

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO**

**MIRIAM TÖWS**

**IDENTIFICAÇÃO DE RISCOS À SEGURANÇA DO TRABALHADOR  
NA OPERAÇÃO DE REMOÇÃO DE ODORES - CASO DE UMA  
CHURRASCARIA EM CURITIBA**

**MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO**

**CURITIBA  
2013**

**MIRIAM TÖWS**

**IDENTIFICAÇÃO DE RISCOS À SEGURANÇA DO TRABALHADOR  
NA OPERAÇÃO DE REMOÇÃO DE ODORES - CASO DE UMA  
CHURRASCARIA EM CURITIBA**

Monografia apresentada para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR.

Orientador: Prof. Dr. André Nagalli

Co-orientador: Anderson Cardoso Sakuma

CURITIBA  
2013

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

**MIRIAM TÖWS**

### **IDENTIFICAÇÃO DE RISCOS À SEGURANÇA DO TRABALHADOR NA OPERAÇÃO DE REMOÇÃO DE ODORES - CASO DE UMA CHURRASCARIA EM CURITIBA**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Orientador:

---

Prof. Dr. André Nagalli  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Campus Curitiba.

Banca:

---

Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Campus Curitiba.

---

Prof. Dr. Adalberto Matoski  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Campus Curitiba.

---

Prof. Msc. Massayuki Mário Hara  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Campus Curitiba.

Curitiba  
2013

“O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso”

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus que me deu a oportunidade de conviver com pessoas tão importantes em minha vida.

A Anderson Cardoso Sakuma, do TECPAR, por ter incentivado, oportunizado e orientado o estudo, assim como pela amizade cultivada ao longo dos anos.

Ao Prof. Dr. André Nagalli da UTFPR, pela orientação do trabalho, sugestões, contribuições e imediata disposição para apontar melhorias na realização do mesmo.

A Leandro Andrade Pegoraro, Leonardo Kozak Michelin e Iran Lago Pereira, do TECPAR, pelas informações essenciais para a realização deste trabalho.

A Augusto Farfus, proprietário da churrascaria, por ter autorizado as visitas necessárias para o levantamento dos dados para execução do trabalho.

Ao Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai da UTFPR, pelo empréstimo do equipamento para as medições necessárias.

Ao Prof. Dr. Adalberto Matoski da UTFPR, pelas dúvidas sanadas ao longo da execução do trabalho.

Aos colegas, pela convivência harmoniosa durante o período de realização do curso, em especial a José Antônio Monticelli, pela amizade e apoio.

E a todos que direta e/ou indiretamente colaboraram para a execução deste trabalho.

## RESUMO

TÖWS, Miriam. Identificação de riscos à segurança do trabalhador na operação de remoção de odores - caso de uma churrascaria em Curitiba. 2013. 50 f. Monografia do Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2013.

Atualmente, novas tecnologias para o tratamento de emissões atmosféricas têm sido implantadas. De forma pioneira, o proprietário de uma churrascaria, na região central de Curitiba, instalou um sistema biológico, desenvolvido pelos pesquisadores do Instituto de Tecnologia do Paraná (TECPAR), para a eliminação de odores da fumaça proveniente da queima do carvão. O uso de novas tecnologias costuma demandar análises de risco. Este estudo tem como objetivo investigar riscos relacionados à segurança laboral dos operadores desse sistema. Subsidiariamente, buscou listar tais riscos e propor medidas para sua minimização. Foram realizadas visitas técnicas de caráter observacional, analisando as condições do ambiente de trabalho, entrevistas com os operadores e contraposição das condições de trabalho com Normas Regulamentadoras. Tal estudo resultou na observação de um ambiente limpo, organizado e composto por equipamentos em boas condições de funcionamento. Os principais riscos identificados referem-se principalmente ao acesso do sistema, realizado por escada de mão e rampas desprovidas de corrimão. Problemas com levantamento, transporte e retirada de cargas, prejudiciais à saúde, também foram encontrados. Além disso, o sistema é totalmente desprovido de sinalização, possui apenas um extintor para atender a área de trabalho e os operadores ficam expostos às intempéries. Medições de ruído foram efetuadas em alguns pontos do local, mas todas se encontram abaixo dos limites de tolerância estabelecidos. De forma geral, conclui-se que foi realizada a identificação dos riscos tanto à segurança laboral dos operadores quanto aos potenciais riscos existentes no local de trabalho, tais riscos foram listados e medidas para minimizá-los foram sugeridas.

**Palavras-chave:** Segurança do Trabalho, Normas Regulamentadoras, Condições de trabalho, Sistema de tratamento biológico de fumaça.

## ABSTRACT

Tows, Miriam. Identification of risks to worker safety in the operation of odor removal - if a steakhouse in Curitiba. 2013. 50 f. Monograph of Course Specialization in Safety work Engineering of the Federal Technological University of Paraná. Curitiba, 2013.

Currently, new technologies for the treatment of atmospherical emissions have been deployed. In a pioneering way, the owner of a steak house, in central Curitiba, installed a biological system, developed by researchers of the Technology Institute of Paraná (TECPAR), in order to eliminate the odors of smoke resulting from burn of coal. The adoption of new technology use to imply on risks analysis. This study aimed to investigate risks related to occupational safety of the operators this system. It were rolled the risks and proposed ways to minimize them. Field investigations were made analyzing the conditions of the environment work, interviews to operators, and contraposition to the Regulatory Standards. The study showed a clean, organized and composed of equipment in good working condition. The main identified risks relate to access the system, performed by ladder with handrails and ramps lacking. Problems with lifting, transport and removal of loads, hazardous to health, were also found. Moreover, the system is totally devoid of signaling, it has only one fire extinguisher to suit desktop and operators are exposed to sun, rain and wind. Noise measurements were made in some parts of the site, but all of them were below the established tolerance limits. Overall, it appears that was performed to identify the risks to both the job security of operators about the potential risks in the workplace, such risks were listed and measures to minimize them have been suggested.

**Keywords:** Safety work, Regulatory standards, Working conditions, Smoke treatment biological system.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Esquema do sistema de tratamento de fumaça da churrascaria. ....	17
FIGURA 2 – Chaminé da churrascaria e instalação de fotobiorreatores. ....	31
FIGURA 3 – Local de instalação dos biorreatores. ....	31
FIGURA 4 – Escada de acesso ao sistema, levantamento e retirada de cargas. ....	33
FIGURA 5 – Acesso à rampa, que deveria ser feito por meio de degrau. ....	35
FIGURA 6 – Rampa de acesso aos fotobiorreatores desprovida de corrimão. ....	35
FIGURA 7 – Rampa de acesso ao local de instalação dos biorreatores. ....	36
FIGURA 8 – Espaço estreito de circulação do operador. ....	37
FIGURA 9 – Regulagem da abertura dos dutos para vazão de saída da fumaça. ....	38
FIGURA 10 – Escada com proteção e chaminé com guarda corpo. ....	38
FIGURA 11 – Extintor desprovido de qualquer tipo de sinalização. ....	39
FIGURA 12 – Sistema elétrico sem sinalização. ....	40
FIGURA 13 – Fiação aparente desprotegida. ....	40
FIGURA 14 – Acesso inadequado ao fotobiorreator e abertura lateral para aferição. ....	41
FIGURA 15 – Localização do motor da bomba do sistema. ....	42
FIGURA 16 – Mapa de Riscos Ambientais da churrascaria. ....	44

## **LISTA DE QUADROS**

QUADRO 1 – Classificação dos riscos ocupacionais.....	20
-------------------------------------------------------	----



## **LISTA DE TABELAS**

TABELA 1 – Níveis de ruído medidos no local de estudo .....	433
-------------------------------------------------------------	-----

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ASO - Atestado de Saúde Ocupacional

CA - Certificado de Aprovação

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CLT - Consolidação das Leis do Trabalho

CO<sub>2</sub> - Dióxido de carbono

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

dB(A) - Decibel ponderado em “A”

EPI - Equipamento de Proteção Individual

Fundacentro - Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho

IAP – Instituto Ambiental do Paraná

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis

MTE - Ministério do Trabalho e Emprego

NBR – Normas Brasileiras

NRs - Normas Regulamentadoras

O<sub>2</sub> - Oxigênio

PCMSO - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional

PPRA - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais

SEMA - Secretaria Estadual do Meio Ambiente

SESMT - Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho

SSST - Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho

TECPAR – Instituto de Tecnologia do Paraná

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
1.1 OBJETIVOS .....	12
1.1.1 Objetivo Geral .....	12
1.1.2 Objetivos Específicos .....	12
1.2 JUSTIFICATIVA .....	12
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>13</b>
2.1 POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA .....	13
2.1.1 Tratamento e controle .....	13
2.1.2 Legislação .....	14
2.2 UTILIZAÇÃO DE MICROALGAS PARA O TRATAMENTO DE EMISSÕES .....	15
2.3 FOTOBIOREACTORES .....	16
2.4 SISTEMA DE TRATAMENTO BIOLÓGICO DA FUMAÇA .....	16
2.5 SEGURANÇA DO TRABALHO .....	18
2.5.1 Riscos Ocupacionais .....	19
2.5.2 Mapa de Riscos Ambientais .....	20
2.5.3 Normas Regulamentadoras .....	20
2.5.3.1 NR 01 - Disposições Gerais .....	21
2.5.3.2 NR 06 - Equipamentos de Proteção Individual - EPI .....	21
2.5.3.3 NR 07 - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO .....	22
2.5.3.4 NR 09 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais - PPRA .....	23
2.5.3.5 NR 10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade .....	24
2.5.3.6 NR 15 - Atividades e Operações Insalubres .....	25
2.5.3.7 NR 17 - Ergonomia .....	25
2.5.3.8 NR 18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção .....	26
2.5.3.9 NR 23 - Proteção contra Incêndios .....	27
2.5.3.10 NR 26 - Sinalização de Segurança .....	28
2.5.3.10.1 ABNT NBR 7195 - Cores para Segurança .....	28
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>30</b>
3.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL DE TRABALHO .....	30
3.2 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES .....	32
<b>4 ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>34</b>
4.1 IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS .....	34
4.1.1 Riscos relacionados ao ambiente de trabalho .....	34
4.1.2 Riscos relacionados às atividades .....	41
4.2 MAPA DE RISCOS AMBIENTAIS .....	44
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>45</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>46</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento e crescimento industrial e urbano são os principais causadores do aumento crescente das emissões poluentes atmosféricas. No entanto, isso não é um problema de origem atual, pois foi a partir da Revolução Industrial, século XVIII, que a poluição atmosférica tomou grandes proporções. Com o progresso da industrialização, e conseqüentemente das atividades humanas, a poluição do ar, considerada de maior impacto ao meio ambiente, reflete-se em enormes danos à natureza, diretamente relacionados ao meio ambiente e ao homem (LOUREIRO, 2005).

Nos últimos anos, a preocupação com o meio ambiente tem se tornado cada vez mais frequente entre as pessoas. Devido ao desenvolvimento da tecnologia, muito se tem feito para minimizar e/ou solucionar os efeitos da poluição sobre o meio ambiente, principalmente no que diz respeito à atmosférica. Devido à limitação da capacidade de autodepuração da natureza, fica sob responsabilidade humana auxiliar no controle da poluição. A adoção de medidas para evitar, minimizar ou eliminar a poluição pode ser feita através da implantação de novas tecnologias para tratamento de emissões poluidoras, assim como a utilização de tecnologias limpas nos sistemas produtivos (ROSEIRO; TAKAYANAGUI, 2004).

Com essa consciência ambiental e também social, de forma pioneira, uma churrascaria no município de Curitiba, estado do Paraná, implantou um sistema biológico para eliminação do odor da fumaça gerada pela queima do carvão, grande fonte poluidora, reduzindo assim o incômodo à vizinhança. Tal sistema utiliza fotobiorreatores com microalgas por onde é borbulhada a fumaça, através de um meio líquido, cujos componentes são degradados. Atualmente 35% da fumaça esta sendo tratada, porém estudos estão sendo realizados para aumentar a eficiência do sistema (Instituto de Tecnologia do Paraná, 2012).

Minimizados os danos à natureza, outra questão surge: os operadores do sistema trabalham em condições seguras? Não basta levar em consideração somente o aspecto ambiental, mas também as condições de trabalho às quais os operadores estão submetidos. Um ambiente que oferece condições satisfatórias, ou seja, limpo, organizado, seguro e saudável, promove uma vida com melhor qualidade e bem estar para o trabalhador, aumentando assim a produção.

Neste aspecto, a segurança do trabalho, baseada nas Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego, vem promover a proteção do trabalhador, identificando, avaliando e controlando situações de risco decorrentes do ambiente de trabalho e também das atividades exercidas no mesmo. Vários são os riscos encontrados, os quais variam de acordo

com o processo de produção, atividade, medidas de controle existentes, entre outros (SALIBA, 2008). No decorrer deste trabalho alguns desses riscos serão descritos.

É sobre esse ponto de vista, condições e local de trabalho do operador, que o presente trabalho baseia-se, analisando e identificando os prováveis riscos relacionados ao processo.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Identificar os riscos relacionados à segurança laboral dos operadores do sistema de tratamento biológico de odor de fumaça instalado em uma churrascaria na região de Curitiba.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

Constituem-se objetivos específicos dessa pesquisa os seguintes aspectos:

- Identificar os riscos potenciais presentes no local de implantação e operação do sistema de remoção de odores da churrascaria;
- Listar os riscos aos quais os operadores do sistema estão sujeitos;
- Propor medidas para minimização dos riscos identificados.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

O presente trabalho tem a finalidade de estudar quais são os pontos críticos e sugerir melhorias nas condições de trabalho dos operadores do sistema para garantir a segurança e saúde dos mesmos, adotando medidas simples e cabíveis ao processo.

Por se tratar de um sistema inovador, é preciso ser analisada a questão da segurança do trabalho e identificar os riscos existentes no ambiente de trabalho para que as condições dos operadores, durante a execução do processo, sejam melhoradas.

Tal sistema representa a busca por soluções para o problema de emissões de odores e fumaça de atividades comerciais tais como churrascarias, pizzarias, padarias, etc., adequando-se assim à legislação ambiental aplicável à atividade. Além disso, tem-se a formação de produtos de grande interesse na indústria cosmética, alimentícia e principalmente na futura produção de biocombustíveis, tais como o biodiesel de microalgas.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

A poluição atmosférica é entendida como a presença ou lançamento de substâncias na atmosfera, mantidas acima dos limites de aceitabilidade para o bem estar do homem, animais ou meio ambiente, porém esses limites são definidos pelo próprio homem, tornando-se assim algo dinâmico (SILVA, 2010).

Os poluentes atmosféricos podem ser de origem natural, os quais não se têm controle, ou causados pelas atividades humanas, também chamadas de antropogênicas, sendo as atividades industriais uma das maiores causadoras das emissões, desencadeando no desequilíbrio da natureza (SILVA; MENDES, 2006).

O ar pode ser considerado poluído a partir da ultrapassagem dos limites de aceitabilidade. Para essa definição, é importante a existência de padrões para avaliar a qualidade do ar, pois esses definem o nível tolerável para que certa substância presente no ar não seja prejudicial. Tais padrões estão divididos em primários e secundários. O padrão primário define as concentrações máximas toleráveis dos poluentes atmosféricos, que ultrapassadas podem prejudicar a saúde da população, não considerando a natureza como um todo. Já o secundário, define as concentrações abaixo das quais se podem prever a menor consequência ao bem estar da população e danos ao meio ambiente. No entanto, esses padrões não promovem uma segurança absoluta no que se refere a efeitos sobre a saúde da população e danos ao meio ambiente, pois tais efeitos poderão ser observados em longo prazo. Mesmo com os limites abaixo dos padrões da qualidade do ar, sabe-se que os efeitos da poluição atmosférica existem, portanto havendo um decréscimo nas concentrações, tem-se um ganho na qualidade de vida (IAP, 2009).

Por possuírem um grande volume por unidade de massa, os poluentes atmosféricos lançados na atmosfera e misturados com o ar, são levados por correntes de vento, o que não pode ser controlado. Assim, pode-se perceber sua presença, em determinados locais, através de seu odor (LACAVA, 2003).

#### 2.1.1 Tratamento e controle

Para evitar uma catástrofe num futuro próximo ou distante, é necessário agir adequadamente contra os efeitos prejudiciais da poluição atmosférica, ou seja, planejar ações

que motivem melhorias na qualidade do ar, observar a evolução dessa qualidade, conhecer e medir as concentrações dos poluentes, definir suas fontes, analisar os valores limites, entre outras ações (LUZ, 2008).

A situação ambiental do planeta, no que diz respeito às condições climáticas e conservação da integridade da biosfera, são de fundamental importância para o desenvolvimento de novas tecnologias para o tratamento e controle das emissões gasosas (LOPES, 2007).

A utilização de produção mais limpa em processos produtivos, conceitualmente, refere-se à eficiência no uso de matérias-primas e energia, redução de desperdícios, culminando na minimização das fontes geradoras de resíduos e suas emissões. Diz respeito a um conjunto de ações de natureza ambiental que resultam em ganhos nos mais variados aspectos, buscando eliminar possíveis impactos ambientais. Assim, ao invés de tratar os resíduos gerados, o que se torna caro, evita-se sua geração (BARBOSA FILHO, 2010).

Conforme IAP (2009) o controle da poluição atmosférica baseia-se na proteção e prevenção dos comprovados impactos adversos e na convivência em um ambiente limpo e saudável. Tais impactos, e consequentes prejuízos causados, acarretam em perdas sociais futuras, não sendo distinguíveis dos danos ocasionados à saúde do trabalhador na atualidade (BARBOSA FILHO, 2010).

Devido à degradação da natureza, ocasionada pelo crescente processo industrial, fez-se necessária a criação de instrumentos legais para proteção da natureza (CECILIA, 2008).

### 2.1.2 Legislação

Para que a ocorrência de danos à saúde seja prevenida, é necessário o controle da poluição do ar. Para tal, foram adotados regulamentos e legislações limitando a emissão das quantidades de poluentes para a atmosfera, devido ao crescente desenvolvimento industrial e urbanização (GALVÃO FILHO, 1989).

A criação da Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA) deu-se em 1973 e assim, a publicação das primeiras leis ambientais no Brasil (DOZENA, 2000). No Paraná, a Resolução SEMA nº 054/06 estabelece padrões de emissão para processos industriais, servindo como uma ferramenta importante para o monitoramento das emissões, com avaliações frequentes através de amostragem e análises nas chaminés e dutos industriais (FERREIRA; OLIVEIRA, 2011).

O controle efetivo das fontes de poluição atmosférica, no Brasil, iniciou com a criação da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) e com isso, gradualmente, as ações governamentais sobre tais fontes foram propagadas para os demais estados. Diretrizes nacionais foram estabelecidas pela legislação brasileira e assim os estados tornaram-se responsáveis pela ação ambiental em seu território. Os Poderes Legislativo e Executivo elaboram as normas ambientais nacionais através do Ministério do Meio Ambiente, Portarias do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA (DOZENA, 2000).

Com a Resolução CONAMA nº 005/ 1989 iniciou-se a fixação dos parâmetros para as emissões de poluentes gasosos por fontes fixas, tratando da qualidade do ar. Para complementá-la, surgem as Resoluções CONAMA nº 003/ 1990 e nº 008/ 1990, que estabelecem limites da concentração de determinados poluentes atmosféricos. Já em 2006, através da Resolução CONAMA nº 382, os parâmetros foram atualizados e ampliados, os quais foram especificados para vários tipos de combustíveis (PEREIRA JR, 2007).

De acordo com a legislação vigente, segundo Lago (2012), que realizou um estudo sobre a dispersão das emissões atmosféricas da churrascaria em questão, os parâmetros das emissões estão de acordo com os limites estabelecidos.

## 2.2 UTILIZAÇÃO DE MICROALGAS PARA O TRATAMENTO DE EMISSÕES

As microalgas têm despertado grande interesse na sua utilização em processos de captura de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) para tratamento de emissões gasosas, surgindo como tecnologias promissoras, ainda mais pela tolerância à variação de condições ambientais, variada possibilidade de culturas e também por usar o carbono como alimento (REDDY, 2002).

Na década de 90, principalmente no Japão, inúmeras pesquisas foram realizadas com a utilização de microalgas na biofixação de dióxido de carbono. Em expansão, tais estudos visam projetar sistemas eficientes e econômicos objetivando o desenvolvimento de tecnologias limpas para reduzir emissões gasosas poluentes. Processos convencionais de tratamentos de efluentes estão sendo substituídos por processos que utilizam microalgas devido ao menor custo e maior eficiência. A utilização de microalgas para tratamento de ar poluído está em crescente expansão nos últimos anos. Através do sistema, o dióxido de carbono (fixado pelas microalgas na presença de luz) e outros gases, produzidos em processos de combustão, são removidos biologicamente com o emprego de energia solar. Com isso,



poluentes secundários deixam de ser produzidos. Dessa forma, sua utilização é indicada no tratamento de efluentes gasosos com concentrações de CO<sub>2</sub> elevadas (LOPES, 2007).

Por serem organismos fotoautotróficos, as microalgas que possuem clorofila e necessitam de luz para realizar seus processos metabólicos, conseguem absorver o CO<sub>2</sub> e liberar O<sub>2</sub> para a atmosfera através da fotossíntese (MIKAMI, 2011).

### 2.3 FOTOBIORREATORES

Os processos de engenharia bioquímica têm utilizado largamente microalgas em fotobiorreatores, pois estes produzem determinados componentes naturais de interesse industrial, além do desenvolvimento de novos produtos. O tratamento de compostos poluentes utilizando microalgas em fotobiorreatores é baseado em alguns fatores fundamentais, tais como: fácil controle das condições da reação, uso de energia luminosa com elevada eficiência, mistura adequada e aumento de escala facilitado (LOPES, 2007).

O tratamento de efluentes tem utilizado largamente fotobiorreatores de sistema aberto, porém a grande dificuldade desse sistema é a alta taxa de evaporação da água e também a necessidade de amplas áreas para sua construção. Nesse aspecto, a eficiência do sistema vai depender da adequação à espécie de microalga e à remoção de compostos poluentes a serem degradados (GRIS, 2011).

### 2.4 SISTEMA DE TRATAMENTO BIOLÓGICO DA FUMAÇA

O sistema de tratamento biológico do odor da fumaça lançada pela chaminé da churrascaria é uma tecnologia limpa inovadora, desenvolvida recentemente, utilizando um sistema automatizado de fotobiorreatores que contém microalgas. Essas microalgas, através de seu metabolismo em presença de luz, utilizam como nutrientes componentes presentes na fumaça, removendo assim compostos causadores do odor. Para isso, é empregada uma cultura mista de microalgas, as quais foram captadas no lago do Passeio Público em Curitiba. Antes de sua utilização propriamente dita, foi realizado um trabalho, em laboratório, de cultivo e adaptação das espécies para então serem inseridas nos fotobiorreatores (Instituto de Tecnologia do Paraná, 2012).

Tal sistema é composto por dois fotobiorreatores de placas planas (de vidro) com capacidade de 512 litros cada, dois biorreatores de 500 litros construídos com material

plástico e mais seis biorreatores com capacidade de 1000 litros cada, conforme apresentado na Figura 1 (Instituto de Tecnologia do Paraná, 2012).

A fumaça da chaminé é captada e enviada, juntamente com ar atmosférico, por um soprador através de um sistema de tubulação de aço para suportar a alta temperatura. É inserida nos fotobiorreatores, pelo fundo, passando por difusores de ar planos para que seja borbulhada no meio líquido, conforme mostrado na Figura 1 (Instituto de Tecnologia do Paraná, 2012).

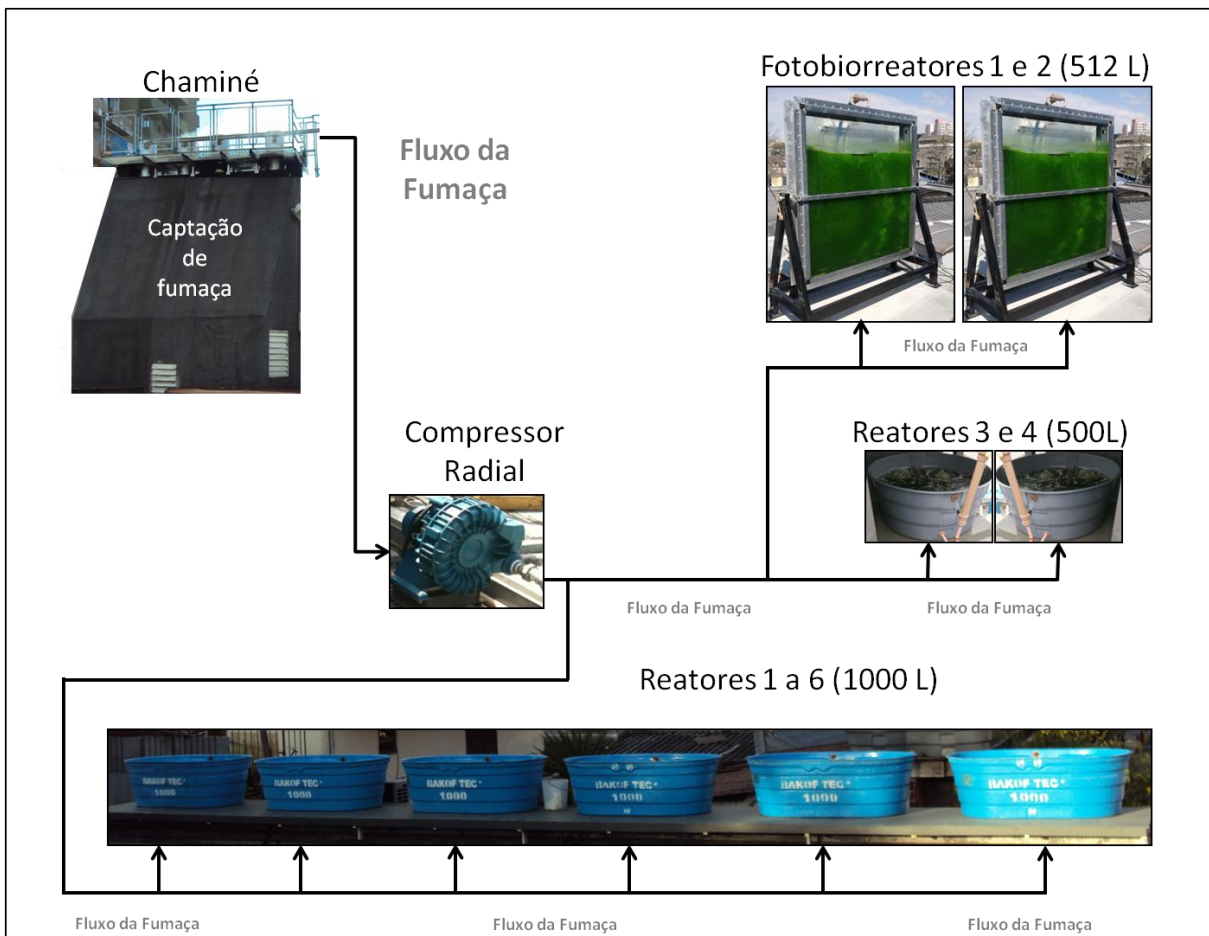


Figura 1 – Esquema do sistema de tratamento de fumaça da churrasqueira.

Fonte: Instituto de Tecnologia do Paraná (2012, p. 18).

Passado o tempo de vida das microalgas nos fotobiorreatores, é de fundamental importância a substituição das mesmas. Para isso, a biomassa formada é separada da solução de cultivo através da eletroflotação, uma técnica que se mostrou muito eficiente e de baixo consumo energético. O processo utiliza uma cuba eletrolítica, contendo dois eletrodos ligados a uma fonte. Microbolhas de gases são geradas, as quais carregam, por adsorção ou

englobamento, as microalgas (partículas em suspensão) para a superfície do equipamento. A solução clarificada é então escoada e reintroduzida nos fotobiorreatores, aguardando nova solução de cultivo, enquanto a biomassa poderá ser utilizada na indústria cosmética, farmacêutica, biodigestão, entre outros (MICHELON et al., 2012).

## 2.5 SEGURANÇA DO TRABALHO

A Revolução Industrial originou vários problemas graves, mostrando a fragilidade do ser humano perante a máquina, aumentando assim as doenças, mutilações, miséria devido ao ambiente de trabalho. Essas péssimas condições causaram muita revolta, o que provocou movimentos sociais que influenciaram os políticos e legisladores a adotarem medidas legais (SALIBA, 2008).

A preocupação com a preservação da saúde dos trabalhadores cresceu nos últimos anos tornando-se, atualmente, foco principal para os estudiosos de direito. Somente após o impulso industrial no século XIX é que foram inseridas produções legislativas a esse respeito. Já no Brasil, foi através da Constituição da República que ocorreu a inserção do direito à saúde a todos os cidadãos. A consciência do homem moderno, a respeito dos reflexos causados na saúde dos seres humanos pelo meio ambiente, foi influenciada por fatores de diversas ordens, tais como social, econômica e cultural (CECILIA, 2008).

No Brasil o descrédito e desânimo, incidentes nas áreas de saúde e segurança do trabalhador, podem ser afastados pela substituição de ações individuais por trabalho conjunto e esforço, além do interesse em fazer. Assim, faz-se necessário buscar alternativas para a elaboração de condições seguras e dignas, para melhoria dos ambientes de trabalho. É inaceitável que ambientes de trabalho sejam causadores de tantos problemas à saúde dos trabalhadores, sejam doenças, mutilações e até mesmo a morte. Para que essa realidade deixe de existir, é necessário agir imediatamente deixando de lado o discurso, além da adoção de ações conjuntas, pois todos são responsáveis pela saúde e segurança (JAIME, 1993).

Através de inúmeros casos de morte de trabalhadores no país, percebe-se que o Brasil precisa evoluir muito em se tratando de segurança no trabalho. Em respeito aos funcionários, as empresas e indústrias deveriam contemplar em seu planejamento estratégico a prevenção de acidentes e doenças do trabalho, agindo na remediação de eventuais problemas. Assim, através de propostas simples como manter um programa de educação e qualificação, descrever e efetivar procedimentos de trabalho para os funcionários, têm-se resultados

efetivos, além de atender às Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego, entre outros (MUGNAINI, 2012).

### 2.5.1 Riscos Ocupacionais

À medida que são constatadas situações de perigo ou probabilidade do mesmo, é prática comum fazer-se um levantamento de riscos, em se tratando de segurança e saúde no trabalho, tal levantamento é realizado ao longo dos últimos 70 anos no Brasil (JAIME, 1993).

Várias são as situações de risco, presentes no ambiente de trabalho, capazes de causar acidentes. Dentre elas, destacam-se o armazenamento e transporte de materiais, manuseio de produtos perigosos, máquinas e equipamentos, ferramentas manuais, entre outras (SALIBA, 2008).

Os riscos aos quais os trabalhadores estão expostos podem ser divididos em cinco categorias, a saber: físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e mecânicos (ou de acidente). Os riscos físicos são aqueles aos quais os trabalhadores podem estar expostos, normalmente sob alguma forma de energia, tais como ruído, vibrações, temperaturas extremas, pressões anormais, radiações, umidade, etc. Os riscos químicos são as substâncias, compostos ou produtos que, sob várias formas (sólida, líquida, gasosa, poeiras, névoas, neblinas, fumos, vapores) podem penetrar no organismo. Os riscos biológicos são os organismos vivos que podem causar doenças quando em contato com o corpo humano como fungos, bactérias, parasitas, etc. Os riscos ergonômicos são os fatores que podem interferir nas características psicofisiológicas do trabalhador causando danos à saúde ou desconforto tais como situação de estresse, levantamento de peso, postura inadequada, ritmo excessivo de trabalho, etc. Já os riscos de acidente são os fatores que causam vulnerabilidade, afetando assim a integridade do trabalhador, como armazenamento inadequado, máquinas e equipamentos sem proteção, ferramentas inadequadas ou defeituosas, entre outros (BRASIL, 2013a).

Para que os riscos ocupacionais sejam prevenidos é preciso que seja feito o reconhecimento dos agentes ambientais que afetam a saúde dos trabalhadores, seguido de avaliações qualitativa e/ou quantitativa e adoção de medidas de controle relativas aos agentes reconhecidos e analisados. Essas medidas devem seguir sequencialmente às referentes à fonte geradora, ao percurso, e por fim, aos trabalhadores (MORAES, 2010).

### 2.5.2 Mapa de Riscos Ambientais

O Mapa de Riscos Ambientais, através de representação gráfica (por meio de círculos), apresenta não somente as áreas de risco, mas também o tipo e sua intensidade, ou seja, estabelece um diagnóstico da situação. Para sua elaboração, é necessário que sejam feitas avaliações quantitativas ou qualitativas (preferencialmente), as quais analisam os agentes ambientais, conforme classificação e utilização de cores padronizadas, mostradas no Quadro 1 (PONZETTO, 2010).

Riscos Químicos	Riscos Físicos	Riscos Biológicos	Riscos Ergonômicos	Riscos de Acidentes
Poeiras	Ruídos	Vírus	Postura incorreta	Máquinas sem proteção
Fumos	Vibração	Bactérias	Trabalho físico pesado	Choques elétricos
Névoas	Umidade	Protozoários	Treinamento inadequado	Ferramentas defeituosas
Vapores	Pressões anormais	Fungos	Jornada prolongada	Equipamentos inadequados
Gases	Temperaturas extremas	Bacilos	Trabalho noturno	Perigo de incêndio
Produtos químicos em geral	Radiação ionizante e não ionizante	Parasitas	Conflitos, tensões emocionais	Material fora de especificação
Substâncias químicas	Alturas extremas	Animais peçonhentos	Desconforto	Armazenamento inadequado
Fumaças	Calor	Suor	Monotonia	Arranjo físico deficiente
Combustíveis em geral	Frio	Águas residuais, efluentes	Responsabilidade excessiva	Edificações perigosas

Quadro 1 – Classificação dos riscos ocupacionais.

Fonte: Adaptado de PONZETTO (2010, p. 22).

### 2.5.3 Normas Regulamentadoras

As Normas Regulamentadoras (NRs), referentes à segurança e medicina do trabalho, são regidas pela Portaria nº 3.214, de 8 de junho de 1978 do Ministério do Trabalho e Emprego- MTE (COSTA; COSTA, 2004). Atualmente são 35 Normas Regulamentadoras em vigência.

A seguir serão apresentadas somente as NRs cabíveis ao sistema em estudo.

### 2.5.3.1 NR-01 - Disposições Gerais

Essa norma estabelece que todas as empresas que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) devem obrigatoriamente observar as NRs referentes à segurança e medicina do trabalho. Porém se devem observar também outras disposições regulamentadas pelo estado ou município. A Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho (SSST) é o órgão nacional responsável pelas atividades referentes à segurança e medicina do trabalho (BRASIL, 2013b).

O empregador deve cumprir e fazer cumprir as disposições legais sobre segurança e medicina do trabalho através de uma série de ações para com seus empregados, tais como estabelecer ordens de serviço, prevenir atos inseguros, divulgar as obrigações e proibições que devem ser conhecidas, entre outras. Deve também informar aos empregados os riscos profissionais originados no local de trabalho, como prevenir e minimizar os riscos, permitir o acompanhamento da fiscalização por representantes dos empregados, entre outros (BRASIL, 2013b).

Já ao empregado, cabe cumprir as disposições legais e as ordens de serviço, usar os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), além de colaborar com a aplicação das NRs (BRASIL, 2013b).

Caso as disposições legais não sejam cumpridas, o empregador poderá ser penalizado (BRASIL, 2013b).

### 2.5.3.2 NR-06 - Equipamentos de Proteção Individual - EPI

Essa norma define EPI como sendo todo dispositivo ou produto destinado a proteger o trabalhador dos riscos à sua saúde e segurança. Os EPIs comercializáveis devem possuir Certificado de Aprovação- CA (BRASIL, 2013c).

A empresa é obrigada a fornecer gratuitamente o EPI adequado ao risco ao qual o trabalhador está exposto (BRASIL, 2013c).

Cabe ao Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT) recomendar ao empregador a utilização do EPI adequado ao risco. Caso não haja SESMT, cabe ao empregador, sob orientações de um profissional tecnicamente habilitado, selecionar os EPIs adequados (BRASIL, 2013c).

Ao empregador compete adquirir os EPIs adequados aos riscos das atividades, exigir o uso dos mesmos, fornecer EPIs aprovados (com CA), orientar e treinar o empregado quanto

ao seu uso, acondicionamento e conservação, substituí-los imediatamente quando danificados ou perdidos, responsabilizar-se quanto à higienização e manutenção periódica, registrar seu fornecimento e comunicar o MTE qualquer irregularidade observada (BRASIL, 2013c).

Já ao empregado cabe usar o EPI somente para o que foi designado, guardar, conservar, informar qualquer alteração que torne o EPI inadequado ao uso e cumprir as determinações do empregador quanto ao uso (BRASIL, 2013c).

Comenta também sobre as obrigações dos fabricantes de EPI, as condições de validade do CA para fins de comercialização, além das competências do MTE, que não se aplicam ao estudo de caso (BRASIL, 2013c).

O Anexo I dessa norma mostra a lista de EPIs destinados a cada parte do corpo a ser protegida (BRASIL, 2013c).

#### 2.5.3.3 NR-07 - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO

Essa norma estabelece que todos os empregadores ou instituições que admitem empregados devem elaborar e implantar o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO) para preservar a saúde de seus trabalhadores, estabelecendo os parâmetros mínimos para sua execução (BRASIL, 2013d).

O PCMSO considera questões individuais e coletivas, dando prioridade à parte clínica epidemiológica referente entre a saúde e o trabalho. Deve ter caráter prevencionista, de rastreamento e diagnóstico precoce dos danos à saúde relacionados ao trabalho, assim como a constatação da existência de doenças profissionais ou danos irreversíveis à saúde do empregado. Deve ser planejado conforme os riscos identificados em avaliações prévias (BRASIL, 2013d).

Indica as competências do empregador diante do PCMSO tais como garantir sua elaboração e eficácia, custear todos os procedimentos relacionados, entre outros (BRASIL, 2013d).

O PCMSO deve incluir a realização obrigatória dos exames admissional, periódico, de retorno ao trabalho, de mudança de função e demissional. O exame admissional deve ser realizado antes de se assumir a função. O periódico, conforme intervalos estabelecidos de acordo com os riscos aos quais os trabalhadores estão expostos. O exame de retorno ao trabalho deve ser realizado no primeiro dia de trabalho após um período de afastamento de 30 dias. Já o de mudança de função deve ser realizado antes da efetiva mudança. E o

demissional, até a data de homologação desde que o último exame médico ocupacional tenha sido realizado sob determinadas condições conforme o grau de risco (BRASIL, 2013d).

Para tais exames, o médico deve emitir o Atestado de Saúde Ocupacional (ASO) em duas vias, das quais uma fica no local de trabalho e a outra com o trabalhador. Deve conter algumas informações sobre o trabalhador, sobre o médico, riscos existentes ou ausentes na função, procedimentos médicos a serem adotados, entre outros (BRASIL, 2013d).

Todo estabelecimento deve conter material de primeiros socorros condizente com as características das atividades exercidas, devendo estar guardados em local adequado e com pessoas treinadas para tal fim (BRASIL, 2013d).

Os anexos dessa norma mostram quais exames devem ser realizados e suas diretrizes de interpretação, de acordo com os riscos aos quais os trabalhadores estão expostos (BRASIL, 2013d).

#### 2.5.3.4 NR-09 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais - PPRA

Essa norma estabelece que todas os empregadores ou instituições devem elaborar e implementar o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) que visa a conservação da saúde e integridade dos empregados. Isso ocorre devido ao reconhecimento, avaliação e controle da ocorrência dos riscos existentes no ambiente de trabalho. Assim, cada parte da empresa deve ter um PPRA próprio (BRASIL, 2013e).

O PPRA deve conter um planejamento anual com metas, prioridades e cronograma estabelecidos, metodologia de ação, forma de registro, manutenção, divulgação, periodicidade e forma de avaliação de seu desenvolvimento (BRASIL, 2013e).

Ao menos uma vez ao ano, ou sempre que necessário, o PPRA deverá passar por uma avaliação de desenvolvimento e possíveis reajustes, assim como o estabelecimento de novas metas e prioridades. Deve ser documentado e estar disponível para os trabalhadores interessados e autoridades, além de ser guardado por um período mínimo de 20 anos (BRASIL, 2013e).

O PPRA deve contemplar o reconhecimento e antecipação dos riscos, estabelecer as prioridades e metas de avaliação e controle, implantar as medidas de controle, verificar sua eficácia, monitorar a exposição aos riscos, registrar e divulgar os dados. Tais ações poderão ser realizadas pelo SESMT (quando houver) ou por pessoas capacitadas, a critério do empregador (BRASIL, 2013e).



Mostra também as exigências de cada etapa, além das responsabilidades do empregador (BRASIL, 2013e).

#### 2.5.3.5 NR-10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade

Essa norma estabelece as exigências mínimas para implementação de medidas de controle e sistemas preventivos para assegurar a saúde e segurança dos trabalhadores em instalações elétricas e serviços com eletricidade. É aplicada nas fases de geração, transmissão, distribuição e consumo, assim como nas etapas de projeto (BRASIL, 2013f).

Devem sempre ser adotadas medidas preventivas de controle de risco elétrico juntamente com riscos adicionais. Estabelecimentos com carga instalada superior a 75 kW devem estabelecer um Prontuário de Instalações Elétricas contendo várias exigências tais como procedimentos e instruções técnicas, especificação de equipamentos de proteção, documentações, entre outros (BRASIL, 2013f).

De forma prioritária, as medidas de proteção coletiva, aplicáveis às atividades desenvolvidas, devem ser adotadas, como desenergização elétrica, e na impossibilidade da mesma, o uso de tensão de segurança. Cabe ainda o isolamento de partes vivas, obstáculos, barreiras, sinalização, sistema de seccionamento automático de alimentação e bloqueio de religamento automático (BRASIL, 2013f).

Na inviabilidade da proteção coletiva, adotam-se os equipamentos de proteção individual específicos e adequados às atividades de acordo com a NR 06. As vestimentas devem ser adequadas e devem considerar a condutibilidade, inflamabilidade e influências eletromagnéticas, além de ser vedado o uso de adornos pessoais (BRASIL, 2013f).

Em relação aos projetos, estes devem considerar o espaço seguro em relação ao dimensionamento e localização de seus componentes, prever condições para adoção de aterramento temporário, deve ser mantido atualizado, etc. E seu memorial descritivo deve conter várias informações tais como especificação das características relacionadas à proteção contra choques elétricos, queimaduras, indicação de posição dos dispositivos de manobra dos circuitos elétricos, entre outros (BRASIL, 2013f).

As medidas preventivas de controle devem ser adotadas também aos riscos adicionais principalmente quanto à altura, confinamento, campos elétricos e magnéticos, umidade, poeira, explosividade, flora e fauna, sinalizando-os (BRASIL, 2013f).

Comenta também sobre as condições para que instalações elétricas sejam consideradas desenergizadas, procedimentos para que os sistemas sejam reenergizados, condições para

trabalhos em instalações elétricas energizadas com alta tensão, considerações para trabalhador qualificado, habilitado, capacitado e autorizado (BRASIL, 2013f).

Todas as áreas nas quais existirem instalações ou equipamentos elétricos devem conter sistemas de proteção contra incêndio e explosão e serem dotadas de sinalização adequada de segurança. Os serviços devem ser planejados e realizados de acordo com os procedimentos de trabalho e supervisionados (BRASIL, 2013f).

Quando ocorrer uma situação de emergência, os trabalhadores autorizados devem estar aptos a realizar o resgate e prestar primeiros socorros, além de manusear e operar equipamentos de prevenção e combate a incêndio (BRASIL, 2013f).

Cabe tanto ao contratado como ao contratante cumprir as disposições legais, além da colaboração dos trabalhadores (BRASIL, 2013f).

#### 2.5.3.6 NR-15 - Atividades e Operações Insalubres

Essa norma estabelece insalubridade para atividades ou operações nas quais os limites de tolerância são ultrapassados quando há ruído contínuo, intermitente ou de impacto, exposição ao calor, radiações ionizantes, agentes químicos e poeiras minerais. São consideradas atividades insalubres também trabalhos sob condições hiperbáricas, certos agentes químicos e agentes biológicos, além de comprovadas, por meio de laudo de inspeção no local de trabalho, atividades com radiações não ionizantes, vibrações, frio e umidade (BRASIL, 2013g).

Tais atividades podem gerar para o trabalhador a incidência de um adicional sobre o salário mínimo da região, conforme o grau de insalubridade determinado, sendo de 40%, 20% ou 10%, para grau máximo, médio ou mínimo, respectivamente. Na ocorrência de mais de um fator de insalubridade, será admitido somente o de maior grau (BRASIL, 2013g).

A eliminação ou neutralização da insalubridade, que ocorre através da adoção de medidas de controle geral que tornem o ambiente de trabalho dentro dos limites de tolerância e a utilização de EPI, interrompe o pagamento do adicional. Através de avaliação pericial, realizada por órgão competente, é descaracterizada a insalubridade (BRASIL, 2013g).

#### 2.5.3.7 NR-17 - Ergonomia

Essa norma estabelece parâmetros para a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, propiciando assim, conforto, segurança e

desempenho eficiente. Tais condições dizem respeito ao levantamento, transporte e descarga de materiais, mobiliário, equipamentos e condições ambientais do posto de trabalho e sua organização. Cabe ao empregador efetuar a análise ergonômica do trabalho, observando as condições estabelecidas nesta norma (BRASIL, 2013h).

Relacionados ao levantamento, transporte e descarga individual de materiais, o trabalhador não deverá carregar qualquer material cujo peso possa afetar sua saúde ou segurança. O trabalhador designado a transportar manualmente cargas regulares deve receber treinamento ou ser instruído adequadamente sobre as técnicas utilizadas para assegurar sua saúde e evitar acidentes (BRASIL, 2013h).

O levantamento, transporte ou descarga de materiais realizados por equipamentos mecânicos de ação manual deverão ser efetuados de forma que o esforço físico do trabalhador seja compatível com sua capacidade de força, não comprometendo assim sua saúde e segurança (BRASIL, 2013h).

Quanto ao mobiliário do posto de trabalho, este deverá ser adaptado para a posição de execução do trabalho, seja sentado ou em pé, permitindo ao trabalhador condições para uma boa postura, visualização e operação. Os assentos devem ter altura ajustável à estatura do trabalhador, borda frontal arredondada e encosto adaptado ao corpo, para proteção da região lombar. Se o trabalho for realizado em pé, assentos devem ser dispostos para descanso do trabalhador, em local utilizado por todos durante as pausas (BRASIL, 2013h).

Os equipamentos do posto de trabalho devem ser adequados às condições psicofisiológicas do trabalhador, quando se tratar de atividades que envolvam leitura de documentos para digitação e processamento eletrônico de dados (BRASIL, 2013h).

Assim como os equipamentos, as condições ambientais de trabalho também devem ser adequadas às condições psicofisiológicas do trabalhador. Tais condições dizem respeito aos níveis de ruído, temperatura, umidade e iluminamento (BRASIL, 2013h).

Já a organização do trabalho leva em consideração alguns fatores como normas de produção, modo operatório, exigência de tempo, ritmo de trabalho e conteúdo das tarefas (BRASIL, 2013h).

#### 2.5.3.8 NR-18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção

Dessa norma, apenas os itens referentes a escadas, rampas e passarelas (18.12) e telhados e coberturas (18.18) são aplicáveis ao processo.

Essa norma estabelece as condições para construção de escadas provisórias de uso coletivo. Quando houver transposição de pisos com diferença de nível superior a 0,40 m, esta deve ser feita por meio de escadas ou rampas, sendo obrigatória a instalação das mesmas para a circulação de trabalhadores na transposição de pisos (BRASIL, 2013i).

Em relação à escada de mão, restringe-se seu uso para acessos provisórios e trabalhos de pequeno porte. Poderá possuir extensão máxima de 7,00 m, com espaçamento uniforme entre os degraus variando de 0,25 m a 0,30 m. Fica proibida sua colocação nas proximidades de portas, áreas de circulação, aberturas e vãos ou nos locais em que haja risco de queda de materiais ou objetos (BRASIL, 2013i).

Ao ser utilizada, a escada de mão deve ultrapassar em 1,00 m o piso superior, ser fixada nos pisos inferior e superior ou possuir dispositivo que impeça seu escorregamento, apoiada em piso resistente e com degraus antiderrapantes. Há condições específicas também para as escadas de abrir, extensível e tipo marinheiro (BRASIL, 2013i).

Para o trabalho realizado em telhado, é necessária a instalação de cabo guia ou cabo de segurança para fixação de mecanismo de ligação ao cinto de segurança do trabalhador. Tal cabo deve ter suas extremidades fixadas na estrutura da edificação. Na ocorrência de chuvas, ventos fortes ou superfícies escorregadias, fica proibida a realização de atividades em telhados (BRASIL, 2013i).

#### 2.5.3.9 NR-23 - Proteção contra Incêndios

Essa norma estabelece que todos os empregadores devem adotar medidas de proteção contra incêndio, de acordo com a legislação estadual e normas técnicas aplicáveis. Todos os trabalhadores devem ser informados, pelo empregador, sobre a existência de dispositivos de alarme, utilização dos equipamentos de combate a incêndio e procedimentos de evacuação com segurança (BRASIL, 2013j).

Estabelece também que todos os locais de trabalho devem conter saídas em número suficiente e dispostas de forma adequada para que todos sejam retirados com rapidez e segurança. Tais saídas não devem ser trancadas durante a jornada de trabalho e sua direção deve ser indicada por meio de placas ou sinais luminosos (BRASIL, 2013j).

### 2.5.3.10 NR-26 - Sinalização de Segurança

Essa norma estabelece a utilização de cores para indicar e advertir sobre os riscos existentes nos estabelecimentos e locais de trabalho. Tais cores, que identificam os equipamentos de segurança e tubulações utilizadas para a condução de líquidos e gases, demarcar áreas e advertir contra riscos, devem seguir normas técnicas oficiais. Porém deve ser usada de forma reduzida não dispensando outras formas de prevenção de acidentes (BRASIL, 2013k).

Estabelece também a classificação, rotulagem preventiva e ficha com dados de segurança de produtos químicos que devem atender a normas técnicas oficiais vigentes. E que os trabalhadores devem ser treinados para compreensão da rotulagem preventiva, ficha com dados de segurança, sobre os riscos, perigos, medidas de prevenção para uma utilização segura e também procedimentos para atuar em casos de emergência com os produtos químicos (BRASIL, 2013k).

#### 2.5.3.10.1 ABNT NBR 7195 - Cores para Segurança

Essa norma estabelece as cores a serem utilizadas para identificar e informar sobre os riscos na prevenção de acidentes, porém não se dispensa outras formas de prevenção. As cores aqui adotadas são vermelha, alaranjada, amarela, verde, azul, púrpura, branca e preta, cujas especificações seguem padrões Munsell (ASSOCIAÇÃO..., 1995).

A cor vermelha é utilizada para identificar e distinguir equipamentos de proteção e combate a incêndio, além de sua localização e de portas de saída de emergência, em sinais de parada obrigatória e proibição e nas luzes de sinalização, não devendo ser usada para assinalar perigo. A cor alaranjada é usada para indicação de perigo em diversas situações, sejam em partes móveis de equipamentos, proteções internas de caixas de dispositivos elétricos e equipamentos de salvamento aquático. A cor amarela é empregada para indicar cuidado em situações como corrimãos, faixas de circulação conjunta de máquinas de transporte de cargas e pessoas, faixas em torno de áreas de sinalização de equipamentos de combate a incêndio, equipamentos de transporte e movimentação de materiais, entre outros (ASSOCIAÇÃO..., 1995).

A cor verde é usada para caracterizar segurança, identificando a localização de caixas de equipamentos de primeiros socorros, faixas de delimitação de áreas seguras quanto a riscos mecânicos, emblemas de segurança, entre outros. A cor azul é usada para indicar ação

obrigatória como a determinação de uso de EPI ou impedir a movimentação de equipamentos. A cor púrpura é empregada para indicar perigos provenientes de radiações eletromagnéticas penetrantes e partículas nucleares. A cor branca é usada em setas para sinalizar sentido e circulação, faixas para demarcar passagem exclusiva de pessoas, entre outros. E a cor preta é usada para indicar coletores de resíduos, excluindo-se os de serviços de saúde (ASSOCIAÇÃO..., 1995).

Comenta também sobre as cores de contraste para melhorar a visibilidade da sinalização (ASSOCIAÇÃO..., 1995).

### 3 METODOLOGIA

Para a obtenção dos dados, foram realizadas visitas técnicas de caráter observacional e entrevistas com os operadores do sistema, além do conhecimento prévio das Normas Regulamentadoras mencionadas anteriormente.

As visitas técnicas foram realizadas nos dias 14 de novembro de 2012, 15 e 27 de março de 2013 no período da manhã. Durante as visitas, foram observadas as condições de trabalho assim como a execução de algumas das atividades descritas a seguir. Tais atividades são realizadas por três operadores, quatro dias na semana (de terça-feira à sexta-feira) durante quatro horas (das 11 horas às 15 horas), contudo algumas atividades eventuais de manutenção do sistema requerem tempos de execução mais longos.

O ruído, do equipamento em funcionamento, foi medido instantaneamente em alguns pontos do sistema (local de circulação dos operadores durante a realização das atividades). Para isso, foi utilizado medidor de nível de pressão sonora digital (decibelímetro) da marca Instrutherm RS 232, modelo DEC 5010, operado em circuito de compensação “A” e circuito de resposta lenta (SLOW) para ruído contínuo, conforme determinação no Anexo 1 da NR-15.

#### 3.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL DE TRABALHO

O sistema encontra-se instalado na cobertura da churrascaria e pode ser dividido em três postos de trabalho: a chaminé, o local no qual estão instalados os fotobiorreatores e o local de instalação dos biorreatores, conforme visto nas Figuras 2 e 3.

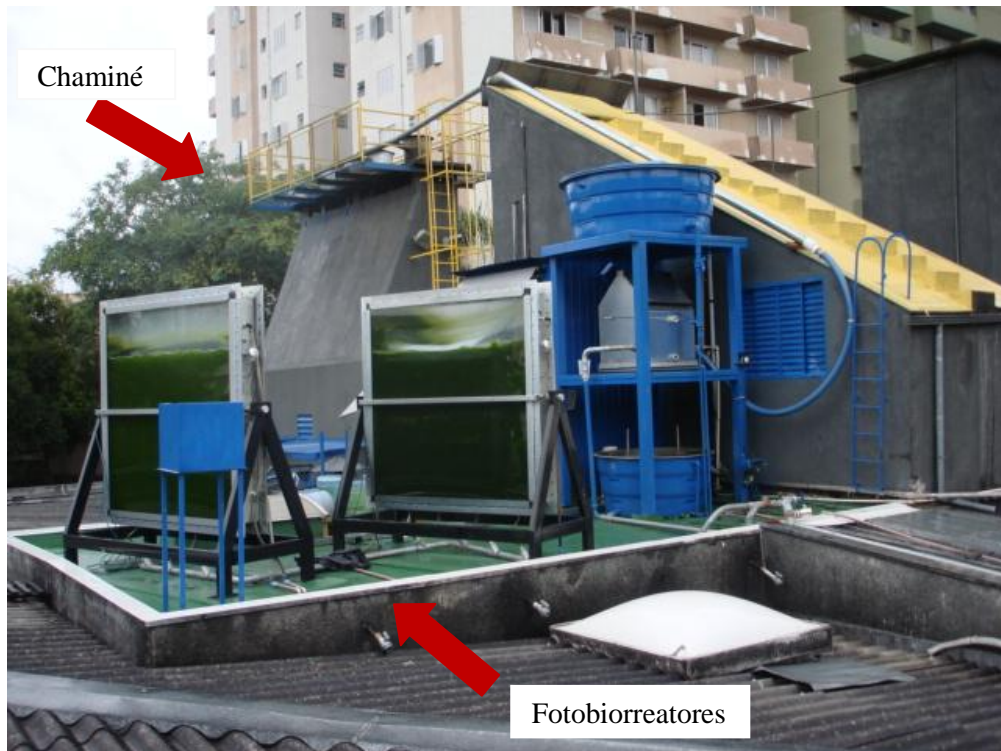


Figura 2 – Chaminé da churrascaria e instalação de fotobiorreatores.

Fonte: O autor (2013).



Figura 3 – Local de instalação dos biorreatores.

Fonte: O autor (2013).



### 3.2 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

Para o bom funcionamento do sistema, algumas atividades devem ser realizadas regularmente, tais como verificação do funcionamento do sistema de automação, parte operacional e sistema elétrico do processo.

Os operadores devem monitorar a vazão de saída da fumaça da chaminé, realizada por inversor de frequência, certificando-se que a mesma chegue aos reatores e tanques. Já para o controle de vazão de saída da fumaça da churrasqueira, é necessário subir na chaminé e regular a abertura dos dutos através de tampas. A fumaça direcionada aos reatores é insuflada na parte inferior, regulando a intensidade do borbulhamento através da abertura de válvulas.

Quando a água do sistema evapora, o volume dos reatores deve ser aferido pela parte superior, através de uma abertura lateral, utilizando-se uma mangueira. Já quando o sistema encontra-se saturado, a troca das microalgas deve ser efetuada. Essa troca é feita através do escoamento da solução pela parte inferior por meio de válvulas. No local, a biomassa formada no processo é separada da solução através de descarga elétrica, ou seja, por eletroflotação, a qual ocorre pelo derramamento da solução, contida em galões, dentro de uma cuba eletrolítica contendo dois eletrodos ligados a uma fonte. A biomassa concentrada é acondicionada em galões plásticos apropriados, os quais são encaminhados para laboratório e o clarificado é reintroduzido nos fotobiorreatores. Esse processo tem duração média de 10 a 15 minutos e capacidade para 60 litros

As microalgas são cultivadas previamente em laboratório e a cada nova batelada de funcionamento do sistema, uma proporção de cerca de 10 a 20% do volume do fotobiorreator é utilizada para a inoculação de solução de microalgas nos fotobiorreatores, de forma que os mesmos são completados com meio de cultivo (Meio Chu) composto por nutrientes que viabilizam o crescimento das microalgas.

A limpeza das superfícies internas dos fotobiorreatores é feita utilizando-se esponja dotada de imã, conduzida pela parte externa, sendo eventual a necessidade de subir nos reatores. Os operadores são responsáveis também pela limpeza do local de trabalho.

Os operadores devem fazer a manutenção da bomba (motor), montando, desmontando e limpando internamente as peças. Verificam também a tubulação ligada à bomba para que não haja formação de condensado, pois este em contato com o motor poderá prejudicar seu funcionamento. Na existência de condensado dentro da tubulação, esta deve ser purgada para retirada do mesmo e na queima do motor, este deve ser encaminhado para loja especializada.

O motor é então carregado manualmente até a porta, amarrado por cordas e retirado do telhado por meio de escada de mão.

Todo tipo de material utilizado, seja para limpeza, manutenção ou funcionamento do sistema, é transportado, levantado e retirado através da escada de mão, conforme mostrado na Figura 4.



Figura 4 – Escada de acesso ao sistema, levantamento e retirada de cargas.

Fonte: O autor (2013).

Após a identificação dos riscos existentes, derivados tanto do ambiente de trabalho como das atividades exercidas, em etapa posterior do projeto, será montado um *checklist* das Normas Regulamentadoras pertinentes ao processo. Estas deverão ser observadas em futuras implantações do sistema em outros estabelecimentos para avaliação e controle dos responsáveis.

## 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 4.1 IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS

#### 4.1.1 Riscos relacionados ao ambiente de trabalho

Durante as visitas técnicas à churrascaria e entrevistas presenciais com os operadores do sistema, uma série de riscos à segurança do trabalhador, causados pelo ambiente de trabalho, foi identificada, principalmente no que diz respeito ao acesso do sistema.

O ambiente encontrado é limpo e organizado, além de os equipamentos estarem em boas condições de funcionamento, o que favorece a saúde dos trabalhadores, contudo há alguns pontos que precisam ser melhor avaliados com relação a possíveis problemas que afetam diretamente os trabalhadores.

Inicialmente foi percebido o risco inerente à necessidade de acesso à laje do estabelecimento, haja vista que os operadores do sistema precisam subir nesta laje utilizando uma escada de mão, conforme mostrado anteriormente na Figura 4, que apesar de estar em boas condições de uso, espaçamento entre degraus uniforme e de 0,26 m, possuir dispositivo que impede seu escorregamento e apoiada em piso resistente, conforme exigências da NR-18, a parte superior fica apoiada na parede, o que não impede seu tombamento na subida do trabalhador, não possui degraus antiderrapantes e está colocada próxima a portas, descumprindo assim a NR-18.

Em seguida, para o acesso à laje, é necessário passar por uma rampa de grades para chegar ao local de instalação dos fotobiorreatores. Tal acesso deveria ser feito por meio do uso de um degrau, pois há transposição de pisos superior a 0,40 m, além de ser extremamente escorregadia quando há incidência de chuva e não ser provida de corrimãos em nenhuma das laterais, conforme pode ser visto nas Figuras 5 e 6.



Figura 5 – Acesso à rampa, que deveria ser feito por meio de degrau.

Fonte: O autor (2013).



Figura 6 – Rampa de acesso aos fotobiorreatores desprovida de corrimão.

Fonte: O autor (2013).

Ao subir na laje, para chegar às rampas de acesso, com elevação superior a 0,40 m, a construção de um pequeno degrau seria adequada à situação.

Já nas rampas de acesso aos fotobiorreatores, a colocação de corrimão na parede próxima a elas ou mesmo a utilização de anteparo antiderrapante, promoveria uma significativa melhoria no acesso, reduzindo assim, o potencial risco de queda.

Outro problema encontrado é com a rampa de acesso ao local de instalação dos biorreatores. O trabalhador precisa equilibrar-se durante a passagem pela mesma por ser estreita (0,16 m), apresentar diferença de nível superior a 0,40 m e também por ser desprovida de corrimão, conforme pode ser visto na Figura 7.



Figura 7 – Rampa de acesso ao local de instalação dos biorreatores.

Fonte: O autor (2012).

O acesso aos biorreatores, atualmente realizado por meio de uma rampa estreita (0,16 m) e com elevação superior a 0,40 m, poderia ser substituído por uma passarela dotada de corrimãos em ambos os lados.

No local em que estão instalados os biorreatores, o piso de apoio é feito de madeira, resistente e um pouco elevado do nível inferior (0,40 m), porém o espaço para circulação do

operador é estreito (0,35 m), o que eventualmente poderá causar risco de queda ao trabalhador. Tal espaço pode ser visto na Figura 8.



Figura 8 – Espaço estreito de circulação do operador.

Fonte: O autor (2013).

Outro fator de interferência no trabalho dos operadores é que os mesmos, durante o período de trabalho, ficam expostos ao sol, chuva, vento, por ser um ambiente de trabalho totalmente aberto. A iluminação natural é adequada para a realização das tarefas, que não exigem iluminamento específico para observação de detalhes.

Em relação à chaminé, na qual eventualmente é necessária fazer a regulagem da abertura dos dutos para vazão de saída da fumaça, conforme visto na Figura 9, a escada fixa (tipo marinheiro) possui proteção lateral a partir de 2,00 m da base, assim como ultrapassa 1,00 m a superfície de trabalho, conforme exigências da NR-18, porém é escorregadia quando está úmida. Além disso, na parte superior da chaminé há também guarda corpo. A escada e a existência de guarda corpo podem ser vistas na Figura 10.



Figura 9 – Regulagem da abertura dos dutos para vazão de saída da fumaça.

Fonte: O autor (2013).



Figura 10 – Escada com proteção e chaminé com guarda corpo.

Fonte: O autor (2012).

O ambiente de trabalho é totalmente desprovido de qualquer tipo de sinalização, a começar pelo extintor localizado ao lado da porta, que além de não possuir placa de identificação do tipo, também não está demarcada a área em que se encontra, conforme pode ser visto na Figura 11.



Figura 11 – Extintor desprovido de qualquer tipo de sinalização.

Fonte: O autor (2013).

Além disso, há no local tubulação quente, a qual não está adequadamente identificada com a utilização de cores, conforme exigência da NR-26.

Como visto anteriormente na Figura 11, existe equipamento de combate a incêndio, conforme estabelece a NR-23, porém há apenas um extintor no ambiente de trabalho e está distanciado do local que mais apresenta probabilidade de um sinistro devido aos equipamentos. No entanto, a churrascaria possui sistema de hidrantes.

A parte elétrica do sistema também não está sinalizada e há fiação aparente no local, conforme mostrado nas Figuras 12 e 13, descumprindo disposições da NR-10.





Figura 12 – Sistema elétrico sem sinalização.

Fonte: O autor (2013).

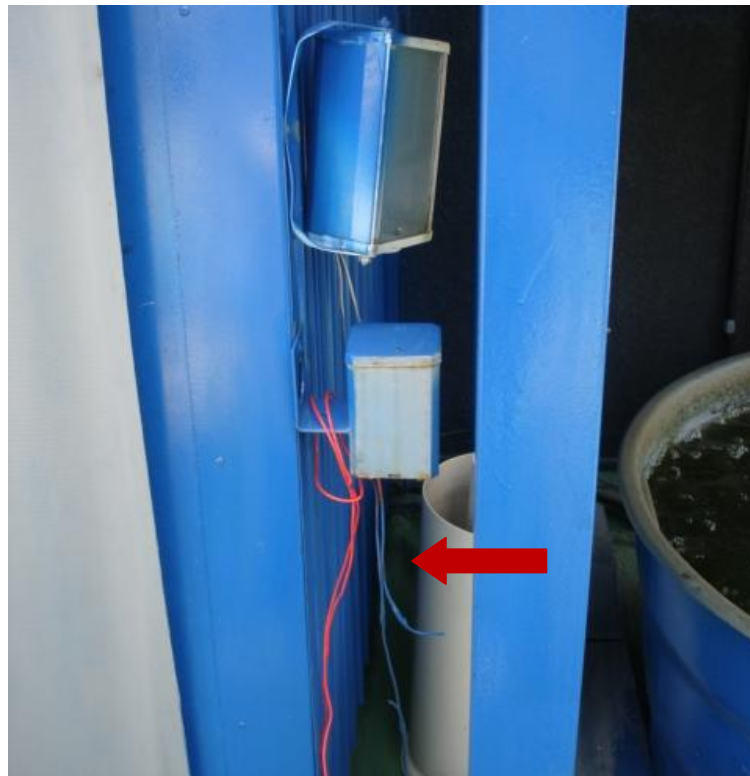


Figura 13 – Fiação aparente desprotegida.

Fonte: O autor (2013).

Para eliminar o risco inerente à fiação elétrica aparente, esta poderia ser encurtada e a instalação de canaletas de proteção impediria o possível contato com líquidos e/ou prováveis descascamentos da fiação.

#### 4.1.2 Riscos relacionados às atividades

A realização das atividades no sistema também causa alguns riscos à saúde e segurança dos trabalhadores e merecem consideração por parte dos responsáveis.

Quando a água dos fotobiorreatores evapora, é necessário que seja feita a aferição do nível dos mesmos. Essa aferição é efetuada por uma pequena abertura lateral com mangueira, porém eventualmente seja necessário subir nos fotobiorreatores, o que causa risco de queda ao trabalhador. Esse risco deve-se ao fato de o acesso ser feito por escalonamento, conforme mostrado na Figura 14.



Figura 14 – Acesso inadequado ao fotobiorreator e abertura lateral para aferição.

Fonte: O autor (2012).

Para o eventual acesso à parte superior dos fotobiorreatores, este poderia ser realizado através da utilização de uma escada dotada de dispositivos de travamento.

Outro risco encontrado, descrito pelos operadores, é durante a etapa de eletroflotação, pois esta utiliza descarga elétrica em meio líquido. Além disso, o volume do eletroflotador (60 litros) é completado manualmente, ocasionando levantamento de peso (descarga da solução recolhida dos fotobiorreatores).

Quando o motor estraga, é necessário encaminhá-lo para loja especializada. Para tal, é preciso retirá-lo do local em que se encontra, o que representa levantamento de carga. O operador deve transportá-lo manualmente, passando pelas rampas de acesso mostradas nas Figuras 5 e 6, até a porta, amarrá-lo com cordas e retirá-lo pela escada de mão, conforme mostrada anteriormente na Figura 4. O motor encontra-se elevado, conforme mostra a Figura 15.



Figura 15 – Localização do motor da bomba do sistema.

Fonte: O autor (2013).

Conforme exigências da NR-17, o trabalhador não deverá carregar qualquer material cujo peso possa afetar sua saúde ou segurança, o que não ocorre com o transporte do motor pelas rampas de acesso potencializando assim o risco de queda. Além disso, tem a retirada do motor pela escada, cujo esforço físico para tal ação deve ser compatível com a capacidade de força do operador.

A adoção de um sistema de roldanas, fixado na estrutura superior da porta de acesso, seria uma boa contribuição para o levantamento e/ou retirada de cargas, assim como a instalação de um monta-carga na parte externa do estabelecimento.

Outro ponto, que motivou investigação, foi o ruído provocado pela bomba em funcionamento. No entanto, para atenuação do nível de ruído, a bomba já se encontra enclausurada, conforme visto anteriormente na Figura 15. Os valores encontrados durante as medições estão representados na Tabela 1.

Tabela 1 – Níveis de ruído medidos no local de estudo

Local de medição	Nível de Ruído dB(A)
Lado esquerdo da bomba	73,8
Lado direito da bomba	70,6
Em frente à bomba	67,3
Ao lado dos fotobiorreatores	63,5
Ao lado dos biorreatores (6 tanques)	64,2
Próximo à chaminé	66,5
Próximo à porta de acesso	63,1

Conforme o Quadro do Anexo 1 da NR-15, que define os limites de tolerância para ruído contínuo e intermitente, os trabalhadores estão expostos a níveis inferiores ao limite de tolerância mínimo- 85 dB(A) considerado prejudicial à saúde. Pelo tempo de exposição dos operadores ao ruído (4 horas), estes poderiam ficar expostos até 90 dB(A), porém o nível máximo de ruído medido no ambiente foi de 73,8 dB(A), o que não caracteriza operação insalubre.

Em relação às microalgas utilizadas no processo, foi realizada análise apropriada em laboratório, identificando as microalgas do gênero *Desmodesmus*, que não causam nenhum inconveniente à saúde humana.

Durante a execução das atividades, pôde-se observar também a utilização, por parte dos operadores, dos EPIs adequados a eles fornecidos, conforme exigências da NR-6.

Como não foi contemplado nenhum item referente à segurança do trabalho, mesmo porque o sistema está em fase de adequação para licenciamento, esse levantamento contribuirá para que as NRs sejam atendidas, principalmente as NRs 1, 7 e 9, que são fundamentais para qualquer tipo de atividade. E por esse motivo, o uso de *checklist* das NRs tornou-se inviável.

#### 4.2 MAPA DE RISCOS AMBIENTAIS

Para melhor representar os riscos identificados no ambiente de trabalho, descritos anteriormente, estes serão expostos no Mapa de Riscos Ambientais, de forma simplificada, de acordo com as cores padronizadas e classificação estabelecidas no Quadro 1, conforme mostrado na Figura 16.

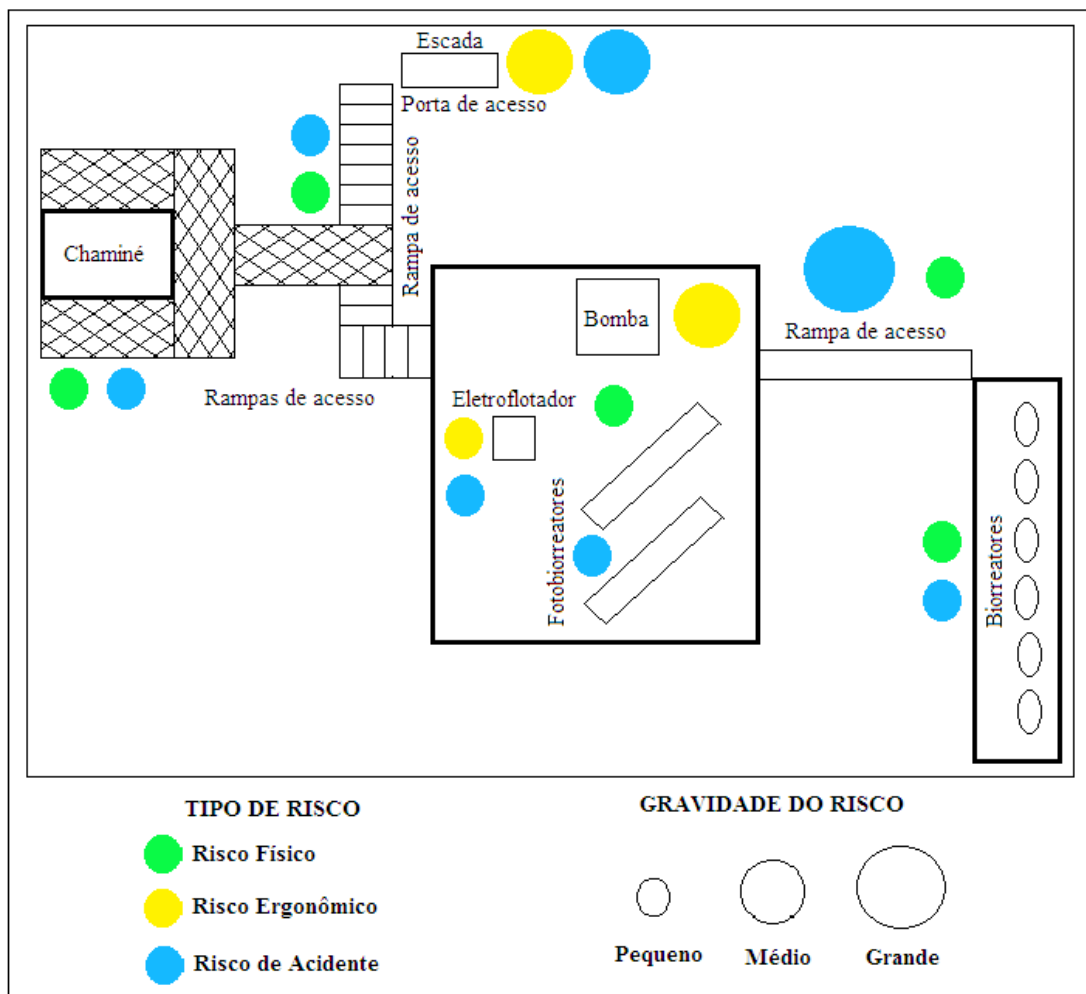


Figura 16 – Mapa de Riscos Ambientais da churrascaria.

Fonte: O autor (2013).

## 5 CONCLUSÃO

Os riscos relacionados à segurança laboral dos operadores do sistema de tratamento biológico de odor de fumaça, instalado em uma churrascaria, foram identificados, resultando na observação de problemas associados às dificuldades no acesso ao sistema, a começar pelo acesso à laje, efetuado por meio de uma escada de mão. A seguir, utilizam-se rampas desprovidas de corrimão ao longo do ambiente de trabalho. Problemas com levantamento, transporte e retirada de cargas também foram identificados, o que potencializa o risco de quedas. O ruído, que era alvo de reclamações, foi medido e atende às exigências estabelecidas em norma. Além disso, o sistema é totalmente desprovido de sinalização, possui apenas um extintor para atender a área de trabalho e os operadores ficam expostos ao sol, chuva e vento.

De forma geral, os riscos listados foram representados graficamente, conforme classificação e utilização de cores padronizadas, de forma simplificada no Mapa de Riscos Ambientais.

A sugestão de algumas melhorias, adoção de medidas simples e cabíveis ao processo, relacionadas principalmente ao arranjo físico do estabelecimento, como a construção de um degrau e a colocação de corrimão nas rampas, é útil para minimizar as iminentes situações de acidentes.

A identificação de tais riscos é um procedimento que serve para a prevenção de potenciais acidentes ou danos à saúde no ambiente de trabalho. Por mais que o ambiente seja limpo, organizado e utilize equipamentos em boas condições de funcionamento, pode apresentar diversas situações de riscos que afetam diretamente o trabalhador. Assim, as Normas Regulamentadoras do MTE são diretrizes, de fundamentação legal, para a adequação de um ambiente de trabalho saudável e seguro.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7195 – Cores para Segurança. Rio de Janeiro, 1995. Disponível em: <[http://www.newmediapropaganda.com.br/SME/NBR7195\\_Cores\\_para\\_seguranca.pdf](http://www.newmediapropaganda.com.br/SME/NBR7195_Cores_para_seguranca.pdf)>. Acessado em: 19 mar. 2013.

BARBOSA FILHO, Antonio Nunes. **Segurança do Trabalho & Gestão Ambiental**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Fundacentro**. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/conteudo.asp?D=Nano&C=1571&menuAberto=1556>>. Acessado em: 14 mar. 2013a.

\_\_\_\_\_. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 01**. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEF0F7810232C/nr\\_01\\_at.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEF0F7810232C/nr_01_at.pdf)>. Acessado em: 14 fev. 2013b.

\_\_\_\_\_. Ministério do Trabalho. **NR 06**. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D36A2800001388130953C1EFB/NR-06%20\(atualizada\)%202011.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D36A2800001388130953C1EFB/NR-06%20(atualizada)%202011.pdf)>. Acessado em: 16 fev. 2013c.

\_\_\_\_\_. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 07**. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D308E21660130E0819FC102ED/nr\\_07.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D308E21660130E0819FC102ED/nr_07.pdf)>. Acessado em: 18 fev. 2013d.

\_\_\_\_\_. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 09**. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEF1CA0393B27/nr\\_09\\_at.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEF1CA0393B27/nr_09_at.pdf)>. Acessado em: 19 fev. 2013e.

\_\_\_\_\_. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 10**. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A38CF493C013906EC437E23BF/NR-10%20\(atualizada\).pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A38CF493C013906EC437E23BF/NR-10%20(atualizada).pdf)>. Acessado em: 16 mar. 2013f.

\_\_\_\_\_. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 015**. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A36A27C140136A8089B344C39/NR-15%20\(atualizada\)%202011\)%20II.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A36A27C140136A8089B344C39/NR-15%20(atualizada)%202011)%20II.pdf)>. Acessado em: 04 mar. 2013g.

\_\_\_\_\_. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 17**. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEFBAD7064803/nr\\_17.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEFBAD7064803/nr_17.pdf)>. Acessado em: 05 mar. 2013h.

\_\_\_\_\_. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 18**. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D3CB9D387013D1304E6CC113D/NR18%20\(atualizada%202012\).pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D3CB9D387013D1304E6CC113D/NR18%20(atualizada%202012).pdf)>. Acessado em: 07 mar. 2013i.

\_\_\_\_\_. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 23**. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A2E7311D1012FE5B554845302/nr\\_23\\_atualiza\\_da\\_2011.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A2E7311D1012FE5B554845302/nr_23_atualiza_da_2011.pdf)>. Acessado em: 28 fev. 2013j.

\_\_\_\_\_. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 26**. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A350AC88201355DE1356C0ACC/NR-26%20\(atualizada%202011\).pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A350AC88201355DE1356C0ACC/NR-26%20(atualizada%202011).pdf)>. Acessado em: 15 mar. 2013k.

CECILIA, Silvana Louzada Lamattina. **Responsabilidade do Empregador por danos à saúde do trabalhador**. São Paulo: LTR, 2008.

COSTA, Marco Antonio F. da; COSTA, Maria de Fátima B. da. **Segurança e Saúde no Trabalho: cidadania, competitividade e produtividade**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.

DOZENA, Eduardo Cesar. **Poluição atmosférica: uma análise crítica da legislação ambiental aplicada à indústria**. 2000, 56 f. Monografia (Especialização em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais na Indústria)- Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica, Salvador, 2000. Disponível em: <[http://www.teclim.ufba.br/site/material\\_online/monografias/mono\\_edvaldo\\_c\\_dozena.pdf](http://www.teclim.ufba.br/site/material_online/monografias/mono_edvaldo_c_dozena.pdf)>. Acessado em: 18 jan. 2013.

FERREIRA, Rafael Ribeiro; OLIVEIRA, Ricardo Augusto de. **Comparativo de Emissões de NO<sub>x</sub> entre Queimadores Convencionais e Low NO<sub>x</sub>**. 2011, 72 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química Tecnológica e Tecnologia em Química Ambiental)- Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2011. Disponível em: <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/210/3/CT\\_COQUI\\_2011\\_2\\_01.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/210/3/CT_COQUI_2011_2_01.pdf)>. Acessado em: 30 jan. 2013.

GALVÃO FILHO, João Baptista. **Poluição do ar: aspectos técnicos e econômicos do meio ambiente**. São Paulo, 25f, 1989. Disponível em: <[http://www.consultoriaambiental.com.br/artigos/poluicao\\_do\\_ar.pdf](http://www.consultoriaambiental.com.br/artigos/poluicao_do_ar.pdf)>. Acessado em: 03 jan. 2013.



GRIS, Lara Regina Soccol. **Produção da microalga *Nannochloropsis oculata* em Fotobiorreatores *Airlift***. 2011. 148f. Dissertação (Mestrado em Engenharia)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Porto Alegre, 2011. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/29403/000776581.pdf?sequence=1>>. Acessado em: 17 mar, 2013.

IAP - Instituto Ambiental do Paraná. **Relatório da qualidade do ar na região metropolitana de Curitiba**. Curitiba, 2009. Disponível em: <[http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/programas\\_e\\_projetos/relatorios/Relatorio\\_da\\_Qualidade\\_do\\_Ar\\_na\\_RMC\\_2009.pdf](http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/programas_e_projetos/relatorios/Relatorio_da_Qualidade_do_Ar_na_RMC_2009.pdf)>. Acessado em: 28 dez. 2012.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DO PARANÁ - TECPAR. Desenvolvimento de fotobiorreatores para aproveitamento da emissão atmosférica proveniente de chaminé de churrascaria. **Relatório final do projeto**. Curitiba, 2012.

JAIME, Lucíola Rodrigues. **Segurança e Saúde no Trabalho: caminhos para a solução: trabalho conjunto, mapa de riscos**. São Paulo: 1993.

LACAVA, Pedro Teixeira; JÚNIOR, João Andrade de Carvalho. **Emissões em processos de combustão**. São Paulo: Editora UNESP, 2003.

LAGO, Iran Pereira do. **Avaliação de emissões atmosféricas oriundas de uma churrascaria localizada no centro de Curitiba- PR: estudo de caso na Devon's Grill**. 2012. 47 f. Monografia (Especialização em Gestão e Planejamento Ambiental)- Faculdades Integradas Espírita, Curitiba, 2012.

LOPES, Eduardo Jacob. **Sequestro de dióxido de carbono em fotobiorreatores**. 2007. 136 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Química, Campinas, 2007.

LOUREIRO, Luciana Neves. **Panorâmica sobre emissões atmosféricas. Estudo de caso: Avaliação do Inventário de Emissões Atmosféricas da Região Metropolitana do Rio de Janeiro para fontes móveis**. 2005. 153 f. Tese (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005. Disponível em:<<http://www.ppe.ufrj.br/ppes/production/tesis/lnloureiro.pdf>>. Acessado em: 16 mar. 2013.

LUZ, Eduardo Fávero Pacheco da. **Estimação de fonte de poluição atmosférica usando otimização por enxame de partículas**. 2007. 84 f. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada)- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2008. Disponível em: <<http://mtc-m17.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtcm17@80/2007/05.07.17.22/doc/publicacao.pdf>>. Acessado em: 03 jan. 2013.

MICHELON, Leonardo Kozak; SAKUMA, Anderson Cardoso; PEGORARO, Leandro Andrade; PASCOALOTTO, Geanfranco; PRADO, Marcelo Real. Eletroflotação: alternativa para separação de biomassa de microalgas. In: SEMINÁRIO DE INTEGRAÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA, 2012, Curitiba. **Anais...** Curitiba: TECPAR, 2012.

MIKAMI, Willian Ryuichi. **Avaliação da eficiência de um sistema biológico para tratamento de emissões atmosféricas.** 2011. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso Superior de Tecnologia em Processos Ambientais, Departamento Acadêmico de química e Biologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

MORAES, Márcia Vilma Gonçalves de. **Doenças Ocupacionais- agentes: físico, químico, biológico, ergonômico.** 1. ed. São Paulo. Érica, 2010.

MUGNAINI, Adriana. Segurança no trabalho para o bem de todos. **Revista CreaPR**, Curitiba, n. 74, p. 34-35, nov./dez. 2012

PEREIRA JÚNIOR, José de Sena. **Legislação brasileira sobre poluição do ar,** 2007, 11 f. Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados, Consultoria Legislativa, Brasília. Disponível em: <[http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/1542/legislacao\\_poluicao\\_ar\\_jos\\_e\\_pereira.pdf?sequence=1](http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/1542/legislacao_poluicao_ar_jos_e_pereira.pdf?sequence=1)>. Acessado em: 18 jan. 2013.

PONZETTO, Gilberto. **Mapa de Riscos Ambientais: aplicado à Engenharia de Segurança do Trabalho – CIPA: NR-05.** 3. ed. São Paulo: LTr, 2010.

REDDY, Madhu Hanumantha. **Application of algal culture technology for carbon dioxide and flue gas emission control.** 2002. 96 f, Thesis (Master of Science) - Arizona State University, 2002.

ROSEIRO, Maria Nazareth Vianna; TAKAYANAGUI, Angela Maria Magosso. Meio Ambiente e Poluição Atmosférica: o caso da cana-de-açúcar. **Revista Saúde (Santa Maria).** Santa Maria, v. 30, n. 1 e 2, p. 76- 83, 2004. Disponível em: <<http://cascavel.cpd.ufsm.br/revistas/ojs2.2.2/index.php/revistasauade/article/view/6397/3875>> . Acessado em: 16 mar. 2013.

SALIBA, Tuffi Messias. **Curso Básico de Segurança e Higiene Ocupacional.** 2. ed. São Paulo: LTr, 2008.

SILVA, Antonio Carlos. **Poluição do Ar.** Apostila do Curso de Engenharia Ambiental. UFOP, 2010. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAkdIAH/apostila-poluicao-ar>>. Acessado em: 17 mar. 2013.

SILVA, Lúgia T.; MENDES, José F. G.. Determinação do índice de qualidade do ar numa cidade de média dimensão. In: CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL, 2., 2006, Braga. **Anais...** Braga. Disponível em: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/7177/1/Mendes-CN-4-2006-DETERMINA%20DO%20%20NDICE.pdf>>. Acessado em: 16 mar. 2013.