjunto de fatores presentes nos locais de trabalho, capazes de acarretar prejuízos à saúde dos trabalhadores: acidentes e doenças de trabalho”.

Conforme descrito ainda por Mattos e Queiroz (1996), Mapa de Risco é o instrumento através do qual se reúnem dados de forma programada, permitindo expressar a situação relacionada com agentes de risco que se encontram nos ambientes de trabalho.

No Brasil, desde 1992, a elaboração do mapeamento de riscos tornou-se obrigatória. Conforme a legislação brasileira em Segurança e Medicina do Trabalho, em particular a NR-5 CIPA (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes), a construção do Mapa de Risco é responsabilidade da CIPA (MATTOS e SIMONI, 1993).

A construção do Mapa de Risco foi realizada em duas etapas conforme adaptação do roteiro desenvolvido por Mattos e Simoni (1993 *apud* MATTOS e QUEIROZ, 1996, p.116), como segue.

#### **4.1.1 Levantamento e sistematização do processo de produção**

Esta etapa consistiu no levantamento de dados sobre o processo de trabalho no local analisado: os equipamentos e as instalações; os materiais e instrumentos

de trabalho; a equipe de trabalho; as atividades exercidas; os riscos identificados, suas fontes e consequência. Foram elaborados seis documentos.

#### **4.1.2 Preenchimento de documentos da Norma Regulamentadora nº 5**

Nesta segunda etapa foi realizada a confecção da representação gráfica, de acordo com o anexo IV da Norma Regulamentadora nº 5 (NR-5) e da Portaria 3214 de 08 de junho de 1978 do MTb.

Esta etapa da representação gráfica desenvolveu-se sobre o *layout* do local de trabalho, indicando através de círculos o grupo a que pertence o risco, de acordo com o padrão da cor e a gravidade do risco.

A classificação dos principais riscos ocupacionais foi realizada de acordo com os cinco grupos definidos pelo Anexo IV da Norma Regulamentadora nº 5 (BRASIL, 2012).

A Tabela 4.1 apresenta a classificação dos principais riscos ocupacionais em grupos.

A gravidade do risco é definida pelo diâmetro do círculo nas seguintes proporções: gravidade pequena (diâmetro 1), gravidade média (diâmetro 2) e gravidade grande (diâmetro 4).

Se um mesmo local apresentar riscos diferentes com a mesma gravidade, a representação gráfica poderá utilizar-se de um único círculo, sendo dividido em setores de acordo com as cores correspondentes.

Tabela 4.1: Classificação dos principais riscos ocupacionais em grupos

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
Verde	Vermelha	Marrom	Amarela	Azul
Riscos Físicos	Riscos Químicos	Riscos Biológicos	Riscos Ergonômicos	Riscos de Acidentes
Ruídos	Poeiras	Vírus	Esforço físico intenso	Arranjo físico inadequado
Vibrações	Fumos	Bactérias	Levantamento e transporte manual de peso	Máquinas e equipamentos sem proteção
Radiações ionizantes	Névoas	Protozoários	Exigência de postura inadequada	Ferramentas inadequadas ou defeituosas
Radiações não ionizantes	Neblinas	Fungos	Controle rígido de produtividade	Iluminação inadequada
Frio	Gases	Parasitas	Imposição de ritmos excessivos	Eletricidade
Calor	Vapores	Bacilos.	Trabalho em turno e noturno	Probabilidade de incêndio ou explosão
Pressão anormais	Substâncias, compostas ou produtos químicos em geral.		Jornadas de trabalho prolongadas	Armazenamento inadequado
Umidade.			Monotonia e repetitividade	Animais peçonhentos
			Outras situações causadoras de stress físico e/ou psíquico.	Outras situações de risco que poderão contribuir para a ocorrência de acidentes.

Fonte: Manual de Legislação: Segurança e Medicina do Trabalho, Atlas (2012)

## 4.2 Roteiro

As etapas da construção do Mapa de Risco são apresentadas a partir do estudo realizado no Laboratório de Tratamentos Térmicos do Curso de Graduação de Engenharia Metalúrgica. As informações necessárias para elaboração do Mapa de Risco foram obtidas através de documentos fornecidos pelo Departamento responsável pelo laboratório (solicitados oficialmente à instituição), de observações feitas no laboratório e de realização de práticas de ensino de tratamento térmico no laboratório pelo pesquisador, onde foram analisadas as práticas de ensino de tratamentos térmicos mais usuais no laboratório. Além dos dados obtidos sobre as atividades de ensino foram levantadas também as informações sobre os

componentes envolvidos no processo dessas atividades como instalações, equipamentos, material e pessoal.

O laboratório selecionado para este estudo de caso foi o de Tratamento Térmico da Escola de Engenharia Industrial Metalúrgica de Volta Redonda da Universidade Federal Fluminense.

Este laboratório possui uma área física de aproximadamente 125,06 metros quadrados. A unidade da IES responsável por este laboratório é o Departamento de Engenharia Metalúrgica e Materiais.

#### **4.2.1 Etapas da Construção do Mapa de Risco**

##### *1ª Etapa: Levantamento e Sistematização do Processo de Produção*

##### **a) Fluxograma de produção de uma aula prática**

O fluxograma está representando graficamente a rotina das práticas de ensino mais usuais no laboratório de tratamento térmico. Neste documento são identificados os principais passos para se executar as práticas de ensino de tratamento térmico de aço ao carbono, sendo os principais processos, têmpera, normalização, recozimento e revenimento. A representação do fluxograma das práticas de ensino do laboratório é apresentada na Figura 4.1.

##### **b) Descrição dos equipamentos e instalações**

Neste documento, estão listados os principais equipamentos e apresentadas suas características de funcionamento. Estes equipamentos são do laboratório de tratamentos térmicos e utilizados nas atividades de ensino. No Quadro 4.1 são apresentados os fornos do laboratório de tratamento térmico. Ressalta-se que a numeração dos fornos inicia-se no número 2, conforme consta no referido Laboratório e na lista de equipamentos fornecidos pelo Departamento responsável, devido à retirada do forno número 1 do Laboratório por ter sido considerado um equipamento inservível para sua finalidade de uso, que era realizar tratamentos térmicos.

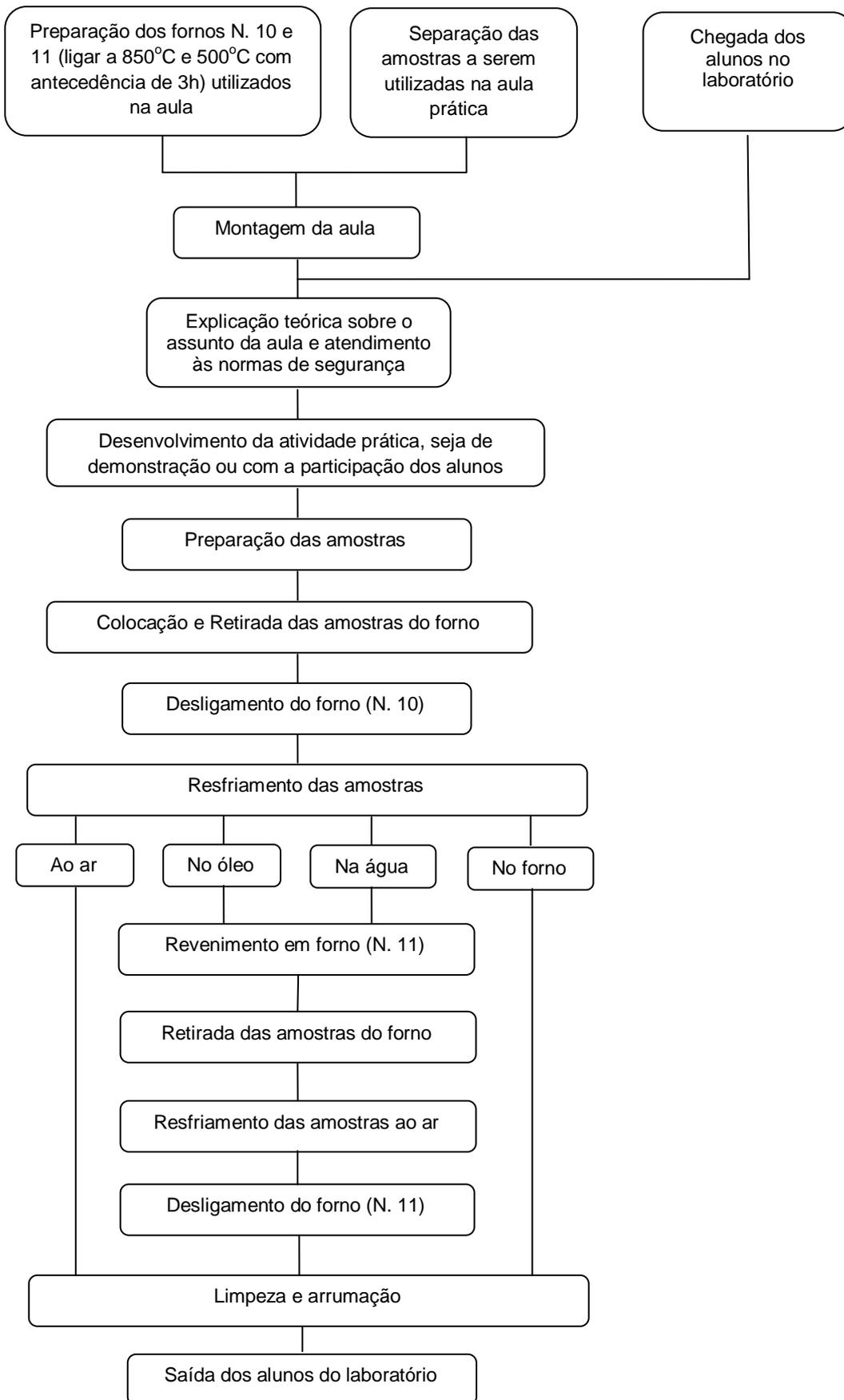


Figura 4.1: Fluxograma de produção de uma aula prática (Fonte: O autor)

Quadro 4.1: Fornos do Laboratório de Tratamento Térmico

N.	Descrição	Fabricante
02	Forno de câmara de resistência elétrica para tratamento térmico, fabricado pela Sigma Ind. Com. de Metalurgia e Calefação Ltda., modelo PET 14, tensão de trabalho 220v/60Hz, pirômetro e indicador de temperatura 20/800°C.	Sigma
03	Forno de câmara de resistência elétrica para tratamento térmico, fabricado pela Brasimet Com. Ind. S/A, número de fábrica FO 459/86, tipo VK 30/45-500°C, 8Kw a frio, 8Kw a quente, fonte de alimentação com amperímetros 0/50 <sup>a</sup> , controladora de temperatura 20/600°C.	Brasimet
04	Forno de câmara de resistência elétrica para tratamento térmico, fabricado pela Brasimet Com. Ind. S/A, nº de fábrica FO 4593, tipo KS 1.5/8/25-1350°C. SKw a quente, tensão de operação 200w/60Hz, fonte de alimentação 3x, amperímetros 0/15 <sup>a</sup> , controladora de temperatura 20/1200°C.	Brasimet
05	Forno de câmara de resistência elétrica para tratamento térmico, fabricado pela Brasimet Com. Ind. S/A, número de fábrica FO 4589/86, tipo KO 25/15/40-1100°C.	Brasimet
06	Forno de câmara de resistência elétrica para tratamento térmico, fabricado pela Brasimet Com. Ind. S/A, número de fábrica FO04588/86, tensão de operação 200w/60Hz produzido: 6,5Kw à frio a 66,3Kw à quente, modelo FET14, fonte DC, alimentação com 2 amperímetros 0/25 <sup>a</sup> , pirômetro e controladora de temperatura 20/2100°C, procedência Industria Brasileira.	Brasimet
07	Forno de banho de sal para tratamento térmico, fabricado pela Brasimet Com.Ind. S/A, nº de fábrica FO 4590, tipo TO 22/45-950°C, 20Kw à frio e Kw à quente, fonte de tensão 220v/60Hz, fonte de alimentação com 2 amperímetros 0/60 <sup>a</sup> , 2 controladores de temperatura 0/1000°C e 0/1200°C.	Brasimet
08	Forno de banho de sal para tratamento térmico, fabricado pela Brasimet Com.Ind. S/A, número de fábrica FO 4594/86, tipo SEO 220/30-1350°C, 30Kw à quente, fonte de tensão de trabalho 220v/60Hz, fonte de alimentação com 2 amperímetros 0/100 <sup>a</sup> , controladora de temperatura 0/1600°C.	Brasimet
09	Forno de banho de sal para tratamento térmico, fabricado pela Brasimet Com.Ind. S/A, número de fabricação 35/50-650°C, 29Kw à frio e 24Kw à quente, fonte de tensão de trabalho 220v/60Hz, fonte de alimentação com 2 amperímetros, controladora de temperatura 0/800°C.	Brasimet
10	Forno de câmara de resistência elétrica para tratamento térmico, forno número 15, modelo K 250 N2, tipo FO – 6793/02 - 220V - 60Hz / 8KW - 1300°C, procedência Brasil, instalado com controladores digital.	Brasimet
11	Forno de câmara de resistência elétrica para tratamento térmico, forno número 14, modelo K 250 R, número de série 6699/220V - 60Hz, 750°C, com controlador automático de temperatura, procedência Brasil, suprimento de ar forçado com acoplado com Bomba WEG 110/220V – Três Fases de 220v/60Hz.	Brasimet
12	Forno de Leito Fluidizado para tratamento térmico número 13, modelo FLUIDIZADO, procedência Brasil, número de série VF 1006-59/1999, 220v/60Hz, conjunto de suprimento de ar com 03 (três) colunas de alimentado por um compressor de alta performance, marca SHULTZ, modelo duplo cabeçote.	Combustol

Fonte: Departamento de Eng. Metalúrgica e Materiais

Além dos fornos, que são os principais equipamentos, também são equipamentos pertencentes ao referido laboratório, termopar, medidor de temperatura, equipamento de aquisição de dados – Spider, microcomputador e exaustor.

### **c) Descrição de Produtos e Materiais**

O produto das atividades de ensino de tratamento térmico do laboratório são peças tratadas termicamente para que os alunos realizem posteriormente análise metalográfica e de dureza.

Os materiais auxiliares utilizados nas aulas práticas são tenazes, tanque de resfriamento em água ou óleo, caixa de aço para amostras com e sem tampa, cavaco de ferro fundido, amostras de aço ao carbono, arame recozido e alicate de corte.

### **d) Descrição da Equipe de Trabalho**

As atividades de tratamento térmico do laboratório são realizadas pela equipe de laboratório, composta pelo professor e técnico de laboratório e alunos das disciplinas que utilizam esse laboratório para realização de aula prática. As disciplinas que utilizam o laboratório de tratamento térmico são microestrutura e tratamento térmico I, microestrutura e tratamento térmico II, projeto final I e projeto final II.

### **e) Descrição das Atividades**

Com a finalidade de descrever o tipo de atividade de ensino mais desenvolvida neste laboratório e empregada nesta pesquisa, faz-se necessárias algumas definições importantes para melhor entendimento.

Tratamento térmico, segundo Chiaverini (2008), consiste em um conjunto de operações de aquecimento e resfriamento a que são submetidos os aços, sob condições controladas de temperatura, tempo, atmosfera e velocidade de esfriamento, objetivando alterar as suas propriedades ou conferir-lhes características determinadas. As propriedades dos aços dependem, em princípio, da sua estrutura em função da composição química.

Os principais objetivos dos tratamentos térmicos são os seguintes:

- Remoção de tensões (oriundas de resfriamento, trabalho mecânico ou outras causas);
- Aumento ou diminuição da dureza;
- Aumento da resistência mecânica;
- Melhora a ductibilidade;
- Melhora a usinabilidade;
- Melhora a resistência ao desgaste;
- Melhora das propriedades de corte;
- Melhora da resistência à corrosão;
- Melhora da resistência ao calor;
- Modificação das propriedades elétricas e magnéticas.

As atividades de ensino de tratamentos térmicos dos aços mais usuais neste laboratório são: Recozimento, Normalização, Têmpera e Revenimento. Nessas atividades, realizam-se a manipulação de peças de aço de tamanho não muito grande, que são inseridas nos fornos, já aquecidos à temperatura típica do tratamento térmico, dentro de caixa metálica recoberta por cavaco de ferro fundido, e com a tenaz se retiram estas peças dos fornos. Dependendo do tipo de tratamento térmico, as peças podem ser resfriadas de diferentes formas. Para entendimento apresentam-se a seguir definições sobre cada processo de tratamento térmico.

#### **e.1. Recozimento:**

No recozimento o aquecimento do aço ocorre acima da zona crítica (faixa de temperatura em que se processam as transformações de estrutura de um aço no estado sólido). A Tabela 4.2 apresenta as temperaturas de recozimento de diversos aços.

Tabela 4.2: Temperaturas de recozimento de diversos aços carbono

Aços Carbono ABNT/AISI	Temperatura de Austenização (°C)	Ciclo de Resfriamento * de até(°C)	Faixa de Dureza (Brinell)
1020	855 – 900	850 700	111 – 149
1030	845 – 885	845 650	126 – 197
1040	790 – 870	790 650	137 – 207
1050	790 – 870	790 650	156 – 217
1060	790 – 845	790 650	156 – 207
1070	790 – 845	790 650	167 – 229
1080	790 – 845	790 650	167 – 229
1090	790 - 830	790 650	167 - 229

\* Resfriamento a 28<sup>o</sup>C por hora no interior do forno

Fonte: Silva e Mei (2006) [Adaptado de Silva e Mei]

Neste tratamento térmico o resfriamento é lento, obtido, por exemplo, desligando-se o forno e mantendo-se a peça dentro do forno. Este tratamento visa reduzir a dureza do aço, aumentar a usinabilidade e facilitar o trabalho a frio.

### **e.2 Normalização:**

A normalização é similar ao tratamento térmico de recozimento, o aquecimento do aço ocorre acima da zona crítica, à exceção do resfriamento, que neste caso é ligeiramente mais acentuado que no recozimento. Por exemplo, a peça é retirada do forno e o resfriamento da normalização é realizado ao ar.

As temperaturas típicas de normalização de aços-carbono e aços-liga comuns, segundo Chiaverini (2008), são apresentadas na Tabela 4.3.

Tabela 4.3: Temperaturas de Normalização de aços-carbono e aços-ligas comuns

Aços (ABNT)	Temperatura (°C)
1015, 1020, 1022	915
1025, 1030	900
1035	885
1040, 1045, 1050	860
1060, 1080, 1090	830
1095	845
1117	900
1137	885
1141, 1144	860
1330	900
1335, 1340, 3135, 3140	870
3310	925
4027, 4028, 4032	900
4037, 4042, 4047, 4063	870
4118	925
4130	900
4135, 4137, 4140, 4142, 4145, 4147, 4150	870
4320	935
4337, 4340	870
4520, 4620, 4621, 4718, 4720, 4815, 4817, 4820	925
5120	925
5130, 5132	900
5135, 5140, 5145, 5147, 5150, 5155, 5160	870
6118, 6120, 8617, 8620, 8622	925
8625, 8627, 8630	900
8637, 8640, 8642, 8645, 8650, 8655, 8600	870
9255, 9260, 9262	900
9310	925
9840, 9850, 50B44, 50B46, 50B50	870
60B60, 81B45, 86B45	870
94B15, 94B17	925
94B30, 94B40	900

Fonte: Chiaverini (2008) [Adaptado de Chiaverini]

### e.3. Têmpera

Na têmpera, o aquecimento do aço ocorre entre 815 e 870<sup>0</sup>C, seguida de resfriamento rápido. Neste tratamento térmico a peça é retirada do forno, e pode ser, por exemplo, resfriada em água ou óleo. Este tratamento objetiva aumentar a dureza do aço e tornar mais elevado seu limite de escoamento e resistência à tração, à compressão e ao desgaste. Ao mesmo tempo, ocorre perda de ductilidade, reduzindo seu alongamento, estrição e resistência ao impacto. Normalmente, o tratamento térmico de têmpera é acompanhado do revenimento, justamente pela ocorrência da perda de ductilidade.

#### e.4. Revenimento:

O revenimento é o tratamento térmico que acompanha a têmpera, pois elimina a maioria dos inconvenientes gerados por este tipo de tratamento. Consiste em reaquecer a peça temperada até uma determinada temperatura, abaixo de sua zona crítica, que pode variar de 100 a 700<sup>o</sup>C, e resfriá-la sob determinadas condições, como ao ar ou dentro do forno.

#### f) Operação x Equipamentos/Ferramentas x Risco

O levantamento de informações, as observação de campo e a realização de práticas possibilitaram detectar os principais riscos presentes no processo das práticas de ensino de tratamentos térmicos mais usuais realizadas no laboratório estudado, cujo os resultados encontram-se sintetizados na Quadro 4.2.

Quadro 4.2: Operação x Equipamentos/Ferramentas x Risco

LABORATÓRIO: TRATAMENTO TÉRMICO		ÁREA: LABORATÓRIO	
FASE Nº	OPERAÇÃO	EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS	RISCO
1	Ligar o forno	Forno de resistência	<b>Acidente</b> Eletricidade
2	Preparar a amostra	- Caixa - Cavaco de ferro fundido	<b>Acidente</b> - Projeção de partículas de cavaco. - Ferimento nos dedos. <b>Químico</b> Geração de poeira de ferro.
3	Colocar a amostra no forno	- Forno de resistência - Tenaz	<b>Físico</b> Calor <b>Acidente</b> Queimadura e Queda da amostra
4	Retirar a amostra do forno	- Forno de resistência - Tenaz	<b>Físico</b> Calor <b>Acidente</b> Queimadura e Queda da amostra
5	Desligar o forno	Forno de resistência	<b>Acidente</b> Eletricidade
6	Resfriamento da amostra	- Forno de resistência - Tanque de óleo - Tanque de água.	<b>Acidente</b> Incêndio Queimadura <b>Químico</b> Vapores
7	Revenimento em forno	Forno de resistência	<b>Físico</b> Calor <b>Acidente</b> Queda da amostra

8	Retirar a amostra	Forno de resistência Tenaz	<b>Físico</b> Calor <b>Acidente</b> Queda da amostra
9	Resfriamento da amostra	Refratário	<b>Acidente</b> Queimadura
10	Desligar o forno	Forno de resistência	<b>Acidente</b> Eletricidade
11	Limpeza e Arrumação	Laboratório	<b>Acidente</b>

(Fonte: o autor)

### *2ª Etapa: Preenchimento de documentos - Norma Regulamentadora nº 5*

Nesta segunda etapa, após a obtenção dos dados para a construção do mapa de risco, será realizada a confecção de sua representação gráfica, de acordo com o anexo IV da Norma Regulamentadora nº 5 (NR-5) e da Portaria 3214 de 08 de junho de 1978 do MTb.

Os levantamentos dos riscos serão representados no Mapa de Risco, apresentado na Figura 4.2.

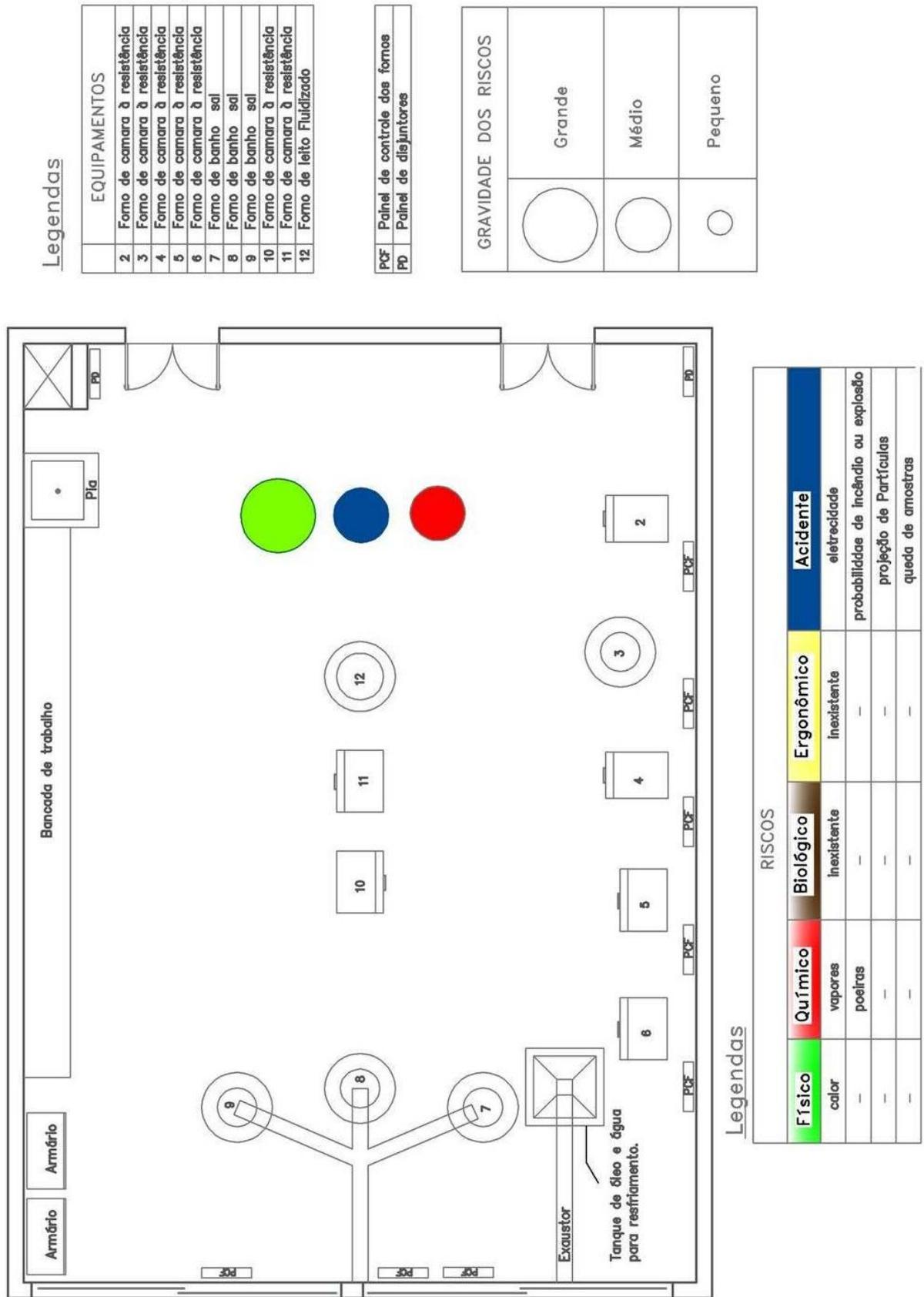


Figura 4.2: Mapa de Risco do Laboratório de Tratamento Térmico (o autor)

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Pesquisa

No início da pesquisa foi realizado um levantamento de documentos para obter as informações sobre as atividades de ensino realizadas no Laboratório de Tratamentos Térmicos, e de todos os componentes envolvidos no processo destas atividades: equipamentos, materiais e pessoal, objetivando conhecer como se processa cada fase das atividades. Através dos dados levantados foi possível destacar as práticas de ensino mais usuais realizada no referido laboratório.

Apesar dos documentos fornecerem as informações para relacionar as atividades de ensino e os componentes nela envolvidos, não foram suficientes para a realização de uma análise de risco acurada em relação à essas atividades e a construção do Mapa de Riscos.

Para tanto, foi necessário realizar um estudo mais profundo e detalhado, através de observações *in loco* e realização de práticas de ensino pelo autor desta pesquisa.

No decorrer desta pesquisa, informações e observações foram colhidas e realizadas com a finalidade de levantar aspectos do laboratório estudado, e de todo o processo das práticas de ensino mais usuais realizadas neste laboratório. Estes dados nortearam a análise de risco em relação a estas práticas de ensino e viabilizou a construção do Mapa de Riscos.

Verificou-se que a participação do autor desta pesquisa na realização dos experimentos de ensino no laboratório, foi uma prática muito enriquecedora para concretização desta pesquisa, proporcionando através da vivência do contexto, a análise e interpretação da realidade das atividades, a partir dos próprios dados.

Toda esta atividade de pesquisa e estudo possibilitou através da análise de riscos, a construção e desenvolvimento de procedimentos seguros e ações corretivas para controlar os riscos e prevenir acidentes nas práticas de ensino mais

usuais realizadas no Laboratório de Tratamentos Térmicos baseados na constatação da legislação correspondente, como apresentados no Quadro 5.1.

Quadro 5.1. Operação x Equipamentos/Ferramentas x Risco x Processo Seguro de Trabalho x Ação Corretiva x Legislação

LABORATÓRIO: TRATAMENTO TÉRMICO		ÁREA: LABORATÓRIO		TAREFA: TRATAMENTO TÉRMICO		
FASE Nº	OPERAÇÃO	EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS	RISCO	PROCESSO SEGURO DE TRABALHO	AÇÃO CORRETIVA	LEGISLAÇÃO
1	Ligar o forno	Forno de resistência	<b>Acidente</b> Eletricidade	Somente ligar o forno se o painel de acionamento estiver em boas condições	Solicitar manutenção	Conforme as NR NR 10
2	Preparar a amostra	- Caixa - Cavaco de ferro fundido	<b>Acidente</b> - Projecção de particulas de cavaco. - Ferimento nos dedos.	Executar atividades utilizando os equipamentos de proteção.	Disponibilizar os EPI's para uso: óculos e luvas	Conforme a NR 06
3	Colocar a amostra no forno	- Forno de resistência - Tenaz	<b>Físico</b> Calor <b>Acidente</b> Queimadura e Queda da amostra	-Ter atenção nos procedimentos da atividade; - Abrir o forno junto com a porta do mesmo; - Utilizar os equipamentos de proteção	- Orientação sobre procedimentos  - Disponibilizar os EPI's para uso: luvas e avental	Conforme as NR 06 e NR 14
4	Retirar a amostra do forno	- Forno de resistência - Tenaz	<b>Físico</b> Calor <b>Acidente</b> Queimadura e Queda da amostra	Ter atenção nos procedimentos da atividade; - Abrir o forno junto com a porta do mesmo; Utilizar os equipamentos de proteção.	- Orientação sobre procedimentos  - Disponibilizar os EPI's para uso: luvas e avental	Conforme a NR 06 e NR 14
5	Desligar o forno	Forno de resistência	<b>Acidente</b> Eletricidade	Somente desligar o forno se o painel de acionamento estiver em boas condições	Solicitar manutenção	Conforme a NR 10
6	Resfriamento da amostra	- Forno de resistência - Tanque de óleo - Tanque de água.	<b>Acidente</b> Incêndio Queimadura <b>Químico</b> Vapores	- Garantir que o forno não seja aberto. - Utilizar os equipamentos de proteção.	- Sinalizar para não abertura do forno;  - Disponibilizar os EPI's para uso: luvas, avental e máscara	Conforme as NR 14, NR 06, NR 23 e NR 26
7	Revenimento em forno	Forno de resistência	<b>Físico</b> Calor <b>Acidente</b> Queda da amostra	-Ter atenção nos procedimentos da atividade; - Abrir o forno junto com a porta do mesmo; - Utilizar os equipamentos de proteção	- Orientação dos procedimentos  - Disponibilizar os EPI's para uso: luvas e avental	Conforme as NR 06 e NR 14

8	Retirar a amostra	Forno de resistência Tenaz	<b>Físico</b> Calor <b>Acidente</b> Queda da amostra	-Ter atenção nos procedimentos da atividade; - Abrir o forno junto com a porta do mesmo; - Utilizar os equipamentos de proteção.	- Orientação dos procedimentos  - Disponibilizar os EPI's para uso: luvas e avental	Conforme as NR 06 e NR 14
9	Resfriamento da amostra	Refratário	<b>Acidente</b> Queimadura	Colocar a peça sobre refratário e aviso que está aquecida.	- Isolar e sinalizar o local de que há risco de queimadura.	Conforme a NR 26
10	Desligar o forno	Forno de resistência	<b>Acidente</b> Eletricidade	Somente desligar o forno se o painel de acionamento estiver em boas condições	Solicitar manutenção	Conforme a NR 10

(Fonte: o autor)

Os dados do quadro referentes ao processo seguro, ações corretivas e legislação revelam a importância de se estabelecer para os riscos uma medida de controle para minimizá-los ou neutralizá-los baseados na legislação, ou seja nas Normas Regulamentadoras.

Para tanto, foi necessário a descrição detalhada das práticas de ensino mais usuais do laboratório, identificando os riscos potenciais (problema) em cada fase dessas atividades, exemplificando-os (causa) e estabelecendo para os riscos de cada fase da atividade as medidas e ações corretivas baseadas na legislação (solução).

Constatou-se que para estabelecer a solução, conforme já apresentado e detalhado em cada fase da tarefa, deve existir o processo seguro de trabalho, isto é, medidas essenciais devem ser tomadas para se garantir a integridade física, material e ambiental. Para tanto ações corretivas devem ser realizadas concomitantemente, como ações para eliminar ou minimizar a causa para evitar o problema. Estes procedimentos devem ter como referência as Normas Regulamentadoras, aprovadas pela Portaria n. 3.214 de 08-06-1978 do MTb. A seguir discutir-se-ão cada fase das tarefas apresentadas no Quadro 5.1.

**FASE 1 - Ligar o Forno:** verifica-se que para a realização desta tarefa, o risco é de acidente, e está diretamente relacionado com a eletricidade, por medida de

segurança o forno somente deve ser ligado se o painel de acionamento estiver em boas condições senão, para se evitar este problema, a manutenção deve ser comunicada. A Figura 5.1 apresenta a foto do painel de acionamento dos fornos.



Figura 5.1 – Foto do painel de acionamento dos fornos (Fonte: o autor)

A NR-10 nos subitens, 10.1.1, 10.1.2, 10.14.1 vem justamente estabelecer requisitos e condições mínimas exigidas para garantir a segurança e saúde dos trabalhadores que direta ou indiretamente interajam em instalações elétricas, bem como de quaisquer trabalhos realizados em suas proximidades. Os trabalhadores devem interromper suas tarefas, exercendo o direito de recusa, sempre que verificarem evidências de riscos graves e iminentes para sua segurança e saúde ou a de outras pessoas, comunicando o fato a seu superior hierárquico, que tomará medidas cabíveis.

**FASE 2 - Preparar a amostra:** no transcorrer desta tarefa constatou-se a eminência de risco que pode ocorrer, como o risco de acidente. Este risco diz respeito ao manuseio cavaco de ferro fundido para cobrir a amostra de aço dentro da caixa que irá para o forno. Este manuseio pode acarretar a projeção dessas partículas de cavaco de ferro na face, causando impactos nos olhos, e pode acarretar também ferimentos nos dedos. A Figura 5.2 apresenta a foto da amostra e a Figura 5.3 foto da caixa com cavaco e a Figura 5.4 foto da caixa com cavaco cobrindo a amostra.



Figura 5.2 - Foto da amostra (Fonte: o autor)



Figura 5.3 - Foto da caixa com cavaco (Fonte: o autor)



Figura 5.4 - Foto da caixa com cavaco cobrindo a amostra (Fonte: o autor)

A NR-06 nos subitens, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4 6.5.1 direciona a utilização de Equipamento de Proteção Individual (EPI), considerando-o todo dispositivo ou produto de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho. O EPI, seja nacional ou importado, só pode ser vendido ou utilizado com indicação do Certificado de Aprovação (CA), que é emitido pelo órgão competente do Ministério do Trabalho.

A empresa deve fornecer aos empregados, gratuitamente, o EPI adequado aos riscos de cada atividade profissional, de acordo com o disposto no Anexo I da NR-06, onde consta a lista de EPI. Na empresa desobrigada a possuir SESMT(Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho), cabe ao empregador selecionar o EPI adequado ao risco conforme orientação de profissional qualificado, após ouvida a CIPA, ou na falta desta, os trabalhadores usuários.

Nesta fase da tarefa os EPI's que devem ser disponibilizados, conforme os riscos constatados e de acordo com a lista do Anexo I da NR-06 são: - EPI PARA PROTEÇÃO DOS OLHOS E FACE – Óculos para proteção dos olhos contra impactos de partículas volantes; - EPI PARA PROTEÇÃO DOS MEMBROS SUPERIORES – Luvas para proteção das mãos contra agentes cortantes e perfurantes. A Figura 5.5 apresenta a foto da EPI dos óculos para proteção dos olhos contra impactos de partículas volantes. A Figura 5.6 apresenta foto das luvas para proteção das mãos contra agentes cortantes e perfurantes.



Figura 5.5 - Foto de óculos para proteção dos olhos (EPI, 2014)



Figura 5.6 - Foto de luvas para proteção das mãos (EPI, 2014)

**FASE 3 – Colocar a amostra no forno:** nesta fase da tarefa verificou-se principalmente o risco físico, o calor, pela utilização do forno de resistência com temperaturas elevadas. E também, ao abrir o forno para a colocação das amostras no seu interior, e neste procedimento pode ocorrer o risco de acidente, vindo ocasionar queimadura e ou queda da amostra. Este procedimento deve ser realizado com o máximo de atenção e na abertura do forno deve-se manter a porta bem junto ao corpo para fazê-la de “escudo” evitando estar em frente ao forno já aquecido a temperaturas elevadas e deve-se estar utilizando os EPI’s adequados. A Figura 5.7 apresenta a foto da colocação da amostra no forno.



Figura 5.7 – Foto da colocação da amostra no forno (Fonte: o autor)

A NR-14 no subitem, 14.1 descreve que a construção dos fornos, devem ser sólida e o seu revestimento deve ser constituído de material refratário para que o

calor radiante não ultrapasse os limites de tolerância, oferecendo segurança e conforto aos trabalhadores.

A NR-06 no subitem 6.1 e 6.4 direcionam a utilização de Equipamento de Proteção Individual (EPI), nesta fase da tarefa os EPI's que devem ser disponibilizados, conforme os riscos constatados e de acordo com a lista do Anexo I da NR-06 são: - EPI PARA PROTEÇÃO DOS MEMBROS SUPERIORES – Luvas para proteção das mãos contra agentes térmicos, EPI PARA PROTEÇÃO DO TRONCO – Vestimentas para proteção contra riscos de origem térmica e EPI PARA PROTEÇÃO DOS OLHOS E FACE – Protetor facial para proteção da face contra riscos de origem térmica.

A Figura 5.8 apresenta a foto do EPI PARA PROTEÇÃO DO TRONCO, vestimentas para proteção contra riscos de origem térmica. A Figura 5.9 apresenta foto do EPI PARA PROTEÇÃO DOS MEMBROS SUPERIORES, luvas para proteção das mãos contra agentes térmicos. A Figura 5.10 apresenta foto do EPI PARA PROTEÇÃO DOS OLHOS E FACE, protetor facial para proteção da face contra riscos de origem térmica.



Figura 5.8 - Fotos das vestimentas para proteção do tronco contra riscos de origem térmica (EPI, 2014)



Figura 5.9 - Foto de luvas para proteção das mãos contra agentes térmicos (EPI, 2014)



Figura 5.10 - Foto de protetor facial para proteção da face contra agentes térmicos (EPI, 2014)

**FASE 4 – Retirar a amostra no forno:** esta fase da tarefa assemelha-se a fase anterior, verificou-se o risco físico, o calor, pela utilização do forno de resistência com temperaturas elevadas. E também, ao abrir o forno para a retirada das amostras do seu interior com a tenaz, neste procedimento pode ocorrer o risco de acidente, ocasionando queimadura e ou queda da amostra aquecida. Este procedimento deve ser realizado com o máximo de atenção e na abertura do forno deve-se manter a porta bem junto ao corpo para fazê-la de “escudo” evitando estar em frente ao forno já aquecido a temperaturas elevadas e deve-se estar utilizando os EPI’s adequados. As Figuras 5.11, 5.12 e 5.13 apresentam fotos da amostra sendo retirada no forno.



Figura 5.11 – Foto da amostra sendo retirada no forno (Fonte: o autor)



Figura 5.12 – Foto da amostra sendo retirada no forno (Fonte: o autor)



Figura 5.13 – Foto da amostra sendo retirada no forno (Fonte: o autor)

A NR-14 no subitem, 14.1 descreve que a construção dos fornos, devem ser sólida e o seu revestimento deve ser constituído de material refratário para que o calor radiante não ultrapasse os limites de tolerância, oferecendo segurança e conforto aos trabalhadores.

A NR-06 no subitem 6.1 e 6.4 direciona a utilização de Equipamento de Proteção Individual (EPI), nesta fase da tarefa os EPI's que devem ser disponibilizados, conforme os riscos constatados e de acordo com a lista do Anexo I da NR-06 são: - EPI PARA PROTEÇÃO DOS MEMBROS SUPERIORES – Luvas para proteção das mãos contra agentes térmicos, EPI PARA PROTEÇÃO DO TRONCO – Vestimentas para proteção contra riscos de origem térmica e EPI PARA PROTEÇÃO DOS OLHOS E FACE – Protetor facial para proteção da face contra riscos de origem térmica.

**FASE 5 – Desligar o forno:** na realização desta tarefa o risco relacionado a ela corresponde ao mesmo da Fase 1, o risco de acidente, e está diretamente relacionado com a eletricidade, como medida de segurança para se desligar o forno deve-se observar se o painel de acionamento está em boas condições, senão para se evitar este problema, a manutenção deve ser chamada imediatamente.

A NR-10 nos subitens, 10.1.1, 10.1.2 e 10.14.1 estabelece os requisitos e condições mínimas exigidas para garantir a segurança e saúde dos trabalhadores que direta ou indiretamente interajam em instalações elétricas, bem como de quaisquer trabalhos realizados em suas proximidades. Os trabalhadores devem interromper suas tarefas, exercendo o direito de recusa, sempre que verificarem evidências de riscos graves e iminentes para sua segurança e saúde ou a de outras pessoas, comunicando o fato a seu superior hierárquico, que tomará medidas cabíveis.

**FASE 6 – Resfriamento da amostra:** esta fase da atividade é complexa e diversificada, pois dependendo do tipo de tratamento térmico e o resfriamento da amostra que pode ser realizado de diferentes formas. Para cada forma de resfriamento existe um risco inerente a ele, uma vez que a temperatura do forno esta operando na faixa de 850 °C. Observa-se que, o resfriamento lento da amostra, isto

é, o resfriamento em que a amostra é mantida no ambiente do forno após este ser desligado, desta forma a amostra resfria ao mesmo tempo que o forno. Nesta fase o risco existente é de acidente, pois mesmo desligado, o forno e a amostra no seu interior se mantêm aquecidos por um determinado período até seu resfriamento total, e se manuseados, podem causar queimaduras, para tanto é necessário que o forno não seja aberto, utilizando como procedimento seguro a sinalização para essa não abertura.

No resfriamento ligeiramente mais acentuado (moderado) a amostra é retirada do forno com a tenaz e colocada sobre um refratário, sendo o resfriamento realizado ao ar, na temperatura ambiente de aproximadamente 25<sup>0</sup>C. Nesta fase o risco de acidente é eminente, já que a amostra fica exposta e se manuseada, causa queimaduras. Então, utilizar EPI ao trabalhar com forno e uma sinalização torna-se imprescindível, indicando perigo de queimadura. A Figura 5.14 apresenta a foto da amostra sendo resfriada ao ar.



Figura 5.14- Foto da amostra sendo resfriada ao ar (Fonte: o autor)

Quanto ao resfriamento rápido a amostra é retirada do forno com a tenaz e levada ao tanque para um banho de óleo ou água. Esse resfriamento é mais acelerado, pois ocorre em meio líquido. Neste tipo de resfriamento os riscos constatados no banho de óleo foram os de acidente como queimadura e incêndio pela emissão de chamas, e no banho de água foi o químico pela emissão de vapores. A utilização de EPI's torna-se imprescindível para a segurança e saúde de

seus discentes. A Figura 5.15 apresenta foto da amostra sendo resfriada em óleo. A Figura 5.16 apresenta foto dos vapores do resfriamento da amostra em óleo.

A Figura 5.17 e 5.18 apresentam respectivamente fotos do resfriamento da amostra em água e vapores deste resfriamento.

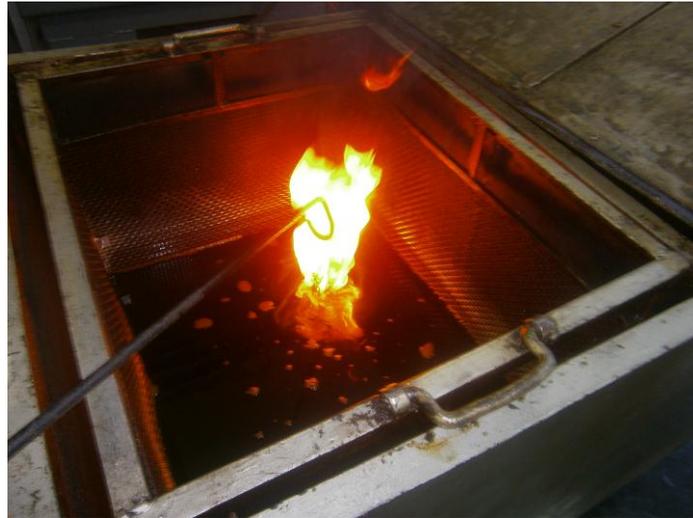


Figura 5.15 – Foto do resfriamento no banho de óleo (Fonte: o autor)

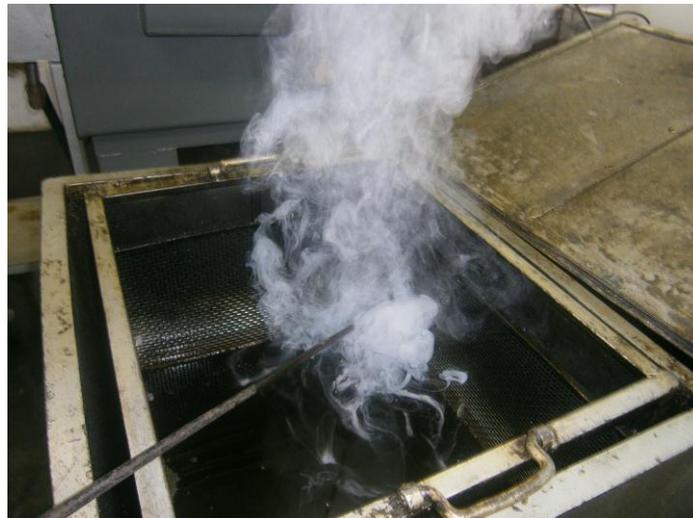


Figura 5.16 – Foto dos vapores provenientes do resfriamento em óleo (Fonte: o autor)



Figura 5.17 – Foto da amostra sendo resfriada em água (Fonte: o autor)



Figura 5.18 – Foto dos vapores do resfriamento da amostra em água (Fonte: o autor)

A NR-06 nos subitens 6.1 e 6.4 direciona a utilização de Equipamento de Proteção Individual (EPI), nesta fase da tarefa os EPI's que devem ser disponibilizados, conforme os riscos constatados e de acordo com a lista do Anexo I da NR-06 são: - EPI PARA PROTEÇÃO DOS MEMBROS SUPERIORES – Luvas para proteção das mãos contra agentes térmicos, EPI PARA PROTEÇÃO DO TRONCO – Vestimentas para proteção contra riscos de origem térmica e EPI PARA PROTEÇÃO DOS OLHOS E FACE – Protetor facial para proteção da face contra riscos de origem térmica.

A NR-14 no subitem, 14.1 esclarece que a construção dos fornos, devem ser sólida e o seu revestimento deve ser constituído de material refratário para que o calor radiante não ultrapasse os limites de tolerância, oferecendo segurança e conforto aos trabalhadores.

A NR-23 nos subitens 23.1, 23.1.1, 23.2, 23.3 e 23.4 vem estabelecer os procedimentos e medidas que as empresas devem possuir na prevenção contra incêndios, informações sobre uso dos equipamentos de combate a incêndio, saída de emergências sinalizadas e desobstruídas.

A NR-26 nos subitens 26.1, 26.1.1 e 26.1.2 elucida sobre a sinalização, através das cores na segurança do trabalho que devem ser adotadas nos locais de trabalho para prevenção de acidentes, delimitando áreas e advertindo contra riscos. A Figura 5.19 apresenta formas de sinalização.



Figura 5.19 – Formas de sinalização (Sinalização, 2014)

**FASE 7 – Revenimento em forno:** esta tarefa representa um tratamento térmico que acompanha outro tratamento térmico, que consiste em reaquecer a amostra retornando com ela ao forno, ou seja, se assemelha a fase de colocação de amostra no forno. Então, constata-se o risco físico, o calor, devido à utilização do forno de resistência com temperaturas elevadas. E na abertura do forno e colocação das amostras no seu interior, pode ocorrer o risco de acidente, vindo ocasionar queimadura e ou queda da amostra. A atenção é essencial nesse procedimento, ao abrir o forno, a porta deve estar bem junto ao corpo para nos proteger da alta temperatura e o uso dos EPI's adequados são indispensáveis.

A NR-14 no subitem, 14.1 vem esclarecer sobre construção dos fornos, que deve ser sólida e o seu revestimento deve ser constituído de material refratário para que o calor radiante não ultrapasse os limites de tolerância, oferecendo segurança e conforto aos trabalhadores.

A NR-06 no subitem 6.1 e 6.4 vem também esclarecer sobre a utilização de Equipamento de Proteção Individual (EPI), nesta fase da tarefa os EPI's que devem ser disponibilizados, conforme os riscos constatados e de acordo com a lista do Anexo I da NR-06 são: - EPI PARA PROTEÇÃO DOS MEMBROS SUPERIORES – Luvas para proteção das mãos contra agentes térmicos e EPI PARA PROTEÇÃO DO TRONCO – Vestimentas para proteção contra riscos de origem térmica e EPI PARA PROTEÇÃO DOS OLHOS E FACE – Protetor facial para proteção da face contra riscos de origem térmica

**FASE 8 – Retirar a amostra no forno:** esta tarefa corresponde a mesma realizada na Fase 4, quanto aos riscos, procedimentos seguros e legislação.

**FASE 9 – Resfriamento da amostra:** nesta fase, o resfriamento da amostra ocorre dentro do forno ou é realizado ao ar, retirando-a do forno com a tenaz e colocando-a sobre um refratário. Constata-se que nesta atividade pode ocorrer o risco de acidente, pelo tempo de exposição da amostra até o seu resfriamento total, pois se for manuseada causa queimaduras. Para tanto, a utilização de uma sinalização adequada é imprescindível para indicar perigo de queimadura.

A NR-26 nos subitens 26.1, 26.1.1 e 26.1.2 esclarece sobre a sinalização, utilização das cores na segurança do trabalho que devem ser adotadas nos locais de trabalho para prevenção de acidentes para delimitar áreas advertindo contra riscos.

**FASE 10 – Desligar o forno:** esta tarefa corresponde a mesma realizada na Fase 5, quanto aos riscos, procedimentos seguros e legislação.

Verifica-se pela descrição das atividades desenvolvidas no Laboratório de Tratamento Térmico que os riscos de acidentes são grandes. Para que as atividades de ensino sejam realizadas de forma segura, torna-se extremamente necessário o desenvolvimento de uma ferramenta educativa, como a elaboração de um Manual de Segurança, que venha fornecer procedimento seguro na realização das atividades de ensino neste Laboratório. O Manual é o assunto do próximo capítulo desta dissertação.

## **6 PRODUTO**

De acordo com o objetivo da presente pesquisa e conforme as diretrizes do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Saúde e do Meio Ambiente foi desenvolvido um produto, no formato de um Manual de Segurança para aulas práticas de laboratório.

### **6.1 Descrição do Produto**

Foi elaborado um Manual de Segurança para Laboratório de Tratamentos Térmicos direcionado aos discentes, com informações para orientar no ensino de engenharia, os procedimentos de segurança na prática de laboratório de tratamentos térmicos.

Desta forma, o conteúdo do manual contém os seguintes itens: Apresentação, 1) Recomendações para utilização do laboratório, 2) Tratamento térmico e suas etapas, 3) Recomendações finais, além da Bibliografia. Na Apresentação destaca-se a importância das atividades de ensino desenvolvida no laboratório de tratamentos térmicos para formação do engenheiro, ressaltam-se os riscos de acidentes decorrentes dessas atividades, as causas que podem levar aos acidentes e suas consequências. Evidencia-se que o objetivo da segurança do trabalho é a prevenção de acidentes, através do cumprimento correto das normas de segurança, pelos seus usuários.

No item 1) Recomendações para utilização do laboratório, apresenta-se as recomendações de ordem pessoal e relacionadas ao laboratório, onde enfatizam-se os procedimentos e normas de segurança para tornar a utilização do laboratório no desenvolvimento das aulas práticas um ambiente seguro e saudável, e estão relacionadas com a determinação dos alunos. Isto significa que conhecer as normas de segurança e negligenciá-las contribui para ocorrência de acidentes, podendo causar danos pessoais, a outros, danos materiais e ambientais.

No item 2) Tratamentos térmicos e suas etapas, define-se o que é tratamento térmico e descrevem-se as etapas das práticas de ensino dos tratamentos térmicos mais usuais realizados no laboratório: recozimento, normalização, têmpera e revenimento. Identificam-se os riscos e descreve-se o processo seguro na realização dessas práticas, baseado na legislação brasileira, através das Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho.

No item 3) Recomendações finais, evidencia-se que a segurança no laboratório é um dever e está baseada na responsabilidade e determinação de seus usuários. A divulgação e obediência dos procedimentos e normas de segurança do trabalho, mantém a vida e o ambiente saudável garantindo a qualidade do ensino.

O manual foi confeccionado no tamanho de 14,8 x 21cm<sup>2</sup> com impressão em papel AP 90gr, plastificado e encadernado em espiral, junto ao manual acompanham placas para sinalização de segurança. A sua construção foi desenvolvida a partir de uma linguagem simples e acessível, visando transmitir normas e procedimentos de segurança no processo das práticas de ensino do laboratório de tratamentos térmicos da EEIMVR (Escola de Engenharia Industrial Metalúrgica de Volta Redonda) e direcionado aos discentes usuários deste laboratório.

Segundo Echer (2005), na construção do manual torna-se necessário a seleção das informações que realmente são importantes para constar em seu conteúdo, porque ele precisa ser atrativo, objetivo, não pode ser muito extenso, mas deve dar uma orientação significativa sobre o tema a que se propõe, precisa ser de fácil compreensão, para que as pessoas sintam-se estimulados a lê-lo.

Este manual foi desenvolvido para o ensino aprendizagem, com objetivo transmitir de forma clara e objetiva um embasamento legal da Segurança e Medicina do Trabalho no Curso de Engenharia, para que os leitores tenham facilidade no entendimento dos fatores relacionados à temática.

O manual será utilizado nas aulas práticas das disciplinas de Microestrutura e Tratamentos Térmicos I e Microestrutura e Tratamentos Térmicos II e servirá como ferramenta educativa. Além disso, ficará à disposição para consulta dos alunos no

Laboratório de Tratamentos Térmicos, orientando para realização de forma segura as práticas de ensino. A sua leitura é fácil, clara e objetiva para consulta rápida, e o seu conteúdo deverá facilitar a aprendizagem da prevenção de acidentes e instrumentalizar para intervenção na realidade.

### 6.1.1 Manual de Segurança para Laboratório de Tratamentos Térmicos

Este manual foi elaborado visando ensinar aos discentes os procedimentos corretos para evitar acidentes e aplicá-los no processo das práticas de ensino laboratorial.

Como primeira etapa de elaboração pensou-se na criação de personagens cuja identidade tivesse afinidade com as características do perfil discente de engenharia, dessa forma facilitando a comunicação textual e visual, tornando-a mais atrativa. Assim, a proposta contempla tanto as questões de gênero (masculino e feminino) quanto à de etnia (branco e negro), conforme Figura 6.1.



Figura 6.1- Personagens contemplando questões de gênero e etnia.

Dando prosseguimento, enfatizam-se no item 1 os procedimentos básicos e essenciais para viabilizar a utilização do laboratório com segurança, que são as recomendações de ordem pessoal e relacionadas ao laboratório, conforme apresentado a seguir.

No primeiro momento, que trata das recomendações de ordem pessoal, apresenta-se a Figura 6.2, como, por exemplo, estar usando vestuário adequado como: calça comprida, calçado de couro fechado e camisa de manga curta ou longa.



Figura 6.2 – Forma de vestuário adequado e inadequado para acesso ao laboratório.

Destaca-se, na Figura 6.3 a proibição do uso de vestuário, seja calça, camisa ou casaco de material sintético: nylon, tactel, etc., visto que este material é inflamável.



Figura 6.3 – Tipo de vestuário inadequado (em material sintético) para acesso ao laboratório.

Na Figura 6.4, ressalta-se que não se deve usar lente de contato durante trabalhos laboratoriais, pois pode causar lesões nos olhos.

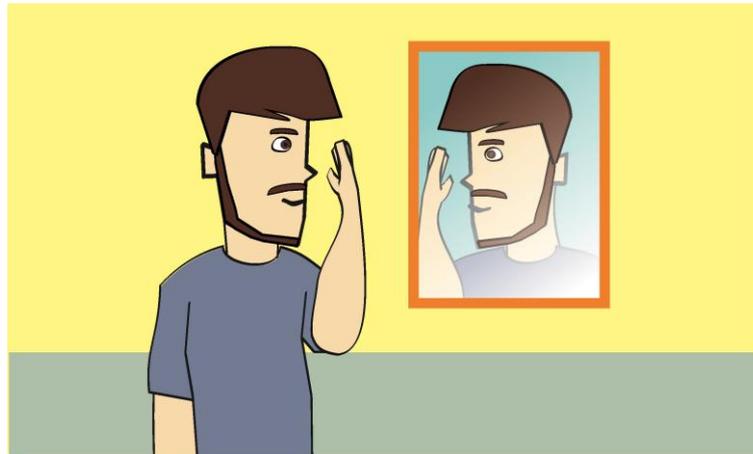


Figura 6.4 – Recomendação para não utilizar lentes de contato durante atividades laboratorial.

Na Figura 6.5, enfatiza-se que se deve estar consciente de que brincadeiras e/ou conversas paralelas em hora inadequada, podem ocasionar acidentes.



Figura 6.5 – Recomendação de não haver conversa paralela durante a aula prática.

Na Figura 6.6, destaca-se à proibição de levar alimentos ou bebidas para o laboratório, sob risco de distração e ocorrência de acidente.



Figura 6.6 - Proibição de levar alimentos e bebidas para o laboratório.

Na Figura 6.7, enfatiza-se a proibição de fumar no laboratório, sob risco de distração e ocorrência de acidente.



Figura 6.7 – Proibição de fumar no laboratório.

Num segundo momento, dentre as recomendações relacionadas ao uso do laboratório, enfatiza-se que é indispensável o uso de Equipamento de Proteção Individual (EPI) adequados para realização das atividades, para segurança pessoal, ou seja, para proteger a saúde e a integridade física, conforme apresentado na Figura 6.8.

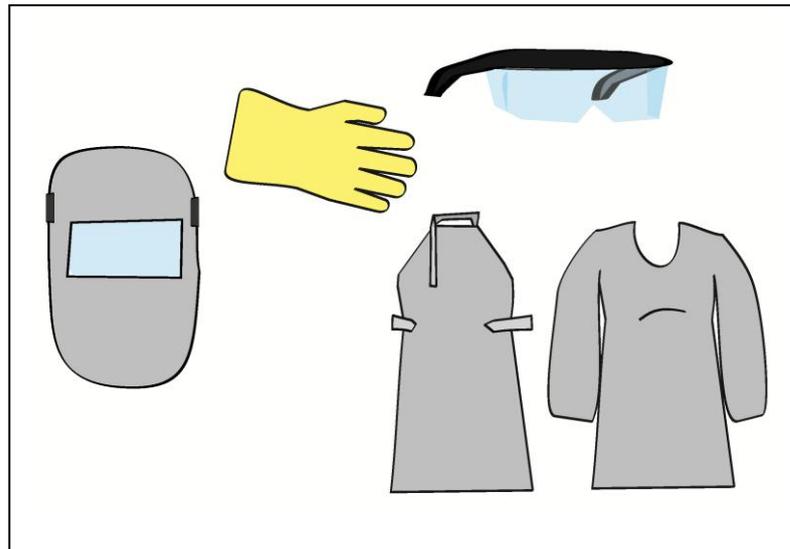


Figura 6.8 - EPI's adequados para realização das aulas práticas no laboratório.

Destaca-se na Figura 6.9, que é de responsabilidade do usuário zelar pela conservação e manutenção dos EPI's, equipamentos e materiais, para que outros ou o mesmo usuário encontre em bom estado de uso, uma próxima vez.



Figura 6.9 – Necessidade de conservação dos EPI's utilizados nas aulas práticas.

Evidencia-se na Figura 6.10, a necessidade de concentração para realização das atividades, e da realização com paciência e sem pressa, para evitar acidentes.

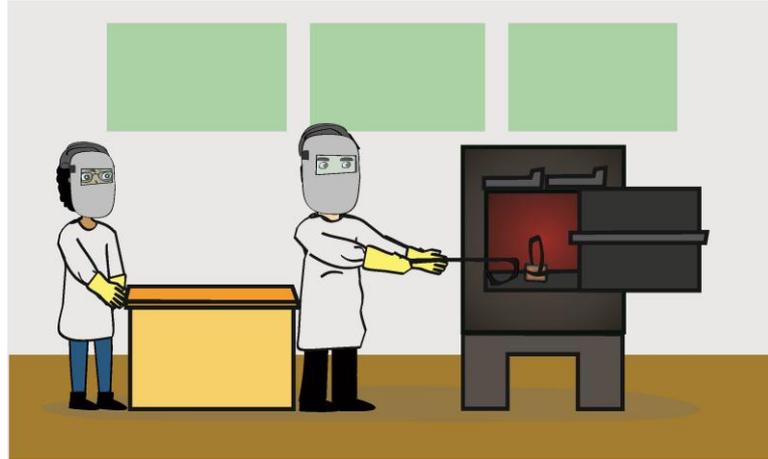


Figura 6.10 - Concentração para realização da atividade prática no laboratório.

Ressalta-se na Figura 6.11, a importância de tirar as dúvidas, antes de iniciar a atividade prática, conhecendo o seu roteiro, sabendo quais equipamentos e materiais serão utilizados, para que qualquer interrupção/distração não venha ocasionar acidente.



Figura 6.11 - Importância de tirar as dúvidas antes do início da atividade prática.

Enfatiza-se na Figura 6.12, a importância de conhecer a localização e funcionamento de dispositivos de segurança, como extintores de incêndio, em caso de ocorrência de um acidente, incêndio.



Figura 6.12 – Conhecer a localização de dispositivo de segurança, como extintor de incêndio.

No item 2, abordam-se, as definições e esclarecimentos sobre tratamentos térmicos, que segundo Chiaverini (2008), consiste em um conjunto de operações de aquecimento e resfriamento a que são submetidos os aços, sob condições controladas de temperatura, tempo, atmosfera e velocidade de esfriamento, objetivando alterar as suas propriedades ou conferir-lhes características determinadas. As propriedades dos aços dependem, em princípio, da sua estrutura em função da composição química.

Apresenta-se o processo da prática de ensino dos tratamentos térmicos mais usuais realizados no laboratório de tratamentos térmicos, sendo eles: recozimento, normalização, têmpera e revenimento.

Nessas atividades ocorre a manipulação de peças de aço de tamanho não muito grande, que são inseridas nos fornos, já aquecidos à temperatura própria do tratamento térmico, dentro de caixa metálica, ou não, recoberta por cavaco de ferro fundido, e com a tenaz retiram-se estas peças dos fornos. Dependendo do tipo de tratamento térmico, as peças podem ser resfriadas de diferentes formas.

Evidenciam-se ainda, na realização dessas etapas dos tratamentos térmicos a presença de diversos fatores de riscos que podem ocasionar acidentes. A partir da presença dos fatores de riscos, foi abordado o processo seguro de trabalho,

caracterizando qual o procedimento deve ser adotado para que a operação seja realizada com segurança. As etapas foram detalhadas para facilitar a compreensão.

Enfatiza-se na etapa ligar e desligar o forno, o risco de acidente, e está diretamente relacionado com a eletricidade, deve-se ter atenção no painel de acionamento, de acordo com a Figura 6.13.

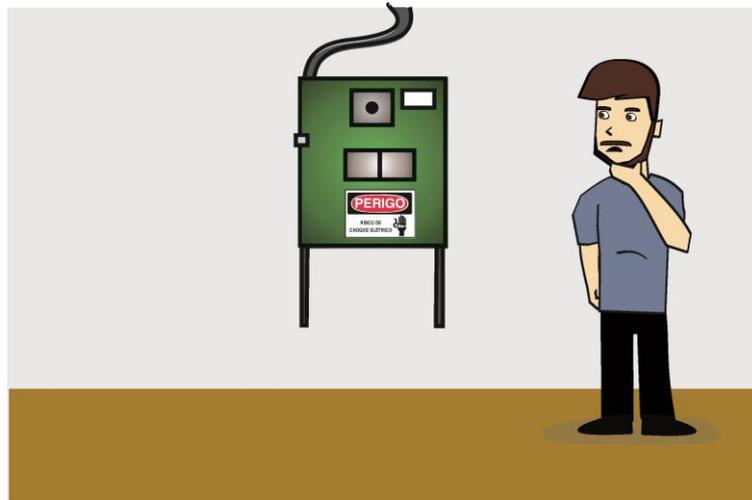


Figura 6.13 – Na etapa ligar e desligar o forno deve-se ter atenção ao painel de acionamento.

Destaca-se na etapa preparar a amostra, o risco de acidente. Ele diz respeito ao manuseio do arame para amarrar a amostra e ao cavaco de ferro fundido. Nesta tarefa os EPI's adequados devem ser utilizados, conforme Figura 6.14.



Figura 6.14 – Na etapa preparar a amostra deve-se utilizar EPI's adequados.

Quanto a etapa colocar e retirar a mostra do forno deve-se ter atenção ao risco físico, o calor, pela utilização do forno de resistência com temperaturas elevadas. E também, ao abrir o forno para a colocação e retirada das amostras do seu interior, pode ocorrer o risco de acidente, vindo ocasionar queimadura e ou queda da amostra, deve-se estar utilizando os EPI's adequados, conforme Figura 6.15.

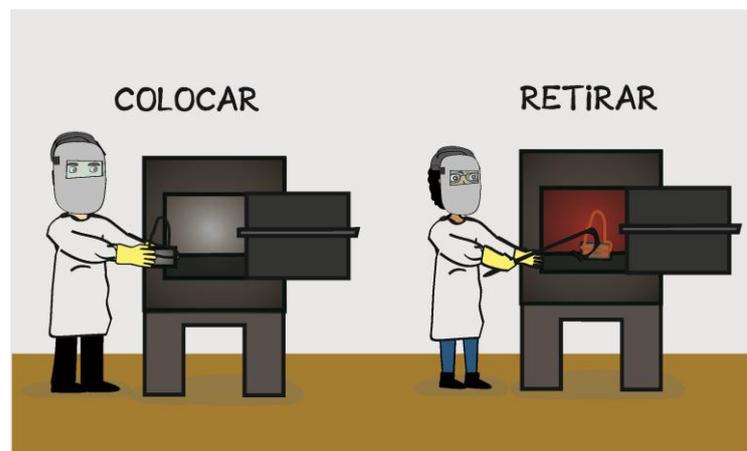


Figura 6.15 – Na etapa colocar e retirar amostra do forno deve-se ter atenção e utilização de EPI's adequados.

E ainda, na etapa que aborda resfriamento da amostra, este pode ser realizado de três formas.

Observa-se no resfriamento lento, conforme Figura 6.16, a amostra é mantida no ambiente do forno após este ser desligado, a temperatura do forno em operação varia de 500°C a 850°C, desta forma a amostra resfria ao mesmo tempo que o forno. Nesta fase o risco existente é de acidente, pois mesmo desligado, o forno e a amostra no seu interior se mantêm aquecidos por um determinado período até seu resfriamento total, e se manuseados, podem causar queimaduras, para tanto é necessário que o forno não seja aberto, utilizando como procedimento seguro a sinalização para essa não abertura.

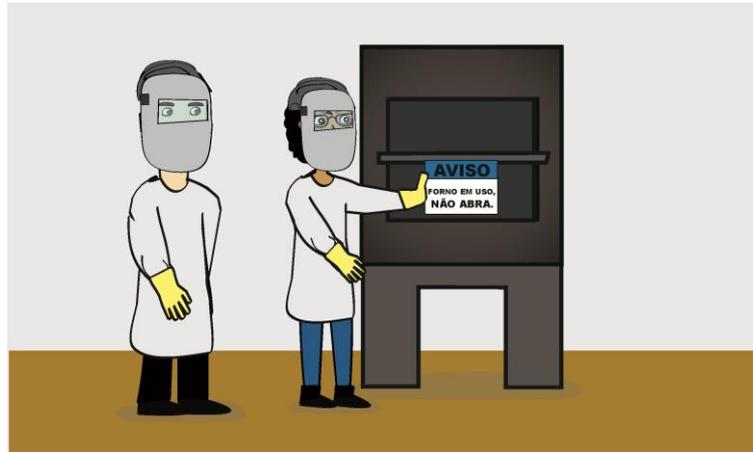


Figura 6.16 – No resfriamento lento utilizar sinalização de segurança.

Ressalta-se no resfriamento moderado, que a amostra é colocada sobre um refratário, sendo o resfriamento realizado ao ar, na temperatura ambiente de aproximadamente 25°C. Nesta fase, o risco de acidente é eminente, já que a amostra fica exposta e se manuseada, causa queimaduras. Então, utilizar sinalização de segurança torna-se imprescindível, indicando atenção para peça quente, conforme Figura 6.17.

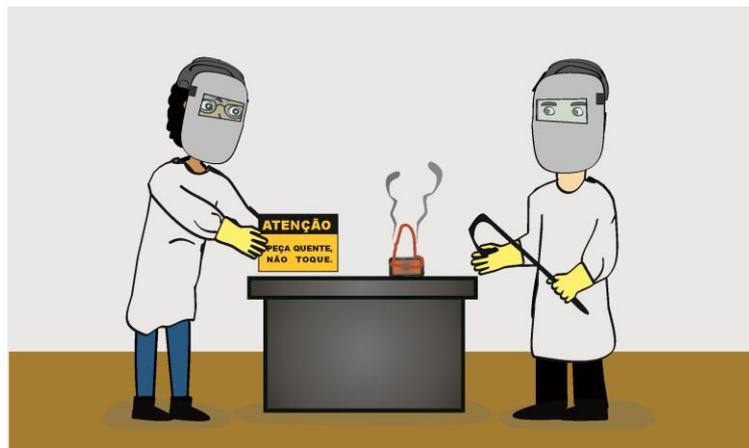


Figura 6.17 – No resfriamento moderado utilizar sinalização de segurança.

No resfriamento rápido, a amostra é levada ao tanque para um banho de óleo ou água. Esse resfriamento é mais acelerado, pois ocorre em meio líquido. Neste tipo de resfriamento os riscos no banho de óleo são os de acidente como queimadura e incêndio pela emissão de chamas, e no banho de água é o químico

pela emissão de vapores. A utilização de EPI's torna-se imprescindível para a segurança e saúde dos discentes, conforme Figura 6.18.

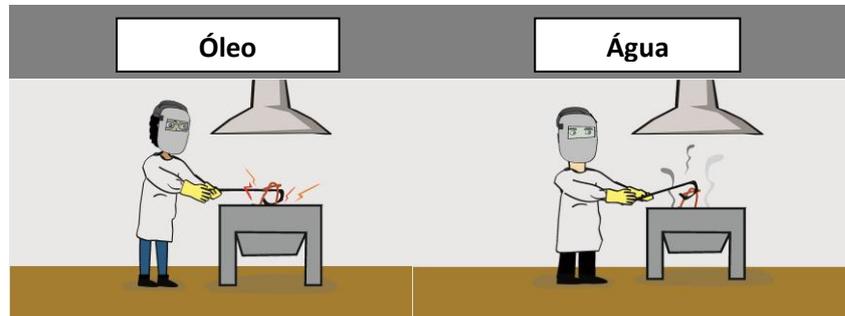


Figura 6.18 – No resfriamento rápido deve-se utilizar EPI's adequados.

A construção e abordagem do processo seguro de trabalho foram embasadas na legislação de segurança do trabalho, conforme preconiza-se nas Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho, normalizando as práticas de ensino, para tanto, utilizou-se referências bibliográficas para dar o suporte teórico e legal.

Nas recomendações finais, define-se que a segurança é um dever e responsabilidade de todos. Devem-se unir esforços para divulgar e obedecer aos procedimentos e normas de segurança do trabalho, com a finalidade de manter saudável a vida, o ambiente e garantir a qualidade do ensino.

### 6.1.2 Placas para Sinalização de Segurança

Na realização da análise de riscos realizada no Laboratório de Tratamentos Térmicos, verificou-se a necessidade de identificar ações, para que os discentes hajam de forma segura. Assim, três tipos de placas foram desenvolvidos com esta finalidade, como integrantes do processo seguro de trabalho.

No desenvolvimento do manual, as placas de sinalização foram elaboradas para a minimização ou eliminação de riscos dos discentes no Laboratório de Tratamentos Térmicos e contribuir para a prática preventiva no ambiente laboratorial.

Na Figura 6.19 apresenta-se a placa de sinalização “PERIGO”, com a finalidade de chamar a atenção dos alunos, quanto a risco de choque elétrico, ao manusear o painel de acionamento.

Esta placa foi confeccionada em plástico adesivado, com impressão colorida, para ser fixada no painel de acionamento do Forno no Laboratório de Tratamentos Térmicos.



Figura 6.19 – Placa “PERIGO” para o painel de acionamento do forno.

Na Figura 6.20 apresenta-se a placa de sinalização “AVISO”, com a finalidade de chamar a atenção dos alunos, quando a amostra estiver resfriando dentro do Forno desligado, para a realização do resfriamento lento, e este não deve ser aberto.

Esta placa foi confeccionada em plástico adesivado, com impressão colorida e fixada em suporte metálico no tamanho 14x20cm<sup>2</sup>. Esta placa deve ser utilizada sobre o forno que está realizando tratamento térmico da amostra. É importante ressaltar que o forno só pode ser aberto e a amostra só deve ser retirada do forno pelo usuário ou alguém por ele designado, para que o tratamento térmico seja realizado de acordo com o procedimento solicitado.



Figura 6.20 – Placa de sinalização “AVISO”.

Na Figura 6.21 apresenta-se a placa de sinalização “ATENÇÃO”, com a finalidade de chamar a atenção dos alunos, quando a amostra estiver sujeito ao resfriamento moderado, ou seja, retirada do forno e colocada sobre um refratário para resfriar ao ar. Após algum tempo da amostra ser retirada do forno, ela perde a vermelhidão, mas ainda assim, continua com elevada temperatura, provocando queimaduras caso seja manuseada.

Esta placa foi confeccionada em plástico adesivado, com impressão colorida e fixada em suporte metálico no tamanho 14x20cm<sup>2</sup>. Esta placa será utilizada ao lado da amostra que está sobre o refratário.



Figura 6.21 - Placa de sinalização "ATENÇÃO".

Portanto, o manual foi elaborado, tendo como base análise de riscos feita no Laboratório Tratamentos Térmicos e as pesquisas realizadas. Neste manual, com 18 páginas, apresentam-se 18 figuras com textos explicativos. Além do manual, placas foram desenvolvidas para serem utilizadas no Laboratório de Tratamentos Térmicos eliminando os riscos de acidente pelos discentes em suas práticas.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho de pesquisa realizado permitiu evidenciar a importância da utilização do Manual de Segurança, como forma de aprendizagem da prática preventiva de acidentes, na realização das atividades de ensino no laboratório de tratamentos térmicos, a fim de possibilitar melhor qualidade ao ensino de graduação de engenharia.

Como visto, o ensino de engenharia, conforme seus pressupostos metodológicos e de legislação, traz a importância de associar teoria à atividade prática, objetivando o desenvolvimento do aluno e preparando-o para o exercício profissional. Mas, na realização dessas atividades práticas no laboratório são inúmeros e significativos os riscos de acidentes, do ponto de vista da Segurança e Medicina do Trabalho, em decorrência da utilização de equipamentos e ferramentas que representam perigo em potencial.

Assim, através da construção do Mapa de Risco, realizado no laboratório de tratamentos térmicos, permitiu constatar a presença de diversos agentes de riscos no processo das práticas de ensino. Os resultados obtidos na construção do Mapa de Risco proporcionaram a análise dos procedimentos seguros, de acordo com a legislação vigente.

Essa análise foi embasada na legislação brasileira que abrange um conjunto de medidas técnicas e administrativas sobre procedimentos, que são ações obrigatórias relacionados à Segurança e Medicina do Trabalho no Brasil. Estas medidas técnicas são fornecidas e legalizadas através das Normas Regulamentadoras (NR).

Portanto, evidenciou-se que essas medidas técnicas, administrativas e educacionais devem balizar a segurança nas práticas de ensino no laboratório de tratamentos térmicos. E, constatou-se que esses requisitos técnicos e legais de segurança do trabalho integrem as práticas de ensino no laboratório. Assim, na realização desta pesquisa verificou-se a grande necessidade de utilização de

manual contendo procedimentos de segurança, dando orientação significativa nas atividades de ensino, uma vez que, no laboratório abordado neste estudo não possui a normalização dos procedimentos de segurança, de forma descritiva, conforme a legislação vigente. Com este objetivo foi elaborado um manual de procedimentos de segurança, para garantir condições seguras e saudáveis na execução das atividades práticas do laboratório, proporcionando qualidade ao ensino.

Diante do exposto, o manual elaborado é uma ferramenta educativa, de modo a contribuir de forma concreta para o processo de aprendizagem da prática preventiva de acidentes, promoção da saúde e segurança, bem como preservação de bens materiais e ambientais, instrumentalizando para intervenção na realidade.

A utilização do manual contribuirá para o fortalecimento de uma cultura preventiva no ambiente universitário e para a formação técnica e humana do futuro engenheiro, que se tornará disseminador dessa cultura preventiva em seu ambiente de trabalho.

Acredita-se que a Universidade é o elo responsável em promover uma educação de qualidade através do desenvolvimento do espírito científico e do pensamento reflexivo, visando a formação técnica e humana dos alunos, para que ao se tornarem engenheiros, carreguem o compromisso de disseminarem o conhecimento adquirido, para melhoria da qualidade de vida da sociedade.

## REFERÊNCIAS

ANUÁRIO BRASILEIRO DE PROTEÇÃO – ABP, 2010. Dados Globais. Disponível em, <http://www.segurancaotrabalho.eng.br/estatisticas/estacidmundo.pdf>, acesso em 01/11/ 2012.

BAZZO, W.A.; PEREIRA, L.T.V. *Introdução à engenharia*. 5. ed. Florianópolis: UFSC, 1997.

BIOS, (2012). Disponível em: <http://bios2.wikispaces.com/Riscos+em+Laborat%C3%B3rio>, acessado em 21/11/2012.

BRANDÃO, C. *Acidente do trabalho e responsabilidade civil do empregador*. 2. ed. São Paulo: LTr, 2006.

BRASIL, (1978). Ministério do Trabalho. Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978, NR 09. Brasília: Diário Oficial da República Federativa do Brasil, em 6/7/1978.

BRASIL. Portaria nº 25 de 29 de dezembro de 1994 do MTE. Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho. Altera a redação da NR-9, riscos ambientais da NR-5 e da NR-16. *DOU*, Brasília, DF, 30/12/94, Seção 1 – p. 21.280 a 21.282, Republicada em 15/12/95, Seção 1, p. 1.987 a 1.989, 2012.

BRASIL Portaria N.º 382 de 21 de maio de 2013, do MTE.Secretaria de Inspeção do Trabalho. Disponibiliza para consulta pública o texto técnico básico de criação da Norma Regulamentadora sobre Segurança e Saúde em Plataformas de Petróleo. *DOU* de 22/05/2013 - Seção1. Disponível em: <http://portal.mte.gov.br/data/files/FF808081454D7679014593D2AE831AE5/Portaria>

%20n.%C2%BA%20382%20%28Consulta%20P%C3%BAblica%20NR-  
Plataformas%29%20-%20com%20texto.pdf, acesso em 19/06/2014.

CERVO, A.L.; BERVIAN, P.A. *Metodologia científica: para uso dos estudantes universitários*. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1983.

CHIAVERINI, V. *Aços e Ferros Fundidos: características gerais, tratamentos térmicos, principais tipos*. São Paulo: ABM, 7.ed., 2008.

COSTA, M.A.F.; COSTA, M.F.B. *Metodologia da Pesquisa: conceitos e técnicas*. 2.ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2009. 203 p.

CUNHA, F. M. *A formação do engenheiro na área humana e social: um estudo de caso no curso de engenharia industrial elétrica do CEFET-MG*. 1999. Dissertação (Mestrado em Tecnologia - Área de concentração em Educação Tecnológica) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1999.

DOURADO, L. Trabalho prático (TP), Trabalho laboratorial (TL), Trabalho de campo (TC) e Trabalho experimental (TE) no ensino das ciências – contributo para clarificação dos termos. In: VERÍSSIMO, A.; PEDROSA, M. A.; IBEIRO, R (Org). *Ensino experimental de las ciências: (Re)pensar o ensino de ciências*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário, 163 p, 2001.

ECHER, I.C. Elaboração de manuais de orientação para o cuidado em saúde. *Revista Latino-americana de Enfermagem*, v.5, n.13, p. 754-7, set./out. 2005.

EPI, (2014). Óculo de proteção. Disponível em: [https://www.google.com.br/search?q=epi&client=firefox-a&rls=org.mozilla:pt-BR:official&channel=np&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=IAb5U8z2MsKgyQT\\_goHgBA&ved=0CEYQsAQ&biw=1280&bih=671](https://www.google.com.br/search?q=epi&client=firefox-a&rls=org.mozilla:pt-BR:official&channel=np&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=IAb5U8z2MsKgyQT_goHgBA&ved=0CEYQsAQ&biw=1280&bih=671). Acessado em: 07-07-2014.

FERREIRA, N. C. *Proposta de Laboratório para a Escola Brasileira: um ensino sobre a instrumentalização no ensino médio de Física*. 1978. 138 f. Dissertação de Mestrado – Instituto de Física – Faculdade de Educação, USP, São Paulo, 1978.

FIGUEIREDO, G.J.P.. *Direito ambiental e saúde dos trabalhadores*. 2. ed. São Paulo: LTr, 2007.

FONSECA, R.T.M. *Saúde mental para e pelo trabalho*. *Génesis*, Curitiba, v.21, n. 123, p.335-398, mar. 2003.

FUNDACENTRO. *A segurança e medicina do trabalho na construção civil*. São Paulo: Fundacentro, 216 p., 1980.

GERHARDT, T.E.; RAMOS, I.C.A.; RIQUINHO, D.L.; SANTOS, D.L. Estrutura do projeto de pesquisa. *In*: GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. (Org). Métodos de pesquisa; Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre. Editora da UFRGS, 2009. 120 p.

KAWAMURA, L. K. *Engenheiro: trabalho e ideologia*. 2. ed. São Paulo: Ática, 1981.

LAUDARES, J.B.; RIBEIRO, S. Trabalho e Formação do Engenheiro. *Revista Brasileira Estudos Pedagógicos*. v. 81, n. 199, set./dez. 2000. Disponível em: <<http://www.rbep.inep.gov.br/index.php/RBEP/article/viewFile/135/135>>. Acesso em: 20/11/2012.

LEITE, L. Contributos para utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino de ciências. *In*: CAETANO, H. V.; SANTOS, M.G. (Org). *Cadernos Didáticos de Ciências*, 1. Lisboa: Departamento Ensino Secundário, p. 79-97, 2001.

MANUAL DE PREVENÇÃO DE ACIDENTE DA EEIMVR, Universidade Federal Fluminense, 1ª ed., 2007.

MATTOS, U.A.O.; QUEIROZ, A.R. Mapa de Risco. *In: Biossegurança: Uma abordagem multidisciplinar*, Teixeira, P.; Valle, S. (Org). Rio de Janeiro, Fiocruz, 1996.

MATTOS, U.A.O.; SIMONI, M. *Roteiro para Construção de Mapa de Risco*. Rio de Janeiro. Cesteh / Fiocruz – COPPE/UFRJ, apost., 1993. 17p.

MEC, 2012. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2&Itemid=171](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=2&Itemid=171), acessado em 29/11/2012.

MELO, R.S. *Direito ambiental do trabalho e a saúde do trabalhador*. 4. ed. São Paulo: Ltr, 2010.

MENDES, R. *Patologia do trabalho*. 2. ed. São Paulo: Ateneu, 2003.

MENDES, R.; DIAS, E.C. Da medicina do trabalho à saúde do trabalhador. *Revista de Saúde Pública, São Paulo*, v. 25, n.5, p. 341-349, 1991.

OLIVEIRA. S.G. *Proteção jurídica à saúde do trabalhador*. 5. ed. São Paulo: LTr, 2010.

PRADO JUNIOR, C. *História Econômica do Brasil*. 23. ed. São Paulo: Brasiliense, 1980.

RAUPP, F.M.; BEUREN, I.M.. Metodologia da pesquisa aplicável às Ciências Sociais. *In: BEUREN, Ilse Maria. (Org). Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática*. São Paulo, 2003, v.1, p.76-97.

RIBEIRO, A.L. *Gestão de Pessoas*. São Paulo: Saraiva, 2005.

RIBEIRO, M.S.; FREITAS, D.S.; MIRANDA, D.E. O ensino de laboratório de física na UEMS: considerações teórico-pedagógicas. *Sitientibus*, Feira de Santana, n.16, p.123-130, jan./jun. 1997.

ROSA, C.W.; ROSA, A.B. O ensino de física na universidade de Passo Fundo: uma investigação nos objetivos das atividades experimentais. *EDUCERE*, Ano11, nº37, Abril - Maio - Junho, pp.327–332, 2007.

SALVUCCI, M.; PERES, M.R. Laboratório de ensino da faculdade de educação: iniciando o processo de implantação. *Revista Teoria e Prática da Educação*, v.9, n.1, p.127-135, jan./abr. 2006.

SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO. Manuais de Legislação Atlas. 70ªed. São Paulo: Editora Atlas, 2012.

SERÉ, M.G.; COELHO, S.M.; NUNES, A.P.O. O papel da experimentação no ensino da física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.20, n. 1, p. 31-43, 2003.

SESI. *Legislação Comentada: Normas Regulamentadoras de Segurança e Saúde do Trabalhador / Serviço Social da Indústria – SESI*. Salvador: Departamento Regional da Bahia, 2008.

SILVA, A.L.V. da C. e; MEI, P.R. *Aços e ligas especiais*. 2ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

SILVA, J.A.R.O. *A saúde do trabalhador como um direito humano*. São Paulo: LTC, 2008.

SILVA, L.P.P. *Principiologia do direito do trabalho*. 2. ed. São Paulo: LTr, 1999.

SINALIZAÇÃO, (2014). Disponível em:  
[https://www.google.com.br/search?q=formas+de+sinaliza%C3%A7%C3%A3o+de+seguran%C3%A7a&client=firefox-a&hs=gkz&rls=org.mozilla:pt-BR:official&channel=np&tbm=isch&imgil=wU0JP0YRIrUZ1M%253A%253BM1QfFnlTOFxscM%253Bhttp%25253A%25252F%25252Friscaorisco.blogspot.com%25252F2012%25252F06%25252Fsinalizacao-de-seguranca-e-de.html&source=iu&usg=\\_W\\_y2FGzKF5WZalti74JpZRJI8rE%3D&sa=X&ei=4QP5U-edDJedygT2moHQBQ&ved=0CEgQ9QEwBQ&biw=1280&bih=671#facrc=\\_&imgdii=\\_&imgrc=wU0JP0YRIrUZ1M%253A%3BM1QfFnlTOFxscM%3Bhttp%253A%252F%252F2.bp.blogspot.com%252F-82QHICcOVAc%252FT8zi6NANjDI%252FAAAAAAAAAAXM%252Fuk02VP6g2\\_Y%252Fs1600%252F2.png%3Bhttp%253A%252F%252Friscaorisco.blogspot.com%252F2012%252F06%252Fsinalizacao-de-seguranca-e-de.html%3B302%3B440](https://www.google.com.br/search?q=formas+de+sinaliza%C3%A7%C3%A3o+de+seguran%C3%A7a&client=firefox-a&hs=gkz&rls=org.mozilla:pt-BR:official&channel=np&tbm=isch&imgil=wU0JP0YRIrUZ1M%253A%253BM1QfFnlTOFxscM%253Bhttp%25253A%25252F%25252Friscaorisco.blogspot.com%25252F2012%25252F06%25252Fsinalizacao-de-seguranca-e-de.html&source=iu&usg=_W_y2FGzKF5WZalti74JpZRJI8rE%3D&sa=X&ei=4QP5U-edDJedygT2moHQBQ&ved=0CEgQ9QEwBQ&biw=1280&bih=671#facrc=_&imgdii=_&imgrc=wU0JP0YRIrUZ1M%253A%3BM1QfFnlTOFxscM%3Bhttp%253A%252F%252F2.bp.blogspot.com%252F-82QHICcOVAc%252FT8zi6NANjDI%252FAAAAAAAAAAXM%252Fuk02VP6g2_Y%252Fs1600%252F2.png%3Bhttp%253A%252F%252Friscaorisco.blogspot.com%252F2012%252F06%252Fsinalizacao-de-seguranca-e-de.html%3B302%3B440).  
 Acessado em: 07-07-20104.

SOARES, M.V. (2009). *Biossegurança: Proposta para o curso de odontologia do Centro Universitário de Volta Redonda – Fundação Oswaldo Aranha*. Dissertação de Mestrado Profissional do Centro Universitário de Volta Redonda – UNIFOA, do Curso de Pós-Graduação em Ensino Ciência da Saúde o do Meio Ambiente.

SOUSA, R.C. *Biossegurança: promoção de saúde e qualidade de vida em 2004*. Disponível em: <http://www23.embrapa.br>, acesso em 04/11/2012.

TELLES, P. C. S. *História da engenharia no Brasil*. Rio de Janeiro, LTC - Livros Técnicos e Científicos, 1984.

TOLEDO, M.F.; MARQUES, R.C. *Medicina do Trabalho. Proteção: Revista Mensal de Saúde e Segurança do Trabalho*, Novo Hamburgo, Ano 21, p. 96-108, maio 2008.

TRIVIÑOS, A.N.S. *Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo: Atlas, 2006.

VERGARA, S.C. *Métodos de pesquisa em administração*. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2005.

## APÊNDICE

### Solicitação de Autorização para realizar pesquisa na Escola de Engenharia Industrial Metalúrgica de Volta Redonda da UFF



**UniFOA**  
**Centro Universitário de Volta Redonda**  
 Mestrado Profissional em Ensino em Ciências da Saúde e do  
 Meio Ambiente - MECSMA



Carta nº 01/2013

Volta Redonda, 13 de maio de 2013.

À Diretora da Escola de Engenharia Industrial Metalúrgica de Volta Redonda

Assunto: Autorização para realizar pesquisa

Prezada Professora

Solicitamos a V.Sa. autorização para realização da pesquisa do **Mestrado Profissional em Ensino em Ciências da Saúde e do Meio Ambiente**, do Programa de Pós-Graduação do Centro Universitário de Volta Redonda (UNIFOA). A pesquisa intitulada "ELABORAÇÃO DE MANUAL DE PROCEDIMENTOS DE SEGURANÇA PARA LABORATÓRIO DE ENSINO DE ENGENHARIA", orientada pela Profa. Dra. Rosana Ravaglia, com início previsto para maio de 2013.

Para tanto, solicitamos a permissão para visitas ao Laboratório de Tratamento Térmico com objetivo de realizar um estudo de caso no referido Laboratório desta Instituição. Lembramos que agendaremos de acordo com a disponibilidade do técnico responsável pelo Laboratório da Instituição, de modo a não atrapalhar a rotina acadêmica.

E ainda, pedimos a possibilidade de disponibilizar os documentos pertinentes ao Laboratório, que contenham as informações que contribuam para nosso estudo.

Desde já, agradecemos a atenção dispensada ao nosso pedido e colocamo-nos à disposição para quaisquer esclarecimentos.

Silvana Valitutto Duncan Rangel (Mestranda)

Ciente e de acordo

(assinatura e carimbo)

Profª Salete Souza de Oliveira  
 Diretora da EEIMVR  
 SIAPE 2347864

EEIMVR, 13 de Maio de 2013  
 Ao Chefe do Departamento de  
 Engenharia Metalúrgica e Materiais

Para ciência

Ciente e de acordo

14/05/2013

Prof. Renato Dietrich de Azevedo, Jd. Sr.  
 Chefe do Departamento de Engenharia  
 Metalúrgica e Materiais - VMT  
 Matrícula SIAPE: 0304191

Profª Salete Souza de Oliveira  
 Diretora da EEIMVR  
 SIAPE 2347864