

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA NO
TRABALHO**

GUSTAVO ARAÚJO ALVES

**LEVANTAMENTO DOS RISCOS INERENTES AS ATIVIDADES DE UM
LABORATÓRIO DE SÍNTESE DE BIODIESEL E BIOGÁS**

MONOGRAFIA

MEDIANEIRA

2012

GUSTAVO ARAÚJO ALVES

**LEVANTAMENTO DE RISCOS INERENTES AS ATIVIDADES DE UM
LABORATÓRIO DE SÍNTESE DE BIODIESEL E BIOGÁS**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho, da Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. M.sc. Evandro André Konopatzki

MEDIANEIRA

2012



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Medianeira
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Curso de Especialização em Engenharia de Segurança no
Trabalho



TERMO DE APROVAÇÃO
LEVANTAMENTO DE RISCOS INERENTES AS ATIVIDADES DE UM
LABORATÓRIO DE SÍNTESE DE BIODIESEL E BIOGÁS
Por

GUSTAVO ARAÚJO ALVES

Esta Monografia foi apresentada em 08 de dezembro de 2012 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. M.sc. Evandro André Konopatzki
Orientador

Prof. M.Sc. Estor Gnoatto
Coordenador do Curso
Membro da Banca

Prof. M.Sc. Yuri Ferruzzi
Membro da Banca

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Prof. M.sc. Evandro André Konopatzki, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória e a meu redator Rafael Guimarães Amaral.

Aos meus colegas de sala.

A Secretaria do Curso, pela cooperação.

Agradecendo efusivamente à minha família, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

Porque, de modo geral, pode-se dizer que os homens são ingratos, volúveis, fingidos e dissimulados, avessos ao perigo, ávidos de ganhos; assim, enquanto o príncipe agir com benevolência, eles se doarão inteiros [...] os homens têm menos escrúpulos em ofender alguém que se faça amar a outro que se faça temer (Nicolau Maquiavel, 1891).

RESUMO

Alves, Gustavo Araújo. **Levantamento dos riscos inerentes às atividades em um laboratório de síntese de biodiesel e biogás**. 2012. 53. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança no Trabalho) apresentada à Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2012.

Este trabalho tem por objetivo apresentar um estudo das atividades desenvolvidas em um laboratório de síntese de biodiesel e biogás, bem como relacionar estas atividades à Legislação Trabalhista pertinente, objetivando elucidar a quais riscos no ambiente de trabalho estes trabalhadores poderão estar expostos. Muitos trabalhadores da área de laboratórios químicos estão expostos a riscos químicos, físicos, ergonômicos, justifica-se então desta maneira a elaboração de uma avaliação sobre a quais riscos estão expostos esta classe de trabalhadores e quais medidas podem ser tomadas para evitar que os mesmos estejam em contato ou venham a desenvolver doenças laborais.

Palavras-chave: Laboratório de síntese de biodiesel e biogás. Ambiente de Trabalho. Legislação Trabalhista. Riscos químicos, físicos e ergonômicos.

ABSTRACT

Alves, Gustavo Araújo. **Survey of the risks inherent of activities in a laboratory synthesis of biodiesel and biogas**. 2012. 53. Monograph (Specialization in Engineering Safety at Work) submitted to Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2012.

This paper aims to present a study of the activities performed in a laboratory synthesis of biodiesel and biogas and relate these activities relevant Legislation Labor, which aimed to elucidate the risks in the workplace these workers might be exposed. Many workers in the labs of chemists be in area at risk chemists, physicists, ergonomics, justified this way then the elaboration of an evaluation on which be in risks of workers exposed this class and what measures can be taken to prevent them are in contact or will develop diseases labor.

Keywords: Laboratory synthesis of biodiesel and biogas. Workplace. Legislation Labor. Risks chemists, physicists and ergonomics.

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

LISTA DE ABREVIATURAS

Art. Artigo

LISTA DE SIGLAS

ABIEPCS	Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
PPRA	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
PCMSO	Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional
SESMT	Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho

LISTA DE ACRÔNIMOS

DQO	Demanda Química de Oxigênio
DBO	Demanda Biológica de Oxigênio
CLT	Consolidação das Leis Trabalhistas
EPI	Equipamento de Proteção Individual
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
NR	Norma Regulamentadora

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Etapas de um Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional.	20
Figura 2 – Reator de produção de biogás.	45
Figura 3 – Captor tipo fresta com exaustão	46
Figura 4 – Tubulação de gases.	47
Figura 5 – Mesa para com computador para tratamento de dados.	49
Figura 6 – Ar condicionado.	51
Figura 7 – Vidrarias utilizadas nos procedimentos.	52
Figura 8 – Cuba para lavagem de vidrarias.	53
Figura 9 – Iluminação de saída de emergência.	54
Figura 10 – Saída do laboratório I-34.	55
Figura 11 – Extintor de incêndio.	56

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. OBJETIVOS	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1. LEGISLAÇÕES VIGENTES	15
2.1.1. Legislações de Segurança no Trabalho	15
2.1.1.1. Programas de prevenção de risco de acidentes de trabalho.....	19
2.2. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL	21
2.2.1. Análise dos Resíduos Gerados da Indústria de Abate	23
2.2.2. Biocombustíveis	24
2.2.3. Produção de Biodiesel.....	24
2.2.4. Produção de Biogás	26
2.3. PROCESSOS DE TRABALHO EM LABORATÓRIOS.....	26
2.3.1. Trabalhos Realizados nos Laboratórios da UTFPR	27
2.3.1.1. Produção de biodiesel em laboratório	28
2.3.1.2. Produção de biogás em laboratório.....	28
2.4. RISCOS INERENTES DAS ATIVIDADES NOS LABORATÓRIOS DA UTFPR.....	29
2.4.1. Riscos físicos	30
2.4.1.1. Ruído.....	30
2.4.2. Riscos Químicos	30
2.4.2.1. Poeiras	31
2.4.2.2. Neblinas	31
2.4.2.3. Gases	32
2.4.2.4. Vapores	32
2.4.3. Riscos Ergonômicos.....	33
2.4.3.1. Iluminação	33
2.4.3.2. Posturas em pé	34
2.4.3.3. Postura sentada	34
2.4.3.4. Temperaturas	35
2.4.3.5. Esforço físico.....	35
2.4.4. Riscos com Alto Índice de Ocorrência.....	35

2.4.4.1. Impactos sofridos	36
2.4.4.2. Quedas	36
2.4.4.3. Incêndio.....	36
2.5. MAPA DE RISCOS	37
3. MATERIAIS E MÉTODOS	38
3.1. RISCOS FÍSICOS	38
3.1.1. Ruídos	38
3.2. RISCOS QUÍMICOS.....	39
3.2.1. Bomba de amostragem	39
3.2.2. Produtos tóxicos, perigosos ou insalubres	40
3.3. RISCOS ERGONÔMICOS	40
3.3.1. Iluminação	40
3.3.2. Postura em Pé.....	41
3.3.3. Postura Sentada.....	41
3.3.4. Temperaturas	42
3.3.5. Esforço Físico.....	42
3.4. RISCOS DE MAIOR ÍNDICE DE OCORRÊNCIA.....	43
3.4.1. Impactos sofridos	43
3.4.2. Quedas.....	43
3.4.3. Incêndio.....	43
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	44
4.1. RISCOS FÍSICOS	44
4.1.1. Ruídos	44
4.2. RISCOS QUÍMICOS.....	44
4.2.1. Bomba de Amostragem.....	44
4.2.2. Produtos Tóxicos, Perigosos ou Insalubres	45
4.3. RISCOS ERGONÔMICOS	47
4.3.1. Iluminação	47
4.3.2. Postura em Pé.....	48
4.3.3. Postura Sentada.....	48
4.3.4. Temperaturas	50
4.3.5. Ventilação.....	50
4.4. RISCOS COM MAIOR ÍNDICE DE OCORRÊNCIA	51
4.4.1. Impactos Sofridos.....	51

4.4.2. Quedas.....	52
4.4.3. Incêndio.....	53
5. CONCLUSÕES.....	57
REFERÊNCIAS.....	58
ANEXOS.....	61
ANEXO I - MAPA DE RISCOS COM AS PRINCIPAIS INCIDÊNCIAS DE RISCOS POR ÁREA DE LABORATÓRIO.....	61

1. INTRODUÇÃO

Os laboratórios de síntese de biodiesel e biogás utilizam o resíduo das indústrias para, dentre outros, a produção de energia. No oeste do Paraná há boa representatividade de indústrias abatedoras (avinos, suínos e bovinos) que produzem como resíduos dejetos e gordura de animais. Tais resíduos, denominados como cargas poluidoras, geram impactos ao meio ambiente.

A busca por alternativas que minimizem os impactos causados pelas cargas poluidoras das empresas, têm acarretado inúmeras pesquisas dentro das instituições de ensino superior, estas pesquisas normalmente apresentam um cunho de reaproveitamento dos resíduos, comumente na forma de energia, sendo que no mercado dos abatedouros as alternativas são a transformação de gordura animal em biodiesel e transformação dos dejetos com alta carga orgânica em biogás. Estas pesquisas são realizadas em laboratórios que necessitam atender requisitos legais, que respeitem adequadamente as leis trabalhistas e também as instruções normativas do Ministério do Trabalho, buscando manter a higiene e segurança dos trabalhadores em sua atividade laboral.

Existem diversos riscos inerentes às atividades de trabalho realizadas em laboratórios, sendo alguns deles: riscos físicos (exposição a ruídos, exposição à temperaturas muito altas ou muito baixas, iluminação inadequada, vibrações, radiações ionizantes e não ionizantes, pressões anormais); riscos químicos (vapores, poeiras, fumos, névoas, gases, compostos ou produtos químicos em geral); riscos biológicos (vírus, bactérias, protozoários, fungos, parasitas, bacilos, entre outros). Desta maneira os trabalhadores destes laboratórios estão expostos a uma grande quantidade de riscos, existindo então a necessidade de se caracterizar quais os riscos presentes nas atividades de laboratório, objetivando a minimização dos impactos causados por estes riscos nos acidentes de trabalho.

1.1. OBJETIVOS

O trabalho presente tem por objetivo realizar um levantamento dos riscos inerentes às atividades de um laboratório de síntese de biogás e biodiesel localizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus - Medianeira.

Determinar a quais riscos (físicos, químicos, ergonômicos e outros riscos de maior ocorrência) os trabalhadores deste laboratório estão expostos.

Determinar através de levantamento qualitativo se os trabalhadores estão expostos a riscos químicos (gás metano, gás sulfídrico e álcool etílico), com a elaboração de mapa de riscos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O grande salto evolutivo da humanidade deriva-se da Revolução Industrial, onde a sociedade teve acesso a inovações tecnológicas e diferentes métodos de produção, naturalmente os métodos de produção estavam e estão pautados no dispêndio de atividades físicas ou intelectuais para elaboração de produtos e serviços, responsável pelo atendimento das necessidades individuais e sociais.

O dispêndio de atividades físicas e intelectuais para elaboração de produtos e serviços é considerado atividade laboral. As atividades laborais são responsáveis pela interação do ser humano com seu ambiente de trabalho, gerando efeitos benéficos e também danosos a quem às realiza.

A busca por atender as infindáveis demandas de bens, produtos, serviços exige incalculáveis quantidades de mão-de-obra e recursos naturais, sendo estes fatores responsáveis pelo aumento da exigência da carga de trabalho e da degradação do ambiente.

A exagerada carga de trabalho empregada a partir do século XIX aos trabalhadores gerou grande quantidade de abstenções e afastamento temporários e permanentes, sendo o principal motivo da mudança da concepção sobre carga de trabalho e também para que fossem criadas maneiras de se evitarem as perdas maciças de trabalhadores, para isto, buscaram-se os meios de defesa buscando garantir melhoria da qualidade do trabalho, sendo criadas então as legislações trabalhistas e suas diretrizes, que serão tratadas especificamente no item 2.1.1.

A observação do nível de degradação ambiental vinda com o advento da indústria, também foi fator preponderante na ameaça à qualidade de vida das populações, estas observações fizeram com que fossem criadas maneiras de se garantir a proteção do meio ambiente, sendo assim foram criadas as legislações ambientais pertinentes à proteção e combate a degradação ambiental. As premissas legais pertinentes ao combate da degradação ambiental principalmente envolvendo a questão da poluição hídrica serão tratadas no item 2.2, correspondendo esta a necessidade de se dar uma adequada destinação aos resíduos industriais, principalmente os resíduos das indústrias de abate.

A questão ambiental tem sido tratada de maneira peculiar na atualidade, sendo que para a manutenção de um ambiente natural saudável se faz necessária à

prática de ações que mitiguem ou diminuam a degradação dos ecossistemas, considerando este conceito podemos entender que pesquisas em áreas como a de energias alternativas são de fundamental importância para a garantia da qualidade de um ambiente saudável. Ampliando o conceito sobre energias alternativas temos a produção de biocombustíveis, materiais essenciais para a diminuição de dependência de fontes não renováveis de energia (um dos principais fatores que colaboram para a degradação ambiental), normalmente os biocombustíveis (item 2.2.2) são elaborados em laboratórios químicos (item 2.3), com matérias-primas advindas de resíduos de processamentos industriais ou mesmo de biomassa gerada da agricultura, pode-se considerar isto como um reaproveitamento de resíduos gerados pelas indústrias ou processos.

O envolvimento de trabalhadores na cadeia de reaproveitamento e tratamento de resíduos está também pautado nas legislações responsáveis por garantir aos colaboradores destas indústrias um ambiente seguro e saudável de trabalho, fazendo-se necessário tratar por quais legislações trabalhistas estes colaboradores estarão sendo regidos.

2.1. LEGISLAÇÕES VIGENTES

2.1.1. Legislações de Segurança no Trabalho

A defesa de um ambiente de trabalho adequado iniciou-se com a formação da indústria atual, ou seja, através da Revolução Industrial. Em contrapartida as legislações específicas, que garantiriam um ambiente de trabalho saudável e higiênico, no Brasil, principalmente data-se de meados da década de 50.

“A Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) foi aprovada pelo Decreto-lei Nº 5.452 em 1º de maio de 1943 [...] a CLT foi o instrumento jurídico inicial do que viria a ser a prática efetiva da prevenção [...], o marco da institucionalização das atividades destinadas à segurança e saúde no trabalho no Brasil” (ZOCCHIO, 2002).

Outras medidas foram tomadas para garantir um meio ambiente de trabalho seguro, como previu o Decreto-lei Nº 7.036 em seu art. 82, que incumbiu os

empregadores de providenciarem a organização de comissões internas para estimular a prevenção de acidentes em seus estabelecimentos. Destaca Zocchio 2002, que o artigo 82 foi o ponto de origem da atual Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (C.I.P.A.), que é hoje a mais tradicional instituição prevencionista no Brasil. Atualmente foram incorporados à norma NR-5 à obrigatoriedade da implantação de uma Comissão Interna de Prevenção de Acidentes.

Preludiando o âmbito mais atual da prevenção de acidentes de trabalho a Constituição Federal da República de 1988 discorreu em vários artigos sobre a proteção do meio ambiente do trabalho, neste contexto afirma Pereira 2005, que a norma insculpida no art. 7º, XXII, da Constituição Federal da República de 1988 que preceitua ser “direito do trabalhador a redução de riscos inerentes ao trabalho, por meio de normas de saúde, higiene e segurança” (BRASIL, 1988). Em tais termos, garante-se ao trabalhador o meio ambiente do trabalho saudável, gerando-se a obrigação do empregador em proporcioná-lo, através da obediência às normas de saúde, higiene e segurança (PEREIRA, 2005).

A Constituição estabeleceu também o dever do empregador de arcar com os adicionais respectivos, na forma da lei, quando for o ambiente insalubre, perigoso ou penoso em seu art. 7º, XXVIII. A partir deste momento ficou-se determinado que o empregador era obrigado a respeitar os regimentos legais para que não sofresse sanções penais por expor seu empregado a atividade inóspita.

Algumas normas criadas visam atender a melhoria na qualidade do trabalho, como a NR-4 que prevê os Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT); como também a NR-6 que prevê o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI), ou mesmo a NR-7 que prevê o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), NR-9 do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA).

Entende-se que um conglomerado de leis, normas, decretos e ações são os responsáveis pela garantia de um ambiente de trabalho saudável e seguro ao trabalhador, obedecendo a estas premissas o empregador é responsável por garantir a qualidade de trabalho seguro aos seus empregados, podendo o mesmo arcar com consequências legais se não o fizer. E fica responsabilizado o empregado por exigir um ambiente saudável e seguro de trabalho.

Certas leis e normas são aplicadas com conceituação geral para qualquer atividade industrial, no entanto, algumas são aplicadas com especificidades a certos

setores de uma indústria ou mesmo a certas atividades. As Normas Regulamentadoras contêm os requisitos técnicos e administrativos mínimos exigidos para a prevenção de acidentes do trabalho e doenças ocupacionais, tanto nas atividades de empresas urbanas como rurais (ZOCCHIO, 2002).

“Os destinatários das normas regulamentadoras serão todas as empresas, equiparados, entes públicos ou sindicatos que tenham sob direção trabalhadores regidos pela CLT ou avulsos” (PEREIRA, 2005).

A NR-1 dispõe que:

“As Normas Regulamentadoras (NR), relativas à segurança e medicina do trabalho, são de observância obrigatória pelas empresas privadas e públicas e pelos órgãos públicos da administração direta e indireta, bem como pelos órgãos dos poderes legislativo e judiciário, que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT)” (BRASIL, 2009).

Ainda legisla sobre ser obrigação de o empregador cumprir e fazer cumprir as disposições legais e regulamentares sobre segurança e medicina do trabalho.

Também como demonstra a NR-5, de 14 de julho de 2011 a obrigatoriedade para empresas privadas, públicas, sociedades de economia mista, órgãos da administração direta e indireta, entre outras, quando regidos pela CLT (Consolidação das Leis trabalhistas), a instalação da CIPA (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes), tendo por objetivo a prevenção de acidentes e doenças decorrentes do trabalho, de modo a tornar compatível permanentemente o trabalho com a preservação da vida e promoção da saúde do trabalhador. Pereira 2005, afirma:

“trata-se, em verdade, de uma comissão representativa, composta por empregados eleitos por seus pares (representantes dos empregados) e por empregados indicados pelo empregador (representantes do empregador), cujo principal papel é fomentar a participação do empregado na política de segurança do trabalho da empresa, de forma a prevenir conscientizar e diminuir os riscos existentes no ambiente laboral”.

Ainda Pereira 2005, denota que:

“Além da participação do empregado na política de segurança adotada pela empresa, a CIPA promove a reunião periódica da representação das partes envolvidas (empregador e empregados) visando à prevenção de acidentes e formando, ao menos em tese, uma conjugação de esforços na prevenção de infortúnios”.

A NR-6 de 8 de dezembro de 2011, que trata dos equipamentos de proteção individual, a serem utilizados pelo trabalhador para a neutralização dos riscos inerentes ao trabalho que exerce. Esta norma considera Equipamentos de Proteção Individual (EPI), como todo dispositivo ou produto, de uso individual pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e saúde no trabalho. Sendo assim prevê a NR-6 que:

“A empresa é obrigada a fornecer aos empregados, gratuitamente, EPI adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento, nas seguintes circunstâncias: a) sempre que as medidas de ordem geral não ofereçam completa proteção contra os riscos de acidentes do trabalho ou de doenças profissionais e do trabalho; b) enquanto as medidas de proteção coletiva estiverem sendo implantadas; e, c) para atender a situações de emergência” (BRASIL, 2011).

Compete ao Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho – SESMT, ouvida a Comissão Interna de Prevenção de Acidentes - CIPA e trabalhadores usuários, recomendar ao empregador o EPI adequado ao risco existente em determinada atividade (BRASIL, 2011). Cabendo ao empregado como prevê o item 6.7.1 desta NR: a) usar, utilizando-o apenas para a finalidade a que se destina; b) responsabilizar-se pela guarda e conservação; c) comunicar ao empregador qualquer alteração que o torne impróprio para uso; e, d) cumprir as determinações do empregador sobre o uso adequado.

A norma que rege o trabalho em laboratório é a NR-12 de 08 de dezembro de 2011, que define as referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores e estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos. Prevendo em determinados itens o arranjo físico e instalações de máquinas, instalações elétricas, sistemas de segurança, dispositivos de paradas de emergências, transportadores de materiais, aspectos ergonômicos.

Pode-se citar também a NR-17 que dispõem sobre a ergonomia visando 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.

2.1.1.1. Programas de prevenção de risco de acidentes de trabalho

Todo cidadão, trabalhador ou não, está exposto a riscos, seja ele em suas atividades de lazer, estudos ou laborais. Neste contexto, as atividades laborais são consideradas grandes geradoras de riscos para quem as realiza.

“Risco é a probabilidade maior ou menor de vir a ocorrer um acidente ou uma doença no decorrer do trabalho” (ZOCCHIO, 2002). Delineia Zocchio, 2002 que “a prevenção de riscos ocupacionais é o que se faz ou se aplica para neutralizar a agressividade dos perigos peculiares ou inerentes às atividades humanas, com o objetivo de prevenir acidentes ou doenças ocupacionais”.

As informações mínimas que uma empresa deve adotar para a prevenção de riscos em suas instalações são encontradas nas Normas Regulamentadoras, algumas normas são as responsáveis por criarem planos de controle dos riscos relacionados às atividades exercidas na empresa, como a NR-7 (PCMSO) que “dispõe sobre a atuação da medicina do trabalho na promoção e na preservação da saúde da população do estabelecimento” (ZOCCHIO, 2002).

O PCMSO resumidamente se compõe das seguintes partes como apresentado na Figura 1.

Por consistir em exames periódicos, os dados coletados no PCMSO determinam em cada época do exercício da atividade laboral, as exatas condições de saúde do trabalhador. Os exames médicos realizados no bojo do PCMSO demonstrarão se uma determinada patologia apresentada pelo empregado está ou não relacionada às funções por ele exercidas na empresa que trabalha (PEREIRA, 2005).

Outro programa de prevenção de riscos a saúde do trabalhador está contido na NR-9 (PPRA), que dispõe sobre a obrigatoriedade da elaboração e da implementação de um programa que vise à preservação da saúde e da integridade física dos trabalhadores por meio da preservação do ambiente de trabalho nas condições salubres.

Os programas de prevenção de riscos de acidentes deverão estar em consonância com o plano de trabalho da CIPA, pois esta tem função de fiscalizadora das medidas aplicadas à mitigação dos riscos da atividade laboral, sendo que a

mesma garantirá o cumprimento das exigências legais para a realização de uma atividade laboral com o mínimo de exposição a riscos ou perigos.

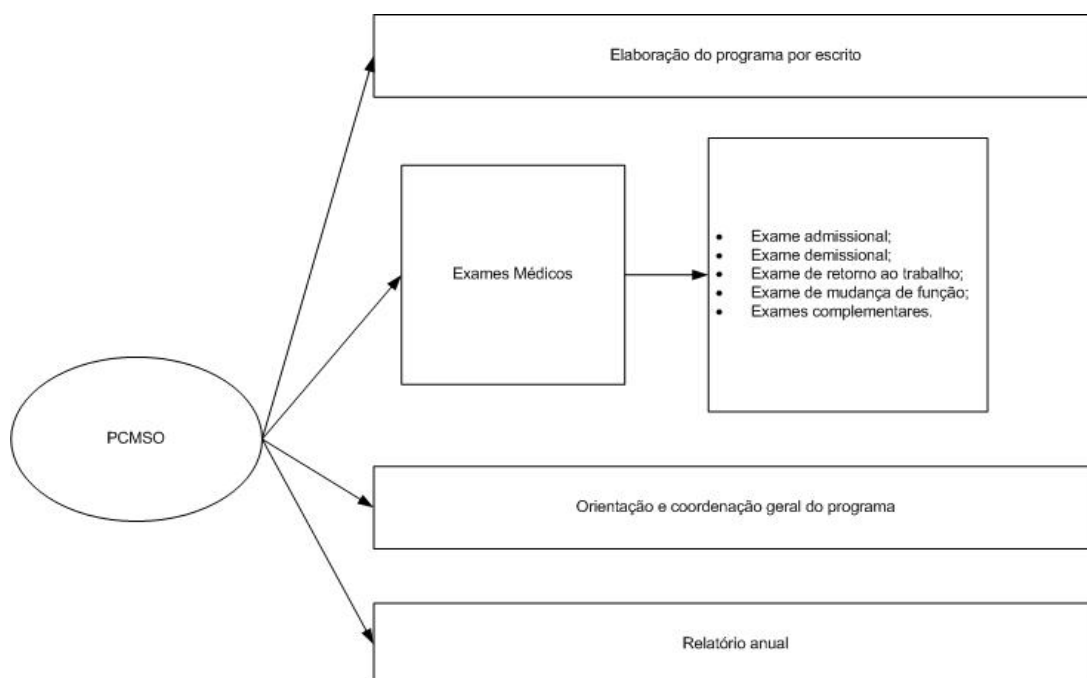


Figura 1 – Etapas de um Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional.

Fonte: PEREIRA, 2002.

Estes programas têm a função de promover e manter atualizado um inventário dos perigos e riscos ocupacionais existentes na empresa, ocasionando em um levantamento e cadastramento através de catalogação de perigos ou riscos à saúde e integridade física dos trabalhadores em todas as atividades da empresa.

Todos os riscos inerentes às atividades laborais necessitam respeitar os preceitos presentes nas legislações vigentes, não obstante a esta realidade está à atividade de trabalho em laboratório químico. Realizar um estudo sobre quais normas regulamentadoras e técnicas vigentes o laboratório químico I-34 deve respeitar, é de imprescindível importância na melhoria da saúde ocupacional de seus trabalhadores.

Para realizar um estudo sobre a qualidade e higiene ocupacional dos trabalhadores do laboratório químico I-34, se fará uso de dois tipos de levantamento: o levantamento qualitativo que faz uma descrição das informações captadas e indutivamente interpreta fenômenos e lhe atribui significados e o levantamento

quantitativo que traduz em números as informações captadas, aonde estas são classificadas e analisadas estatisticamente.

2.2. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

As indústrias de abate em geral apresentam altos índices de descargas de efluentes ao ambiente, todas essas descargas de uma maneira simplista irão influenciar na qualidade ambiental em regime local ou global. Para o caso da indústria de processamento animal, como abatedouro de aves, suínos e gados, estas podem despejar águas servidas com gordura, sangue e vísceras em um corpo d'água, espalhando odor desagradável nas regiões circunvizinhas, como também aumentando a carga orgânica destes corpos d'água, o que pode vir a gerar uma redução do nível de oxigênio, através da ação de bactérias aeróbias que consomem O_2 em seus processos vitais, reduzindo a vida da biota local.

A resolução CONAMA Nº 357 de 17 de março de 2005, estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes líquidos em corpos receptores, o artigo 7º desta resolução prevê o padrão de qualidade das águas, estabelecendo limites individuais para cada substância. Faz-se necessário a observância feita por CETESB, 2008 em relação as concentrações médias de poluentes em efluentes de abatedouros de bovinos e suínos, como apresenta a Tabela 1.

Os principais impactos ambientais da indústria de carne e derivados estão ligados a um alto consumo de água, à geração de efluentes líquidos com alta carga poluidora, principalmente orgânica, e a um alto consumo de energia. Odor, resíduos sólidos e ruído também podem ser significativos para algumas empresas do setor (CETESB, 2008).

Tabela 1 - Concentrações Médias de Poluentes

Parâmetro (unidade)	Abate Suíno	Abate Bovino	Abate Misto
DBO ₅ (mg/l)	1.250	2.000	-
DQO (mg/l)	2.500	4.000	1.000 – 3.000
Sólidos suspensos (mg/l)	700	1.600	400 – 800
Nitrogênio total (mg/l)	150	180	< 300
Fósforo total (mg/l)	25	27	< 10
Óleos e graxas (mg/l)	150	270	< 350
pH	7,2	7,2	7,0 – 8,5

Fonte: CETESB, 2008 *apud* UNEP; DEPA; COWI, 2000.

Os efluentes líquidos em abatedouros caracterizam-se principalmente por:

- Alta carga orgânica, devido à presença de sangue, gordura, esterco, conteúdo estomacal não digerido e conteúdo intestinal;
- Alto conteúdo de gordura;
- Flutuações de pH em função do uso de agentes de limpeza ácidos e básicos;
- Altos conteúdos de nitrogênio, fósforo e sal;
- Flutuações de temperatura (uso de água quente e fria).

Denomina CETESB, 2008 que os despejos de abatedouros possuem altas taxas de DBO (demanda bioquímica de oxigênio) e DQO (demanda química de oxigênio), além de grandes quantidades de sólidos em suspensão, graxas e material flotável e ainda fragmentos de carnes, gorduras e vísceras são normalmente encontrados nestes efluentes.

Estes dados demonstram que os resíduos gerados pelas indústrias de abate apresentam grande quantidade elementos biológicos e químicos com alta carga poluidora que necessitam de tratamento ou mesmo uma destinação mais adequada antes de serem lançadas aos corpos d'água.

Segundo prevê a NR-25 a empresa deve buscar a redução de resíduos gerados por meio de adoção das melhores práticas tecnológicas e organizacionais disponíveis, entende-se com esta premissa que a busca por soluções de mitigação dos impactos ambientais causados por atividades industriais também está prevista, e que a mesma deve ser realizada de forma a respeitar a saúde e segurança do

trabalhador, segundo MTE (2011), “Os resíduos industriais devem ter destino adequado sendo proibido o lançamento ou a liberação no ambiente de trabalho de quaisquer contaminantes que possam comprometer a segurança e saúde dos trabalhadores”. Justifica-se então a aplicação de métodos de trabalho que façam com que os resíduos gerados pelas indústrias, tanto as indústrias de abate de suínos como as de abate de aves, sejam mitigados, para isto observa-se a pesquisa em transformação destes resíduos.

2.2.1. Análise dos Resíduos Gerados da Indústria de Abate

A NR-25 de 04 de agosto de 2011 conceitua resíduos como:

“aqueles provenientes dos processos industriais, na forma sólida, líquida ou gasosa ou combinação dessas, e que por suas características físicas, químicas ou microbiológicas não se assemelham aos resíduos domésticos, como cinzas, lodos, óleos, materiais alcalinos ou ácidos, escórias, poeiras, borras, substâncias lixiviadas e aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como demais efluentes líquidos e emissões gasosas contaminantes atmosféricas” (BRASIL, 1978).

Ainda a NR-25 demonstra:

“Os resíduos líquidos e sólidos produzidos por processos e operações industriais devem ser adequadamente coletados, acondicionados, armazenados, transportados, tratados e encaminhados à adequada disposição final pela empresa” (BRASIL, 2011).

A busca por uma adequação final a estes resíduos justifica a atuação do trabalhador de laboratório, que realizará testes para a transformação do resíduo gerado na indústria de abate de suínos e aves em energia-biocombustíveis (biodiesel e biogás).

2.2.2. Biocombustíveis

São obtidos a partir de matérias orgânicas como: óleos vegetais, gorduras animais, decomposição de dejetos, componentes estes de fácil acesso e continuamente presentes nas atividades humanas, gerando grandes volumes de matéria-prima para obtenção de energia.

Os biocombustíveis podem ser obtidos de diferentes fontes, como explica Cardoso, Rosa e Rocha (2009), o caso brasileiro de obtenção de etanol, a partir de açúcares e amido pela fermentação de leveduras (açúcares e amidos presentes na cana-de-açúcar), podendo também ser obtidos por celulose lenhosa a partir da silvicultura energética, resíduos agrícolas, entre outros.

Os produtos mais comumente usados para a produção de biocombustíveis são de óleos derivados de plantas, Ferrari (2005) diz que os óleos derivados de plantas são obtidos a partir de semente de girassol, soja, amendoim, caroço de algodão, semente de colza, semente de mamona, milho, entre outras. Ainda segundo Ferrari (2005): infelizmente quando os motores a combustão operam com estes combustíveis eles apresentam baixa eficiência, devido ao poder calorífico destes combustíveis serem menores que do diesel, apresentam maior concentração de oxigênio, alto ponto de névoa e maior viscosidade, o que dificulta sua utilização em ambientes de baixas temperaturas.

Segundo Sganzerla (1983) e Ferraz (1980) o biogás é o resultado da degradação anaeróbia de compostos orgânicos conhecidos como biomassa, uma mistura gasosa composta principalmente de gás metano e gás carbônico, possuindo um alto poder calorífico. Seu principal componente, o metano, um gás incolor, sem cheiro, altamente combustível, que em sua queimam apresenta chamas azul-lilás com leves pontos vermelhos, não deixando também fuligem e com mínima poluição.

2.2.3. Produção de Biodiesel

Biodiesel é um combustível renovável que não contém compostos de enxofre em sua composição. O biodiesel pode ser produzido a partir de gordura animal ou

de óleos vegetais. Muitas espécies vegetais podem ser utilizadas, como mamona, dendê, girassol, babaçu, amendoim, pinhão manso, milho e soja, além de gordura animal, como aparas e restos de abate de aves, bovinos e suínos. Ferreira et. al. (1997) mostra que o biodiesel também pode ser utilizado como biodiesel óleo vegetal transesterificado usado em frituras. O biodiesel pode ser utilizado puro ou misturado ao óleo diesel comum sem a necessidade de adaptação do motor.

O biodiesel encontra-se registrado na Agência de Proteção ao Ambiente (Estados Unidos) – Environment Protection Agency, USA – como combustível e como aditivo para combustíveis e, pode ser usado puro a 100% (B100), em mistura com o diesel de petróleo (B20), ou numa proporção baixa como aditivo de 1 a 5%. (FERRARI et. al., 2005).

Como combustível o biodiesel possui características que podem representar vantagens em relação aos combustíveis derivados de petróleo, como livres de enxofre e compostos aromáticos, número elevado de cetanos, teor elevado de oxigênio em torno de 11%, maior ponto de fulgor, menor emissão de partículas, hidrocarbonetos, monóxido de carbono e dióxido de carbono, caráter não tóxico e facilmente biodegradável. Algumas dessas características nos levam a crer que a utilização de biodiesel é uma alternativa viável para a substituição das fontes combustíveis a base de petróleo e uma diminuição de gastos com saúde pública, pois podem evitar doenças causadas por compostos presentes nos combustíveis fósseis.

O biodiesel é comercializado misturado ao diesel. Essa mistura é caracterizada pela letra B seguida de um número correspondente a porcentagem de biodiesel adicionada à mistura, assim B5 é o biodiesel que contém 5% de biodiesel e 95% de diesel de petróleo. Segundo a lei Nº 11.097 de 13 de janeiro de 2005, a partir de Janeiro de 2008 foi obrigatória, em todo território nacional, a mistura B2, ou seja, 2% de biodiesel em todo diesel comercializado no país. Em Janeiro de 2013, essa obrigatoriedade passará para 5% (CARDOSO; ROSA; ROCHA, 2009).

O biodiesel possui elevado poder calorífico, o que poderia levar ao uso diretamente em motores. Entretanto, características de baixa volatilidade e alta viscosidade dificultam os processos de combustão e geram inúmeros problemas que podem comprometer a vida útil de motores. Observando estas características, busca-se melhorar a qualidade deste combustível através de tratamentos químicos, modificando a estrutura química e, conseqüentemente, as suas propriedades físicas.

2.2.4. Produção de Biogás

Basicamente a produção de biogás é obtida através da digestão anaeróbia em, por exemplo, lagoas de tratamento de efluentes de empresas de abate de aves. Segundo Amaral (2011) o biogás é obtido principalmente no tratamento secundário de efluentes líquidos e que tem como objetivo remover a matéria orgânica que não foi removida no tratamento primário e a que se encontra dissolvida no meio através da ação de microrganismos em lagoas de estabilização, lodos ativados, filtro biológico e no tratamento anaeróbio, onde se tem alta taxa de geração de gás metano (CH_4).

Segundo CETESB (2006), a degradação biológica é um dos processos mais utilizados para o tratamento de águas residuais, devido a razões econômicas. Essa degradação é decorrente da ação de agentes biológicos como bactérias, protozoários e algas. Esse processo biológico se resume na capacidade dos microrganismos degradarem compostos orgânicos, transformando-os em subprodutos que podem ser retirados do sistema, sendo estes o lodo, água, gás metano e gás carbônico (CHERNICHARO, 1997).

A mistura de gases gerada no processo de degradação biológica é conhecida como biogás, mas, seu principal componente é o gás metano (CH_4), sendo o metano, possui então alto poder de combustão, tendo um calor específico de 5000 a 7000 kcal/m³ (FERRAZ, 1980). Segundo ICELI (2009), o biogás um gás altamente combustível, possui diversas aplicações tratando de aproveitamento energético. Dentre essas aplicações estão a secagem de grãos, queima em caldeira, aquecimento de aviários e geração de energia elétrica, sendo essa última sua principal aplicação.

2.3. PROCESSOS DE TRABALHO EM LABORATÓRIOS

Estas inovações técnicas estão ligadas a implementação da mecanização da produção, que atualmente apresenta-se intensa em diversos setores industriais, com intensa utilização de máquinas e equipamentos no setor agroindustrial, ou no

beneficiamento de produtos de origem agrícola e também animal. O beneficiamento de produtos agrícolas e animais geram grandes quantidades de resíduos, os quais, além de serem avaliados antes de serem enviados aos corpos receptores, ar ou dispostos em aterros, podem ser transformados em matérias-primas, utilizadas como bioenergia.

A avaliação dos resíduos gerados pela agroindústria é feita através de comparativos com as legislações vigentes, sendo assim, os resíduos passam por sistemas de tratamento (lagoas de tratamento, segregação, entre outras), antes de terem a destinação final. Esta avaliação é feita em laboratórios de análises químicas, que concentram um número expressivo de trabalhadores.

A transformação dos rejeitos em matéria-prima para bioenergia é realizada em laboratórios de sínteses químicas, envolvendo grande número de trabalhadores.

2.3.1. Trabalhos Realizados nos Laboratórios da UTFPR

Os laboratórios químicos apresentam intensa realização de atividades, podendo estas atividades serem de âmbito avaliativo/comparativo como a cromatografia gasosa, ou mesmo de síntese de materiais (reações químicas para geração de materiais secundários), ensaios, entre outras.

Os laboratórios químicos presentes nas universidades normalmente são utilizados para inúmeras atividades de pesquisa, como avaliação de águas, resistência de materiais, análises microbiológicas. Os laboratórios químicos da UTFPR são usados para ministrarem aulas e também em grupos de pesquisas científicas. Existem alguns grupos de pesquisa associados ao Campus Medianeira da UTFPR, que são: Química Orgânica, Análises Térmicas e Espectrometria de Combustíveis e Materiais, Pesquisa em Adsorção, e em Análise, Modelagem, Simulação e Controle em Engenharia de Processos.

Dentro do grupo de pesquisa em análise, modelagem, simulação e controle em Engenharia de Processos, estão inseridos projetos de produção de biodiesel e biogás, projetos os quais são realizados em um laboratório químico (Laboratório I-34). As pesquisas em sua maioria são realizadas por estudantes da Universidade, e

que para fins de avaliação serão considerados como trabalhadores do Laboratório Químico I-34.

As atividades realizadas pelos trabalhadores do Laboratório Químico I-34 são variadas, e podem são apresentadas nos itens 2.3.1.1 e 2.3.1.2.

2.3.1.1. Produção de biodiesel em laboratório

O biodiesel é produzido em laboratório via método de catálise ácida, conhecido como processo de transesterificação para isso são utilizados componentes como gordura animal in natura, ácido sulfúrico, álcool etílico e agitador magnético de aquecimento. A operação básica consiste em se inserir em um Erlenmeyer gordura in natura, juntamente com ácido sulfúrico e álcool etílico, em concentrações previamente estabelecidas e fazer com que os mesmos reajam pela utilização de agitador magnético de aquecimento, a reação ocorre por aproximadamente uma hora e meia dependendo das concentrações dos reagentes. Ao final do processo o produto é enviado a um separador de fases, e permanece no mesmo por aproximadamente vinte e quatro horas, após esta etapa a fase menos densa que se apresenta na parte de baixo do separador de fases é retirada (sendo composta basicamente por glicerina), a fase mais leve (biodiesel) pode ser retirada e utilizada para diversos fins, como abastecimento de motores à combustão.

2.3.1.2. Produção de biogás em laboratório

O biogás como tratado anteriormente é produzido através de processos anaeróbios de degradação da matéria orgânica, através da utilização de microrganismos específicos, que pode ocorrer naturalmente em sistemas de tratamento de efluentes. Para produção em laboratório o processo de produção de biogás consiste em inserir resíduo frigorífico de abate de aves em um reator (que simula as condições ambientais para a procriação e desenvolvimento de bactérias anaeróbias), monitorando-se as taxas metabólicas das bactérias através da

quantidade de geração de biogás. Este monitoramento serve de referência para se realizar a atividade de produção de biogás, pois o trabalhador fica responsável em retirar amostras do reator em cada etapa do processo de transformação em biogás da matéria orgânica.

Estas atividades laborais apresentam uma série de riscos que necessitam de catalogação e a atenderem a requisitos legais sobre a segurança no trabalho em laboratórios.

“No desenvolvimento das atividades nos laboratórios, o trabalhador fica exposto a diversos tipos de riscos (físicos, químicos, biológicos, ergonômicos), o que pode levar a ocorrência de acidentes, caso não sejam observados os princípios de segurança do trabalho. Para tanto, é necessário que sejam mantidos programas de orientação profissional, com abordagem em boas práticas laboratoriais e conhecimento da forma adequada de realização de suas técnicas, além de contar com infraestrutura física compatível com a atividade a ser realizada (piso, parede, iluminação, exaustão de ar, rede hidráulica, elétrica e de esgoto) e equipamentos de proteção individual e coletiva (EPI e EPC) adequados às rotinas de trabalho” (LIMA, et. al., 2010).

2.4. RISCOS INERENTES DAS ATIVIDADES NOS LABORATÓRIOS DA UTFPR

A particularidade da atividade de laboratório apresenta riscos peculiares que devem ser estudados em um contexto abrangente. Esta contextualização dar-se-á através do estudo da probabilidade maior ou menor de vir a ocorrer um acidente ou uma doença relacionado ao trabalho.

Considera-se grave e iminente risco toda condição ambiental de trabalho que possa causar acidente de trabalho ou doença profissional com lesão grave à integridade física do trabalhador (BRASIL, 1978).

Observa-se que a prevenção de riscos ocupacionais é o que se faz ou se aplica para neutralizar a agressividade dos perigos peculiares ou inerentes às atividades humanas, com o objetivo de prevenir acidentes ou doenças ocupacionais (ZOCCHIO, 2002). Nos itens 2.4.1, 2.4.2, 2.4.3, 2.4.4, serão discutidos à quais riscos se expõem os trabalhadores do laboratório químico I-34 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

2.4.1. Riscos físicos

Os laboratórios químicos apresentam riscos físicos que dependem basicamente, dos tipos de aparelhos utilizados nos processos de, por exemplo, mistura, oxidação, reações, logo a NR-5 define que os agentes físicos são diversas formas de energia que possam os trabalhadores estarem expostos como os citados a seguir.

2.4.1.1. Ruído

“O ruído pode ser conceituado como um som desagradável e indesejável decorrente da exposição contínua a níveis de pressão sonora elevados, acarretando efeitos adversos ao organismo humano, tanto auditivos, quanto extra-auditivos” (KOMNISKI; WATZLAWICK, 2006). Os ruídos presentes nas atividades do laboratório I-34 podem ser emitidos de algumas fontes: ar condicionado (18.000 BTU), agitadores magnéticos e reator, CPU de computadores.

2.4.2. Riscos Químicos

Os laboratórios químicos são utilizados para manipulação de produtos químicos e apresentam riscos químicos aos trabalhadores que ali estão exercendo suas atividades.

Os riscos químicos são apresentados por Porto 2000, como:

“[...] substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo, por exposição crônica ou acidental, pela via respiratória, nas formas de poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores, ou que, pela natureza da atividade ou da exposição, possam ter contato ou serem absorvidos pelo organismo através da pele ou por ingestão. Também incluem os riscos químicos desencadeadores de explosões e incêndios”.

O trabalho no laboratório químico I-34 envolve basicamente a manipulação de produtos químicos como o preparo de misturas, transporte de produto para o estoque, e outras aplicações. Sendo assim Zocchio 2002, discorre: manipular esses produtos de maneira perigosa, por não conhecer, ou mesmo conhecendo suas características agressivas, misturá-los sem saber qual será a reação, transportá-los de maneira incorreta, em recipientes inadequados são atos inseguros que dão origem a muitas lesões graves.

Os itens abaixo apresentarão os possíveis riscos químicos presentes no lab. (I-34) são identificados nos próximos tópicos.

2.4.2.1. Poeiras

São todas as partículas sólidas de qualquer tamanho, natureza, ou origem, formada por trituração ou outro tipo de material de ruptura mecânica de um material original sólido, suspensa ou capaz de se manter suspensa no ar. A exposição ocupacional dá-se por meio da inalação, pelo trabalhador, de poeira contendo sílica livre cristalizada. O asbesto é uma variedade mineral utilizado na produção de revestimentos a prova de fogo. No processo de produção de biodiesel muitas vezes se faz necessário aquecer a matéria-gordurosa, este aquecimento se dá com material que evita o contato direto com o recipiente em que está depositada a matéria, sendo este revestimento de amianto. Estes componentes minerais se depositam nos alvéolos pulmonares, causando graves complicações e também podendo gerar cânceres.

2.4.2.2. Neblinas

São partículas líquidas produzidas por condensações de vapores em temperaturas normais. Para a atividade de produção de biodiesel as neblinas podem ser provenientes do álcool etílico e também do aquecimento no processo de produção devido à presença de ácido sulfúrico.

2.4.2.3. Gases

São dispersões de moléculas no ar, misturadas completamente com este (o próprio ar é uma mistura de gases). Não possuem formas e volumes próprios e tendem a se expandir indefinidamente. À temperatura ordinária, mesmo sujeitos à pressão fortes, não podem ser total ou parcialmente reduzidos ao estado líquido. São liberados a temperaturas ambientes através da evaporação de substâncias químicas usadas nos processos de síntese de biogás como o metano, nitrogênio, acetileno.

Em laboratórios químicos os gases podem estar contidos em tubulações que servem como distribuidor destes para equipamentos, processos, entre outros. O laboratório químico I-34 apresenta tubulação de distribuição de gases: O₂, N₂, e Ar comprimido, configurando-se como risco de acidentes como explosões, incêndios ou vazamentos devido a má utilização e manutenção de equipamentos.

2.4.2.4. Vapores

São também dispersões de moléculas no ar, que ao contrário dos gases, podem condensar-se para formar líquidos ou sólidos em condições normais de temperatura e pressão. Os vapores em recintos fechados podem alcançar uma concentração máxima no ar, que não é ultrapassada, chamada de saturação. As substâncias que podem gerar vapores são as que comumente fazem interações com a água (umidade) presente no ambiente, como o ácido sulfúrico 0,2 mol e o álcool etílico P.A., nitrito, nitrato, tiosulfato de sódio P.A., nitrogênio total, sulfato de alumínio, cloreto de potássio 3 mol, tiosulfato de sódio, permanganato de potássio, hipoclorito de sódio 6% P.A., sulfato de prata, bifalato de potássio P.A., cloreto de potássio P.A.

2.4.3. Riscos Ergonômicos

Estando presente em quase todos os campos de atuação humana, tanto no trabalho manual, como na operação de máquinas e equipamentos, a ergonomia estuda o desempenho humano, buscando uma melhor interação do homem com suas tecnologias.

A rotina de trabalho em laboratório muitas vezes gera cargas excessivas de desconforto, o que comumente observa-se é a não adaptação dos equipamentos à antropometria de seus operadores – tamanho de braços, pernas, troncos, mãos. A NR-17 prevê a adaptabilidade das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar o máximo de conforto, segurança, desempenho e eficiência. Esta prerrogativa vem em consonância com a necessidade da adaptabilidade do ser humano a rotinas de trabalho que exijam grandes quantidades de tempo nas mesmas posições ou mesmo em operações que exijam grande esforço físico, buscando a melhoria da qualidade e conforto do trabalho.

O laboratório químico I-34 apresenta certos riscos ergonômicos listados nos tópicos a seguir.

2.4.3.1. Iluminação

A iluminação segundo NR-17 deve ser uniforme, distribuída e difusa, devendo ser projetada e instalada de forma a evitar ofuscamentos, reflexos incômodos, sombras e contrastes excessivos.

“A boa iluminação apresenta vantagens a diversos níveis: vantagens fisiológicas uma vez que facilita a visão, poupa os órgãos visuais, suaviza o trabalho e diminui a fadiga além de tornar mais proveitosa a recreação. Vantagens técnicas por possibilitar a execução de tarefas de precisão, melhorar a qualidade e aumentar a quantidade de produção, diminuir riscos, e prevenir acidentes. Vantagens estéticas uma vez que embeleza a aparência dos objetos, realça seu valor artístico e favorece o exame das várias partes de um todo. E finalmente, fornece vantagens psicológicas por

determinar uma impressão de bem-estar e inspirar segurança” (SOUZA *apud* PRADO, 1997).

2.4.3.2. Posturas em pé

“[...] Nesta posição, as curvaturas da coluna estejam em alinhamento correto e que, desta forma, as pressões sobre o disco intervertebral são menores que na posição sentada” (MTE, 2002). E ainda segundo Lida 2005, a posição em pé proporciona a vantagem de uma maior mobilidade corporal. O uso dinâmico dos braços, pernas e troncos podem ser utilizados com maior liberdade e capacidade de movimentos. Porém, para Renner 2002, na postura em pé em toda jornada de trabalho, há um maior grupo de músculos atuando contra a gravidade e maior desconforto de dor, acrescentando precocemente o mecanismo de fadiga orgânica. Esta postura é observada no trabalho do laboratório (I-34), em grande parte das atividades como na síntese de biodiesel e biogás, lavagem de vidrarias, acompanhamento de temperaturas.

2.4.3.3. Postura sentada

A rotina de trabalho sentado faz parte de diversos segmentos de produção existentes e compreende também graves riscos a saúde do trabalho.

“Quando o ser humano deixa a posição de pé e passa a se sentar, ocorre uma série de mudanças no seu esqueleto e no funcionamento de seus músculos: alterações na pressão dos discos vertebrais; nos músculos do dorso e do pescoço, além dos diversos tecidos e a circulação sanguínea que também sofre uma alteração importante, pois se torna mais difícil o retorno de sangue das veias até o coração, por causa da pressão da coluna” (COUTO, 1994).

Se concentra na área do laboratório (I-34) na região dos computadores, aonde são realizados os tratamentos de dados referentes as pesquisas realizadas.

2.4.3.4. Temperaturas

As temperaturas nos ambientes de trabalho estão relacionadas ao conforto térmico a qual o indivíduo é submetido, para Souza (1997) o conforto térmico deve levar em conta o nível de atividade do indivíduo (produção de calor), resistência térmica de suas vestimentas, e as relações de temperatura e umidade relativa do ambiente. Segundo prevê a NR-17 o índice de temperatura efetiva para um ambiente de trabalho saudável seria entre 20°C e 23°C, com umidade relativa do ar não inferior a 40% e velocidade do ar não superior a 0,75 m/s.

2.4.3.5. Esforço físico

Segundo delimita a NR-17 é necessário adotar procedimentos para quando os trabalhadores estiverem expostos a sobrecargas muscular estática dos ombros, pescoço, dorso, membros superiores e inferiores. Eventuais atividades de laboratório podem gerar esforço físico como: carregar caixas de produtos químicos, equipamentos, vidrarias.

2.4.4. Riscos com Alto Índice de Ocorrência

Os trabalhos em laboratórios químicos podem vir a gerar outros riscos, como os riscos mecânicos, diferente dos apresentados nos itens 2.4.1, 2.4.2, 2.4.3, estes riscos podem apresentar grandes concentrações de ocorrência, podendo comprometer não só a integridade física do trabalhador como também as instalações físicas de máquinas e equipamentos.

2.4.4.1. Impactos sofridos

Os impactos sofridos no laboratório químico I-34 podem ser provenientes de ferimentos/ou fraturas devido à realização de lavagem de vidrarias que podem vir a quebrar devido ao mau manuseio, como também da queda de vidrarias nos membros inferiores, ou mesmo esmagamento de dedos e mão por queda de equipamentos como aquecedores magnéticos.

2.4.4.2. Quedas

As quedas podem ser ocorridas devido a pisos molhados ou úmidos, podendo vir a causar contusões nos membros inferiores ou mesmo superiores. Podem ocorrer no ambiente laboratorial na higienização de pisos, ou mesmo da lavagem de vidrarias com o derramamento de água ou material úmido.

2.4.4.3. Incêndio

Incêndios podem ser provenientes de curto circuito em instalações elétricas ou equipamentos como aquecedor magnético ou reator de geração de biogás, e pela combustão de gases gerada espontaneamente em ambientes confinados ou por centelha. Para o caso do ambiente laboratorial I-34 os incêndios podem ser produzidos a partir de faúlhas emitidas pelas instalações elétricas, vindo a iniciar combustão do material de composição das bancadas (madeira) e também da explosão de gases ou líquidos inflamáveis provenientes dos processos realizados no mesmo como: gás metano, ou álcool etílico.

2.5. MAPA DE RISCOS

O mapeamento de riscos é obrigatório segundo a portaria Nº 5 de 17/08/1992 do Departamento Nacional de Segurança e Saúde do Trabalhador (DNSST) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), e consiste-se da seguinte definição:

“Uma representação gráfica de um conjunto de fatores presentes nos locais de trabalho, capazes de acarretar prejuízos à saúde dos trabalhadores. Tais fatores se originam nos diversos elementos do processo de trabalho (materiais, equipamentos, instalações, suprimentos, e nos espaços de trabalho, onde ocorrem as transformações) e da forma de organização do trabalho (arranjo físico, ritmo de trabalho, método de trabalho, turnos de trabalho, postura de trabalho, treinamento.)” (MATTOS; FREITAS, 1994).

Para o mapeamento de riscos do laboratório I-34 avaliar-se-á os pontos com maior possibilidade de riscos como: bancadas, equipamentos, instalações elétricas, alimentação de gases, entre outros. Para isto será construído um esboço gráfico, baseado na planta baixa do laboratório, definindo os parâmetros de gravidade através de círculos: risco leve [círculo pequeno], risco moderado [círculo médio] e risco grande [círculo grande], e as cores ficarão explicitadas como: azul [risco físico], vermelho [risco químico], marrom [riscos biológicos], amarelo [riscos ergonômicos], verde [risco mecânico], e apresentar-se-á no anexo I.

Este mapeamento servirá para melhor visualização pelos trabalhadores a riscos pelos quais estes estarão expostos em seu local de trabalho.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o presente trabalho foram realizados os seguintes levantamentos:

Os levantamentos quantitativos serão feitos basicamente para avaliar a qual quantidade de riscos estará expostos os trabalhadores do laboratório químico I-34, usando aparelhos de medição: luxímetro, dosímetro, decibelímetro, bomba de amostragem de gases, medidor de stress térmico.

Os levantamentos qualitativos serão feitos para agentes químicos de difícil elucidação da efetiva exposição do trabalhador, fazendo-se então um comparativo com a legislação pertinente, observando níveis de toxicidade, periculosidade e insalubridade. Será realizado levantamento qualitativo para riscos ergonômicos, observando à quais riscos estarão expostos os trabalhadores no exercício de suas atividades e também para riscos de maior ocorrência como impactos sofridos, quedas e incêndios, dentro do fator incêndio está inserido o risco de incêndio por explosão devido a presença de tubulação de gases, sendo necessária a avaliação qualitativa das instalações e segurança do local.

3.1. RISCOS FÍSICOS

3.1.1. Ruídos

Procedeu-se a medição do nível de ruído segundo prevê a NBR-10151, que visa a avaliação do nível de ruído em áreas habitadas, visando conforto da comunidade, para isto foi-se utilizado aparelho decibelímetro *Instrutherm*, modelo DEC-490. Para a realização do nível de exposição do trabalhador a ruídos seguiu-se a NBR-10152, que prevê níveis de ruído para conforto acústico, e utilizou-se aparelho dosímetro *Instrutherm*, modelo DOC-500, e anexo Nº 1 da NR-15 que estabelece os limites de tolerância para ruído contínuo e intermitente. Para a captação da dose recebida pelo trabalhador o aparelho medidor foi afixado próximo a cintura do trabalhador durante a jornada de trabalho de aproximadamente 6 horas.

As medições no ambiente interno do laboratório I-34 foram efetuadas a uma distância de no mínimo 1 m das paredes a 1,2 m acima do piso e a 1,5 m de janelas. A fim de se reduzir distorções oriundas de ondas estacionárias, os níveis sonoros medidos em interiores devem ser à média aritmética de três posições equação (1) com distância de 0,5 m uma da outra, apresentando L_{ATOTAL} de 58,17 dB.

$$L_{ATOTAL} = \frac{L_{A1} + L_{A2} + L_{A3}}{3} \quad (1)$$

Legenda:

L_{ATOTAL} é a média aritmética;

L_{A1} é medição 1;

L_{A2} é medição 2;

L_{A3} é medição 3.

3.2. RISCOS QUÍMICOS

3.2.1. Bomba de amostragem

A amostragem de gases tóxicos realizou-se através de bomba de amostragem com detecção de 4 gases *Instrutherm*, modelo DG-500, buscando identificar a concentração de CH_4 (Metano), H_2S (Gás Sulfídrico), CO (Monóxido de Carbono) e O_2 (Oxigênio), onde CH_4 e H_2S , estão presentes no processo de degradação de matéria orgânica a qual fará parte da produção de biogás. Realizou-se a medição no momento da retirada de amostra de biogás como apresenta o item 2.3.1.2.

3.2.2. Produtos tóxicos, perigosos ou insalubres

Foram estudados a quais produtos químicos o trabalhador do laboratório químico I-34 estará exposto, através de comparação a NR-15, que apresenta uma listagem de produtos tóxicos, perigosos ou insalubres a saúde do trabalhador, sendo que apresentaram-se nas atividades realizadas os seguintes produtos:

- a) Gás sulfídrico: apresenta na NR-15 limite de exposição em até 48 horas por semana de 8ppm e 12 mg/m^3 , com grau de insalubridade a ser considerado em nível máximo.
- b) Álcool Etílico: apresenta na NR-15 limite de exposição em até 48 horas semanais de 780 ppm e 1480 mg/m^3 , com grau de insalubridade a ser considerado em nível mínimo.
- c) Metano: apresenta na NR-15 limite de exposição em até 48 horas semanais asfixiante e mg/m^3 simples, sem grau de insalubridade a ser considerado.

Averiguaram-se também as instalações de gases presentes no laboratório, através da NBR-13193 (Emprego de cores para identificação de tubulação de gases industriais).

3.3. RISCOS ERGONÔMICOS

3.3.1. Iluminação

As medições foram efetuadas no campo de trabalho com o trabalhador a postos e no plano horizontal a 0,75 m do piso, quando o referido campo não está definido. Foi-se utilizado luxímetro *Instrutherm*, modelo LD-300, e realizada através da NBR-5382, que tem por objetivo fazer a verificação da iluminância de interiores de áreas retangulares, através da iluminância média sobre um plano horizontal, proveniente da iluminação geral. A classificação do local foi realizada através da NBR-5413 da ABNT.

Para a verificação da iluminância do interior do laboratório químico I-34 utilizou-se metodologia exposta na NBR-5382, que define o método de verificação

de iluminância de interiores em áreas retangulares e foi-se realizado o cálculo da iluminância média de área retangular equação (2).

$$\text{Iluminância Média} = \frac{(R \times N + (M-1)) + Q \times N + (T \times (N-1)) + P}{M \times (N-1)} \quad (2)$$

Legenda:

R é a média aritmética entre os pontos r-1, r-2, r-3, r-4;

P é a média entre os pontos p-1 e p-2;

T é a média entre os pontos t-1, t-2, t-3, t-4;

M é o número de luminárias por fila;

N é número de filas.

3.3.2. Postura em Pé

Realizou-se observação da postura em pé do trabalhador avaliando se o mesmo realizava esforço físico estático. As atividades basicamente consistiam em mistura de componentes químicos, lavagem de vidrarias, ou levantamento de pequenas caixas ou equipamentos de peso não muito elevado, o que corrobora para uma atividade sem esforço alto estático de ombros, pescoço, dorso, membros superiores e inferiores. Realizou-se questionamento dos funcionários a respeito da qualidade das atividades desenvolvidas e se a mesma gerava desconforto.

3.3.3. Postura Sentada

Para postura sentada foram avaliadas as mobílias onde os trabalhadores fazem o tratamento estatístico de dados através do uso de computador, sendo que foram avaliadas, as alturas da escrivaninha, distância da tela do computador aos olhos do trabalhador, altura dos assentos (ajustável à estatura do trabalhador e à natureza de função exercida; características de pouco ou nenhuma conformação na base do assento; borda frontal arredondada; encosto com forma levemente adaptada ao corpo para proteção da região lombar), área de trabalho de fácil

alcance e visualização e se era possibilitado o posicionamento e movimentação adequada dos segmentos corporais. E realizou-se questionamento dos funcionários a respeito da qualidade das atividades desenvolvidas e se a mesma gerava desconforto.

3.3.4. Temperaturas

Foram realizadas as medições de limites de tolerância a exposição ao calor segundo prevê a NR-15, através do Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG), através de medidor de stress térmico digital com anemômetro *Instrutherm*, modelo TGD-400, no local aonde o trabalhador realiza suas atividades, à altura da região do corpo mais atingida e também observou-se as condições de conforto relacionadas à temperatura apresentadas pela NR-15.

Foram realizadas três medições ao local de trabalho à altura da região atingida pela incidência de calor como delimita a NR-15 em seu anexo Nº 3, sendo que a média aritmética das três medições do Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG) equação (3).

$$IBUTG \text{ Médio} = \frac{IBUTG_1 + IBUTG_2 + IBUTG_3}{3} \quad (3)$$

Legenda:

IBUTG Médio é a média das medições realizadas;

IBUTG₁ é medição 1;

IBUTG₂ é medição 2;

IBUTG₃ é medição 3.

3.3.5. Esforço Físico

Verificou-se, se as atividades dos trabalhadores apresentavam excessivo esforço no carregamento de cargas ou pesos através de observação do local de trabalho durante toda a jornada de trabalho.

3.4. RISCOS DE MAIOR ÍNDICE DE OCORRÊNCIA

3.4.1. Impactos sofridos

Averiguou-se, se os trabalhadores utilizavam materiais que poderiam gerar acidentes como vidrarias, equipamentos, caixas de produtos entre outros.

3.4.2. Quedas

Averiguou-se, se os trabalhadores realizavam corretamente os procedimentos de lavagem de vidrarias e materiais, item essencial para se evitar acidentes relacionados a quedas por superfícies molhadas ou escorregadias.

3.4.3. Incêndio

Averiguaram-se itens essenciais a prevenção e combate a incêndios como o seguimento as normativas: NR-23 (Proteção Contra Incêndios), NBR-9077 (Saídas de emergência em edifícios), NBR-9441(Sistemas de detecção e alarme de incêndio), NBR-10898 (Sistemas de iluminação de emergência), NBR-12693 (Sistemas de proteção por extintores de incêndio), NBR-14332 (Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. RISCOS FÍSICOS

4.1.1. Ruídos

Observa-se que o laboratório I-34 apresenta-se em conformidade ao limite de tolerância de exposição previsto no anexo Nº1 da NR-15, que prevê para trabalhos contínuos ou intermitentes uma exposição máxima diária de 100% de dose de 85 dB em 8 horas de trabalho sendo que o apresentado foi de 0,68% da dose permitida.

O laboratório químico I-34 apresentou nível de ruído 8,17 dB acima do nível máximo permitido para atividades de laboratório que é de 50 dB, previsto em NR-15.

4.2. RISCOS QUÍMICOS

4.2.1. Bomba de Amostragem

Através da medição pontual, no local aonde são realizadas as coletas das amostras de biogás (Figura 2) observou-se que não havia presença de Metano (CH_4), Gás Sulfídrico (H_2S) e Monóxido de Carbono (CO) e a porcentagem de oxigênio (O_2) apresentou-se em 20,9%, o que se representa maior que o nível máximo permitido pela NR-15 que é maior que 18%, isto podendo ser responsabilizado devido ao fato de a troca de ar ser realizada através de ar condicionado ou mesmo das possíveis reações químicas presentes no laboratório que podem acarretar em aumento da quantidade de oxigênio.



Figura 2 – Reator de produção de biogás.

Fonte: Autoria própria.

4.2.2. Produtos Tóxicos, Perigosos ou Insalubres

No processo de produção de biodiesel existe a mistura de componentes químicos que se enquadram na categoria de aero dispersores, sendo assim para a manipulação de ácido sulfúrico se utiliza de captor tipo fresta com exaustão (capela), que está instalada em um laboratório anexo ao I-34 (Figura 3). A manipulação do álcool etílico também era realizada em capela em laboratório anexo.

Observou-se que mesmo com a realização de atividades que dentro de seus componentes possuem materiais químicos com índice de periculosidade ou toxicidade, as mesmas não se apresentaram como riscos químicos evidentes aos trabalhadores.



Figura 3 – Captor tipo fresta com exaustão

Fonte: Autoria própria.

Averiguou-se o seguimento da NBR-13193 para aplicação de cores em tubulações industriais (Figura 4), e demonstrou-se que as tubulações de O₂ (N1 – Preto), N₂ (N6,5 – Cinza Claro) e Ar comprimido (2.5 PB4/10 – Azul- segurança) não se apresentam em conformidade com as cores que devem ser representadas segundo NBR.



Figura 4 – Tubulação de gases.

Fonte: Autoria própria.

4.3. RISCOS ERGONÔMICOS

4.3.1. Iluminação

O local, através da obtenção da iluminação média de 364,44 lux enquadrava-se como denomina a mesma NBR-5413, na classe de tarefas visuais classe A, com iluminância em Lux de 200-300-500 e tipo de atividades com iluminação geral para áreas usadas ininterruptamente ou com tarefas visuais simples. Os fatores determinantes levados em consideração foram: idade inferior a 40 anos (-1), velocidade e precisão sem importância (-1) e refletância do fundo entre 30 e 70% (0). O Somatório dos valores obtidos para os fatores foi de (-2), podendo então ser usada para a avaliação a iluminância de menor valor assim como

apresenta a NBR. Mesmo acima do valor estimado pela NBR para a situação exposta (200 lux) a iluminância atende a faixa estabelecida.

O laboratório químico I-34 apresentou-se em acordo com a NBR-5413 conforme os critérios de idade, refletância do fundo do plano de trabalho e, ainda, velocidade e precisão das tarefas realizadas o valor mínimo é de 200 lux e o valor medido no laboratório foi de 364,44 lux, logo se demonstra a ampla capacidade de realização de tarefas devido à boa iluminância do local.

4.3.2. Postura em Pé

Para a postura em pé, o trabalho apresenta certo dinamismo o que pode vir a representar uma diminuição da incidência de doenças ocupacionais relacionadas a postura em pé, que tencionam excessivamente certos membros como superiores, pescoço, região dorsal. Através de questionamento aos trabalhadores à respeito da postura em pé, os mesmos responderam que os trabalhos apresentam alto dinamismo, com exceção de trabalhos com tempo determinado para a retirada de certas substâncias que muitas vezes se faz necessário manter-se em posição desconfortável por determinado período.

4.3.3. Postura Sentada

A mesa onde estão os computadores para uso e manipulação de dados apresenta-se a 0,70 m de altura, com assentos que possuem ajuste de altura, com encosto para as costas, mas sem encosto para cabeça e sem apoio para os braços, sem borda frontal arredondada. Como assento possui regulagem de altura cada utilizador do equipamento pode regular para que o mesmo fique eficiente para a visualização do monitor do computador (Figura 5).

Basicamente os trabalhadores do laboratório químico I-34 são compostos por mulheres que possuem uma estatura média de 1,62 m, sendo assim, há a

necessidade de se aumentar consideravelmente o tamanho da altura do assento à aproximadamente 0,55 m do chão.

Outra dificuldade para os trabalhadores seria a falta de apoio para os braços, fazendo com que o mesmo tenha que manter esforço maior no momento de digitação. As telas dos monitores apresentam cores escuras as quais não ofuscam as imagens ou mesmo criam desconforto aos usuários. Se o trabalhador passar muito tempo realizando uma atividade de tratamento de dados em computador a mesma gerará certo desconforto, pois os assentos não possuem apoio para braços nem apoio para cabeça, podendo vir a acarretar em doenças ocupacionais. Através de questionamento aos trabalhadores à respeito da postura estática, ou utilização da mobília, a resposta foi que ao utilizar por tempo elevado os mesmos sentem desconforto na região dorsal, lombar e no pescoço, além de cansaço nos braços.



Figura 5 – Mesa para com computador para tratamento de dados.

Fonte: Autoria própria.

4.3.4. Temperaturas

Através do índice IBUTG foi-se definido regime de trabalho contínuo, leve (até 30 °C) com 125 kcal/h. Isto nos demonstra que a exposição ao calor pelos trabalhadores é baixa e não apresenta risco considerável aos mesmos.

4.3.5. Ventilação

A ventilação do laboratório I-34 é realizada através de ar-condicionado de 9.000 BTU (Figura 6) por ser uma área pequena o mesmo apresenta boa capacidade de refrigeração do local, a média de temperatura anuais do local de trabalho apresenta-se em 20°C. A taxa de metabolismo média para trabalho no laboratório é de 125 Kcal/h (trabalho leve) sendo assim o trabalho pode apresentar trabalho contínuo com um IBUTG de 23,47%, sem obrigatoriedade de descanso. Cita-se que se faz necessário à limpeza a cada três meses dos filtros o ar condicionado presente no laboratório para evitar a dispersão de doenças respiratórias, vírus ou bactérias.



Figura 6 – Ar condicionado.

Fonte: Autoria própria.

4.4. RISCOS COM MAIOR ÍNDICE DE OCORRÊNCIA

4.4.1. Impactos Sofridos

Os impactos sofridos são de baixa ocorrência devido à pequena quantidade de vidrarias ou materiais a serem manipulados (Figura 7), mas para evitar-se este tipo de riscos é de responsabilidade do trabalhador utilizar: calçado fechado, jaleco e luvas de borracha para a lavagem e manipulação dos materiais.

A ocorrência pode ser considerada baixa devido à manipulação correta dos materiais como: lavagem das vidrarias (realizada dentro da cuba da pia, para que sejam evitadas quedas), carregamento de equipamentos (equipamentos com peso relativamente pequeno e também transporte em curtos espaços).

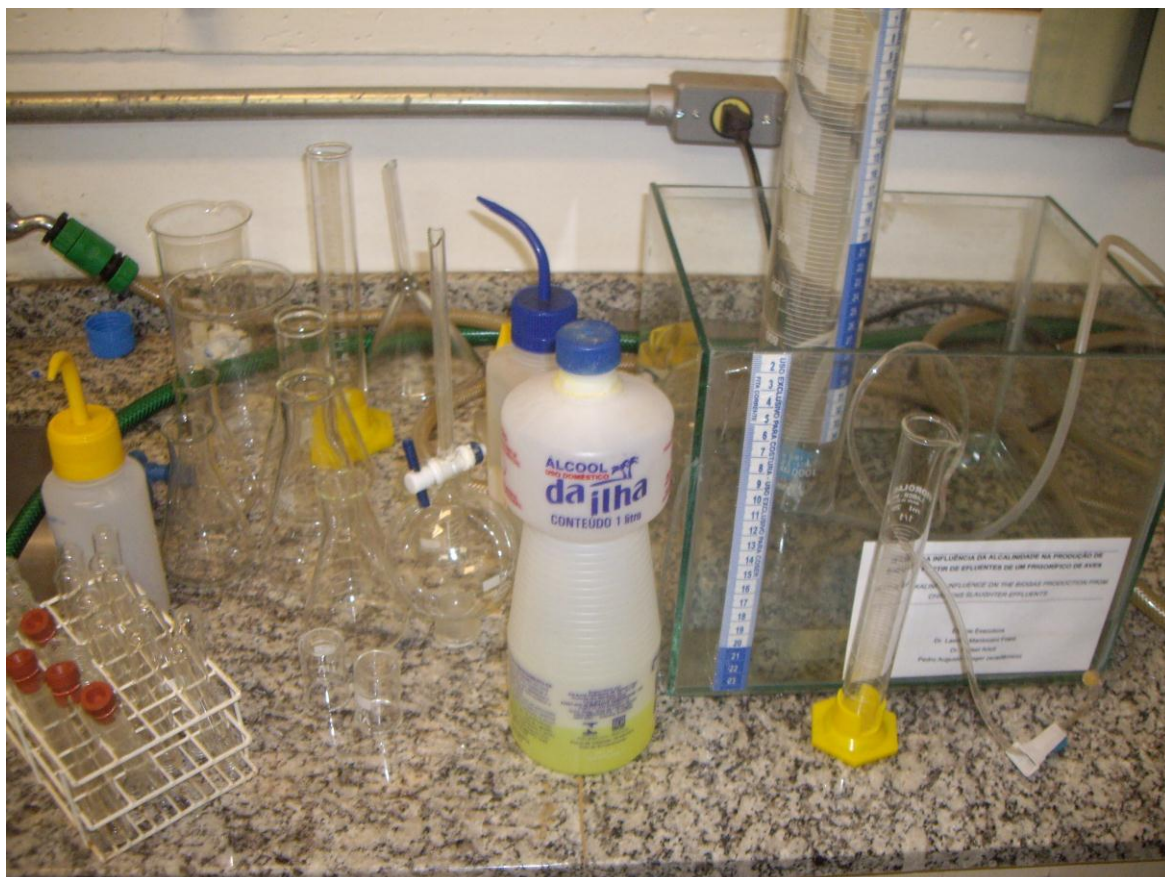


Figura 7 – Vidrarias utilizadas nos procedimentos.

Fonte: Autoria própria.

4.4.2. Quedas

Relacionado aos impactos por queda de vidrarias e equipamentos a ocorrência pode ser considerada baixa devido à manipulação correta dos materiais como: lavagem das vidrarias (realizada dentro da cuba da pia, para que sejam evitadas quedas), carregamento de equipamentos (equipamentos com peso relativamente pequeno e também transporte em curtos espaços).

Normalmente ao se lavar materiais explicita-se ao trabalhador a maneira correta de efetuar a lavagem, dentro da cuba da pia (Figura 8), evitando o derramamento de água no piso ou pia, se mesmo assim o derramamento vem a ocorrer o na área do piso, o trabalhador do laboratório solicita aos trabalhadores da área de higienização e limpeza que façam a secagem do piso.



Figura 8 – Cuba para lavagem de vidrarias.

Fonte: Autoria própria.

4.4.3. Incêndio

O laboratório I-34 não apresenta plano de prevenção e combate a incêndios constantes na NR-23, que estabelece as condições mínimas contra incêndios em local de trabalho. Possui indicação de saída de emergência no início do corredor que dá acesso ao laboratório (Figura 9), não apresentado conformidade com NBR-10898 que prevê regras básicas para iluminações de emergência.



Figura 9 – Iluminação de saída de emergência.

Fonte: Autoria própria.

Não apresenta sistema de detecção e alarme de incêndio como prevê a NBR-9441; E também não apresenta as áreas previstas na NBR-9077 de saídas de emergência (Figura 10).



Figura 10 – Saída do laboratório I-34.

Fonte: Autoria própria.

Para sistemas de proteção por extintores de incêndio portáteis NBR-12693 não estabelece visualização necessária aos agentes extintores, possuindo três extintores classe B e C (Figura 11) fora de conformidade com a NBR-14432, sendo assim não prevê carga de incêndio de risco elevado havendo necessidade de substância extintora classe D.



Figura 11 – Extintor de incêndio.

Fonte: Autoria própria.

5. CONCLUSÕES

Mediante pesquisa qualitativa e quantitativa e os aspectos levantados sobre a segurança de trabalho em laboratório químicos apresentados ao longo deste trabalho, conseguiu-se concluir que os trabalhos em laboratórios químicos são atividades que apresentam alto risco de acidentes de trabalho devido às substâncias, equipamentos e materiais que são manuseados.

Nas atividades de síntese de biodiesel e produção de biogás conclui-se que para riscos químicos estas operações não representam risco evidente à saúde do colaborador. Riscos físicos: se pôde concluir que em relação à dosimetria, os ruídos não apresentam riscos a saúde do trabalhador, já para o nível de ruído existe uma quantidade de decibéis acima do nível permitido por lei, o que em longo prazo pode vir a acarretar em danos a saúde do trabalhador; Riscos ergonômicos: concluiu-se que para a postura em pé não se apresenta risco a saúde do trabalhador, já para postura sentada o trabalho pode vir a acarretar riscos à saúde do trabalhador em longo prazo, no quesito iluminação, ventilação e temperaturas obteve-se boa capacidade de uso do laboratório.

Ao avaliar os riscos com índice de maior incidência como: quedas, impactos sofridos e incêndios. Concluiu-se que as quedas são de baixa ocorrência e não representam riscos aos trabalhadores, o mesmo ocorrendo para impactos sofridos. O risco de incêndios é algo que se deve ser tratado com devido cuidado, pois, como se pode observar existem tubulações de gases sem distinção adequada de cores, não existem saídas de emergência, não existem agentes extintores adequados e nenhum plano de emergência de incêndios, conclui-se então que o risco de incêndio no laboratório I-34 é alto, podendo acarretar danos à saúde e vida dos colaboradores.

Para se buscar um nível de segurança adequado ao laboratório é necessária uma ação conjunta entre a entidade de ensino, os servidores, funcionários e alunos usuários dos laboratórios I-34 para que fiquem evidenciados os riscos à quais os usuários do laboratório estarão expostos, quais as consequências do não respeito a normas de segurança e danos a saúde do trabalhador.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Norma Brasileira de Regulamentação n° 5382, 5413, 9077, 10151, 10152, 10898, 11762. Disponível em: <http://www.abnt.org.br>.

ABIPECS - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA. Site corporativo. Disponível em: <http://www.abipecs.com.br>. Acesso em 15/05/2012.

AMARAL, R. G. **Viabilidade econômica da implantação de um sistema de geração de energia elétrica a partir de biogás gerado em um abatedouro de aves**. Trabalho de diplomação apresentado a Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2011. 69p.

BISSO, E. M. **O que é segurança no trabalho**. São Paulo: Brasiliense, 1990. 78p.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora n° 1, 4, 5, 6, 7, 9, 12, 17, 23, 25 de 08 de Junho de 1978. Disponível em: <http://portal.mte.gov.br/legislacao>. Acesso 28/05/2012.

CARDOSO, A. A.; ROSA, H. A.; ROCHA, C. J. **Introdução à química ambiental**. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. 256p.

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Emissões de Metano no Tratamento e na Disposição de Resíduos**. Ministério de Ciência e Tecnologia, São Paulo, 2006.

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Guia técnico ambiental de frigoríficos – Industrialização de carne (bovina e suína) – Série P+L**. São Paulo: CETESB, 2008. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em 15/05/2012.

CHERNICHARO, C. A. de L. **Reatores anaeróbios**. Belo Horizonte: UFMG, 1997. 245p.

COUTO, H. A. **Doenças profissionais: guia prático de tenossinovites e outras doenças de origem ocupacional**. Belo Horizonte: Asta Médica, 1994.

FERRARI, et. al. **Biodiesel de soja – taxa de conversão em ésteres etílicos, caracterização físico-química e consumo em gerador de energia.** Química Nova, vol. 28, n. 1, p.19-23, 2005.

FERRAZ, J. M. G.; MARRIEL, I. E. **Biogás: uma fonte alternativa de energia.** Sete Lagoas, EMBRAPA/CNPMS, 1980.

FLEURY, A. C. C.; et. al. **Processo e relações do trabalho no Brasil.** 2ª ed. São Paulo: Atlas, 1987. 216p.

ICLEI – Brasil – Governos Locais pela Sustentabilidade. **Manual para o Aproveitamento do Biogás. v. 1 – Aterros Sanitários.** Secretariado para América Latina e Caribe, Escritório de Projetos do Brasil, São Paulo, 2009. 80 p.

LIDA, I. **Ergonomia Projeto e Produção.** 2ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005. 630p.

LIMA, L. P.; COSTA, E.; CHAGAS NETO, F. **Avaliação das condições de segurança do trabalho no laboratório do núcleo de análises e desenvolvimentos de processos da Universidade Federal do Ceará.** V Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, 2010. Disponível em: <http://connepi.ifal.edu.br/connepi>. Acesso em 22/05/2012.

MATTOS, U. A. O. ; FORTES, J. D. N. **Cadernos de saúde do trabalhador: Os riscos no setor urbanitário: serviços de água/esgoto, eletricidade e gás.** São Paulo: Kingraf, 2000. 35p.

MATTOS, U. A. O. ; FREITAS, N. B. B. **Mapa de Risco no Brasil: As Limitações da Aplicabilidade de um modelo Operário.** Artigo. Caderno de Saúde Pública, 10(2): 251-258. São Paulo, 1994.

MTE – MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Ergonomia – indicação de postura a ser adotada na concepção de postos de trabalho.** Nota Técnica n. 060. Brasília, 2001. Disponível em: http://www.mte.gov.br/seg_sau/comissoes_cne_notatecnica.pdf. Acesso em 01/08/2012.

NETO, G. R. et. al. **Laudos periciais de insalubridade.** Monografia. Curso de Pós-graduação em Engenharia de Segurança no Trabalho. Universidade Estadual de Ponta Grossa. São Mateus do Sul, 2005. 32p.

PEREIRA, A. D. **Tratado de Segurança e Saúde Ocupacional: Aspectos técnicos e jurídicos**. Vol. I: comentários às normas NR-1 a NR-6. São Paulo: LTr, 2005. 327p.

PEREIRA, A. D. **Tratado de Segurança e Saúde Ocupacional: Aspectos técnicos e jurídicos**. Vol. II: comentários às normas NR-7 a NR-12. São Paulo: LTr, 2005. 389p.

PORTO, M. F. S. **Cadernos de Saúde do Trabalhador: Análise de riscos nos locais de trabalho: conhecer para transformar**. São Paulo: Kingraf, 2000. 43p.

RENNER, J. S. **Custos posturais nos posicionamentos em pé, em pé/sentado e sentado nos postos de trabalho do setor costura na indústria calçadista**. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002. Disponível em: http://hdl.handle.net/10183/2449_000369947. Acesso em 01/08/2012.

ROSSETTI, J. P. **Introdução à economia**. 20^a ed. 6^a reimpressão. São Paulo: Atlas, 2009. 928p.

SGANZERLA, E. **Biodigestor: uma solução**. Porto Alegre: Agropecuária, 1983. 81 p.

SILVA, J. A. **Microrganismos patogênicos em carne de frango**. Artigo. Revista Higiene Alimentar, n. 58. São Paulo, 1998. Disponível em www.bichoonline.com.br/artigos/ha0019.htm. Acesso em 01/08/2012.

SOUTO, D. F. **Saúde no Trabalho: uma revolução em andamento**. Rio de Janeiro: SENAC Nacional, 2004. 336p.

SOUZA, R. V. G. **Ergonomia e Ambiente Construído: Uma análise de parâmetros de conforto ambiental**. Artigo. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1997. 7p.

TERRA, N. N; FRIES, L. L. M. **A qualidade da carne suína e sua industrialização**. Artigo. 1^a Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína. Universidade Federal de Santa Maria. Concórdia, 2000. 5p.

ZOCCHIO, A. **Prática da prevenção de acidentes: ABC da segurança do trabalho**. 7^a ed. São Paulo: Atlas, 2002. 278p.

ANEXOS

ANEXO I - MAPA DE RISCOS COM AS PRINCIPAIS INCIDÊNCIAS DE RISCOS POR ÁREA DE LABORATÓRIO.

