

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
IV CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM
ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO**

DANGELA MARIA FERNANDES

**ANÁLISE DE RISCOS FÍSICOS E QUÍMICOS EM SISTEMAS DE
TRATAMENTO DE EFLUENTES UTILIZANDO BIODIGESTORES
NO MEIO RURAL**

MONOGRAFIA

MEDIANEIRA

2013

DANGELA MARIA FERNANDES

**ANÁLISE DE RISCOS FÍSICOS E QUÍMICOS EM SISTEMAS DE
TRATAMENTO DE EFLUENTES UTILIZANDO BIODIGESTORES
NO MEIO RURAL**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR - *Campus Medianeira*.

Orientador: Prof. Me. Yuri Ferruzzi

MEDIANEIRA

2013



TERMO DE APROVAÇÃO

ANÁLISE DE RISCOS FÍSICOS E QUÍMICOS EM SISTEMAS DE TRATAMENTO DE EFLUENTES UTILIZANDO BIODIGESTORES NO MEIO RURAL

por

DANGELA MARIA FERNANDES

Esta Monografia foi apresentada em 12 de janeiro de 2013 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Me. Yuri Ferruzzi
Orientador

Prof. Me. Estor Gnoatto
Membro da Banca

Prof. Me. Edward Kavanagh
Membro da Banca

Dedico esta, assim como todas as demais conquistas, aos meus pais, Maria e Valter, por serem meu exemplo de dedicação, seriedade e comprometimento.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela constante presença em minha vida, guiando sempre meus passos pelos melhores caminhos e com as melhores pessoas.

A minha família, pelo amor, incentivo e sonho conjunto não apenas neste trabalho, mas em todos os acontecimentos de minha vida.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e aos professores, que contribuíram para o desenvolvimento profissional deste novo grupo de Engenheiros de Segurança do Trabalho.

Ao meu orientador, professor Yuri Ferruzzi, por sua diligência nesta importante etapa da minha vida profissional.

Aos meus colegas de pós-graduação, pelas experiências compartilhadas, troca de conhecimento e amizade que construímos ao longo do curso, em especial a Bruna Hinterholz, Cláudia Rocha, Francielly Stockmann, Henrique Höfle, Izabela Araújo, Juliana Lucas, Newton Silva, Suzana Jomaa e Taiara Lourenço.

Ao Centro Internacional de Energias Renováveis Com Ênfase em Biogás (CIER-Biogás), pela disponibilização de dados da Unidade Granja Colombari e oportunidade de crescimento profissional.

Meus agradecimentos ao Sr. José Carlos Colombari e à sua família, proprietários da Unidade Granja Colombari, por todo auxílio, atenção e grande oportunidade de aprendizado.

Finalmente, agradeço a todos que de alguma forma, corroboraram na concretização deste trabalho.

“Descubra quem você é e seja de propósito.”
(DOLLY PARDON)

RESUMO

FERNANDES, Dangelia Maria. **Análise de Riscos Físicos e Químicos em Sistemas de Tratamento de Efluentes Utilizando Biodigestores no Meio Rural.** 2013. 76f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2013.

A questão de saúde, segurança e meio ambiente são fatores determinantes para o êxito das empresas. Considera-se que os ambientes seguros e saudáveis propiciam ao indivíduo, condições adequadas para o desenvolvimento das atividades, de modo a favorecer a produtividade e a qualidade de vida no trabalho. As atividades desenvolvidas no meio rural começaram a ter maior relevância, como a suinocultura, devido às exigências de mercado baseadas no bem-estar animal, na proteção ao meio ambiente e na legislação trabalhista. Objetivou-se neste trabalho analisar os agentes ambientais físicos e químicos em uma granja de suínos de terminação, localizada na Região Oeste do Paraná. Para tanto, realizou-se medições de temperatura, ruído e gases, comparando os dados obtidos com as normas brasileiras relacionadas. Verificou-se que os níveis de medição destes parâmetros, estão acima dos limites de tolerância permitidos na legislação. Portanto, recomendaram-se algumas ações de segurança, que visem atenuar e/ou eliminar os agentes de riscos, para garantir a saúde e segurança dos trabalhadores na propriedade rural.

Palavras-Chave: Agentes Ambientais. Meio Rural. Segurança no Trabalho.

ABSTRACT

FERNANDES, Dangelia Maria. **Risk Analysis on Physical and Chemical Wastewater Treatment Systems in Rural Areas Using Biodigestores**. 2013. 76f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2013.

The issue of health, safety and environment are key factors to the success of businesses. It is considered that a safe and healthy individual to provide appropriate conditions for the development of activities in order to promote productivity and quality of work life. The activities developed in rural areas began to be more relevant, such as swine, due to the demands of the market based on animal welfare, the environment protection and labor laws. The objective of this work was to analyze the physical and chemical environmental agents in a swine herd termination, located in Western Paraná. Therefore, we carried out measurements of temperature, noise and gases, comparing the data obtained with auditing standards related. It was found that levels measuring these parameters are beyond the tolerances permitted by law. So are some recommended security actions that aim to mitigate and / or eliminate the risk agents, to ensure the health and safety of workers on the farm.

Keywords: Environmental Agents. Rural Environment. Safety.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Normas Regulamentadoras.	3
Figura 2 - Pirâmide de Maslow.	4
Figura 3 - Qualidade de Vida no Trabalho.	5
Figura 4 - Influência das Ciências na Qualidade de Vida no Trabalho.	6
Figura 5 - Higiene do Trabalho.	8
Figura 6 - Redução de Riscos.	10
Figura 7 - Classificação dos Riscos Ambientais.	11
Figura 8 - Fatores Que Influenciam as Trocas Térmicas.	13
Figura 9 - Avaliação do Ruído.	19
Figura 10 - Escala em Decibéis da Intensidade dos Sons.	20
Figura 11 - Equipamentos de Proteção Individual.	27
Figura 12 - Sinalização de Segurança.	29
Figura 13 - Modelo dos Projetos de Biodigestores.	31
Figura 14 - Fases da Produção de Biogás.	33
Figura 15 - Mapa de Localização da Unidade Granja Colombari.	34
Figura 16 - Sistema Produtivo da Unidade Granja Colombari.	35
Figura 17 - Condições de Trabalho na Unidade Granja Colombari.	36
Figura 18 - Procedimentos Metodológicos da Elaboração do Trabalho.	37
Figura 19 - Medição de Parâmetros Referentes aos Riscos Físicos e Químicos.	38
Figura 20 - Instrumentos Utilizados Para as Medições dos Parâmetros.	39
Figura 21 - Medições dos Índices de Temperatura.	40
Figura 22 - Medições dos Níveis de Ruído.	41
Figura 23 - Medições de Gases.	41
Figura 24 - Gráfico das Medições do IBUTG.	42
Figura 25 - Gráfico das Medições dos Níveis de Ruído na UGC.	44
Figura 26 - Gráfico da Detecção de 4 Gases na UGC.	46
Figura 27 - Limite de Inflamabilidade do Metano.	48
Figura 28 - Sinalização de Segurança na UGC.	50
Figura 29 - Modelos dos Carenados Para Moto geradores.	51
Figura 30 - Unidade de Demonstração da FPTI e Moto gerador.	52
Figura 31 - Unidade Granja Colombari.	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Efeitos à Saúde dos Trabalhadores Oriundos dos Riscos Físicos.	12
Tabela 2 - Regime de Trabalho Intermitente Com Descanso no Local de Trabalho.	14
Tabela 3 - Taxas de Metabolismo Por Tipo de Atividade.	15
Tabela 4 - Limite de Exposição Ocupacional ao Calor.	16
Tabela 5 - Limites de Tolerância Para Ruído Contínuo ou Intermitente.	21
Tabela 6 - Possíveis Efeitos Nocivos do Ruído.	23
Tabela 7 - Efeitos à Saúde dos Trabalhadores Oriundos dos Riscos Químicos.	24
Tabela 8 - Classificação do Grau de Risco.	25
Tabela 9 - Composição do Biogás.	32
Tabela 10 - Medições do Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo na UGC. ...	42
Tabela 11 - Medições dos Níveis de Ruído na UGC.	44
Tabela 12 - Medições de Gases na UGC.	45

LISTA DE SIGLAS

APP	Área de Preservação Permanente
CA	Certificado de Aprovação
CCE	Centro Para a Conservação de Energia
CIER-Biogás	Centro Internacional de Energias Renováveis Com Ênfase em Biogás
CIH	Centro Internacional de Hidroinformática
COPEL	Companhia Paranaense de Energia
dB	Decibéis
EPI	Equipamento de Proteção Individual
ETR	Estatuto do Trabalhador Rural
FPTI	Fundação Parque Tecnológico Itaipu
IB	Itaipu Binacional
IBUTG	Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo
LEL	Lower Explosivit Limit
LII	Limite Inferior de Inflamabilidade
LSI	Limite Superior de Inflamabilidade
LT	Limite de Tolerância
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MTb	Ministério do Trabalho
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
NR	Norma Regulamentadora
NRR's	Normas Regulamentadoras Rurais
NRU's	Normas Regulamentadoras Urbanas
OIT	Organização Internacional do Trabalho
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONUUDI	Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial
ppm	Partes Por Milhão
PPRA	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
QVT	Qualidade de Vida no Trabalho
RL	Reserva Legal
SIPAT	Semana Interna de Prevenção de Acidentes no Trabalho

SPAC	Sistema de Produção de Animais Confinados
SST	Segurança e Saúde do Trabalho
Tbn	Temperatura de Bulbo Úmido Natural
Tbs	Temperatura de Bulbo Seco
Tg	Temperatura de Globo
UD's	Unidades de Demonstração
UGC	Unidade Granja Colombari
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	2
2.1. SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO DO MEIO RURAL	2
2.2. QUALIDADE DE VIDA NO TRABALHO	3
2.3. HIGIENE DO TRABALHO	7
2.4. GERENCIAMENTO DE RISCOS	9
2.5. RISCO AMBIENTAL	10
2.5.1. Riscos Físicos	11
2.5.2. Riscos Químicos	24
2.5.3. Riscos Biológicos	24
2.5.4. Riscos Ergonômicos	25
2.5.5. Riscos de Acidentes	25
2.5.6. Classificação do Grau de Risco	25
2.6. EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL	26
2.7. SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA	28
2.8. SISTEMAS DE TRATAMENTO UTILIZANDO BIODIGESTORES	30
2.8.1. Biogás	31
3. METODOLOGIA	34
3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	34
3.2. MÉTODOS DE PESQUISA E TÉCNICAS DE ANÁLISE DOS DADOS	37
3.2.1. Medidor de Stress Térmico	39
3.2.2. Decibelímetro Digital	40
3.2.3. Detector de 4 Gases	41
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4.1. TEMPERATURA	42
4.2. RUÍDO	43
4.3. GASES	45
4.3.1. Monóxido de Carbono	46
4.3.2. Metano	47
4.3.3. Oxigênio	48
4.3.4. Sulfeto de Hidrogênio	49

4.4. SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA	49
4.5. RECOMENDAÇÕES PARA MEDIDAS DE SEGURANÇA	50
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
REFERÊNCIAS.....	57
APÊNDICE.....	61
APÊNDICE A - Base de Cálculos do IBUTG.....	62

1. INTRODUÇÃO

A atividade agropecuária aliada às modernas técnicas de produção, impulsionaram o crescimento econômico do Brasil, que no contexto mundial é reconhecido como um grande produtor de alimentos e de bioenergia. Assim, a ocupação no meio rural continua sendo significativa, sendo um dos setores que mais utilizam mão de obra na economia do país.

No decorrer dos anos, as diversas formas de trabalho desempenhado no meio rural, ocorreram modificações tanto nos aspectos técnicos quanto nas relações entre o empregador e o trabalhador. Diante disso, surgiram novas condutas que resultaram em normas, para preconizar os direitos dos trabalhadores rurais, assim como, a segurança e saúde no trabalho.

Dentre as atividades que ocorrem no setor agropecuário destaca-se a suinocultura, por apresentar riscos de enfermidades ocupacionais por agentes ambientais, sejam estes físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidentes, decorrentes das atividades desenvolvidas pelos trabalhadores. Ressalta-se que a suinocultura é um processo produtivo, que abriga inúmeros aspectos ambientais, que quando gerenciados de maneira inadequada causam graves problemas ao meio ambiente e ao ser humano.

Neste sentido, como uma das formas de minimizar os impactos ambientais da suinocultura, muitos produtores rurais têm utilizado os biodigestores como sistema de tratamento da biomassa residual, que oferece como subprodutos o biogás e o biofertilizante, possibilitando incrementar o valor de seus sistemas produtivos e atender os aspectos da legislação ambiental, quanto ao saneamento ambiental. Além disso, torna-se fundamental o Gerenciamento de Riscos Ambientais nas propriedades rurais que adquiram este sistema de tratamento, de modo a abranger as medidas de controle de segurança e saúde no trabalho, previstas nas normas trabalhistas brasileiras.

O presente trabalho tem como objetivo analisar os riscos físicos e químicos com ênfase nos parâmetros de temperatura, ruído e gases na Unidade Granja Colombari, para garantir a segurança e saúde dos trabalhadores rurais.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO DO MEIO RURAL

Segundo Costa (2011), a Norma Regulamentadora (NR) NR-31 visa estabelecer os preceitos a serem observados na organização e no ambiente de trabalho, de maneira a tornar compatíveis o planejamento e o desenvolvimento das atividades da agricultura, pecuária, silvicultura, exploração florestal e aquicultura com a segurança, a saúde e o meio ambiente do trabalho.

Nos últimos anos, o Brasil tornou-se uma grande potência no agronegócio. Assim, os trabalhadores agrícolas tornaram-se responsáveis por máquinas, equipamentos e modo de trabalho de altíssima tecnologia, além do manuseio de defensivos agrícolas que podem ser potencialmente perigosos ao homem e ao meio ambiente (RODRIGUES, 2009).

Entretanto, diversos segmentos do agronegócio ainda não garantem a segurança dos trabalhadores deste setor, sendo que os riscos do trabalho rural são inúmeros, tais como:

a) Transporte dos trabalhadores, para as áreas rurais são realizados de maneira totalmente inadequada ou insegura; b) Manuseio de ferramentas, especificamente enxadas, foices, facões, tesourões, entre outros; c) Trabalho penoso sujeito a sol extenuante ou frio intenso, além de intempéries; d) Manuseios ou aplicação de inseticidas, adubos ou defensivos químicos; e) Exposição eventual a animais peçonhentos, inclusive em locais onde os primeiros socorros podem demorar a chegar (RODRIGUES, 2009).

Neste sentido, o meio rural não teve a devida prioridade pelo Poder Público, tanto é que as Normas Regulamentadoras Urbanas (NRU's) foram sancionadas a partir de 1978 e as Normas Regulamentadoras Rurais (NRR's) somente foram estabelecidas em 1988, sendo quinze anos, após a Lei Nº. 5.889/1973 ter promulgado o Estatuto do Trabalhador Rural (ETR), ou seja, os direitos trabalhistas para o trabalhador rural (RODRIGUES, 2009). A Figura 1 apresenta um esquema das normas regulamentadoras urbanas e rurais.

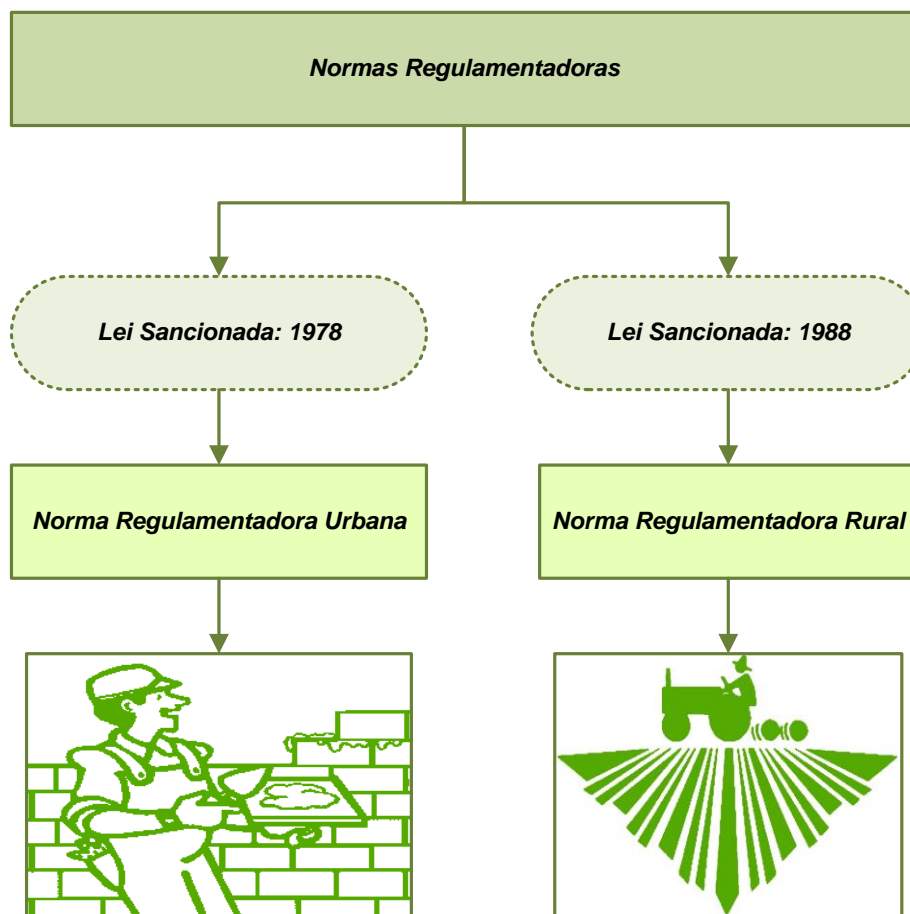


Figura 1 - Normas Regulamentadoras.

2.2. QUALIDADE DE VIDA NO TRABALHO

De acordo com Vilhena (2010), em 1945 a Organização Mundial da Saúde (OMS) construiu o conceito de saúde, sendo estabelecida em termos de bem-estar físico, mental e social. Em vista disso, a saúde deixou de ser vista como ausência de doença e assumiu um conceito mais amplo, priorizando a sua prevenção e promoção em sentido mais amplo. Esta mudança de paradigma possibilitou maior responsabilidade das organizações, perante a manutenção da qualidade de vida dos trabalhadores.

Para Cardoso (2010), qualidade de vida refere-se aos aspectos ligados a diversas áreas da vida cotidiana sejam os valores, a filosofia, os propósitos pessoais, as tradições familiares, a cultura, o lazer, entre outros. Diante disso, o psicólogo americano Abraham Maslow, desenvolveu a proposta de hierarquia das

necessidades humanas, conhecida como a Pirâmide de Maslow, que está dividida em cinco categorias principais, como fisiológicas, segurança, social, estima e auto-realização, conforme apresenta a Figura 2.

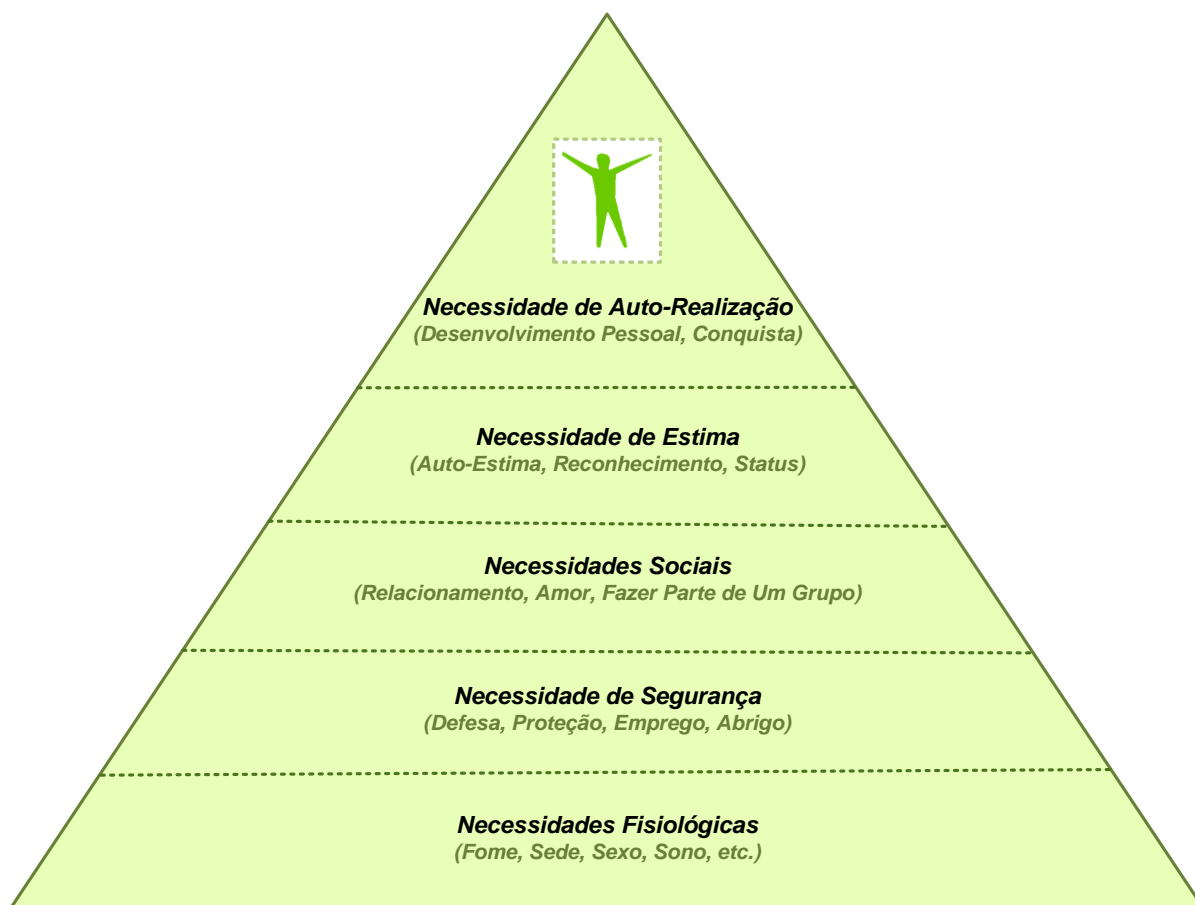


Figura 2 - Pirâmide de Maslow.

Fonte: Adaptado de Cardoso (2010).

A Pirâmide de Maslow propõe a existência de uma hierarquia entre essas categorias e preconiza que um ser humano não consegue satisfazer uma categoria de necessidades sem ter atendido a categoria anterior (CARDOSO, 2010).

Ressalta-se que o termo de Qualidade de Vida no Trabalho (QVT) é utilizado nos Estados Unidos desde a década de 90, porém é na França que destaca-se uma cultura mais crítica e pesquisas mais intensas em relação às condições de trabalho e o bem-estar dos trabalhadores. Sendo, os franceses que começaram difundir os conceitos da psicopatologia do trabalho, sofrimento no trabalho, organização do trabalho, questões sobre poder e inveja (VILHENA, 2010).

Conforme a Organização Mundial da Saúde, Qualidade de Vida no Trabalho é um conjunto de percepções individuais de vida no contexto dos sistemas de cultura e de valores, que estão relacionados a metas, expectativas, padrões e preocupações de cada indivíduo (AÇÃO FUTURO, 2010).

Barbosa Filho (2008) define Qualidade de Vida no Trabalho, como um fenômeno social, centrado no contexto histórico, espacial e econômico no qual está inserido, sendo uma forma simbólica da expressão da percepção em confronto com as expectativas elaboradas para determinadas condições de trabalho reais ou aparentes (Figura 3).

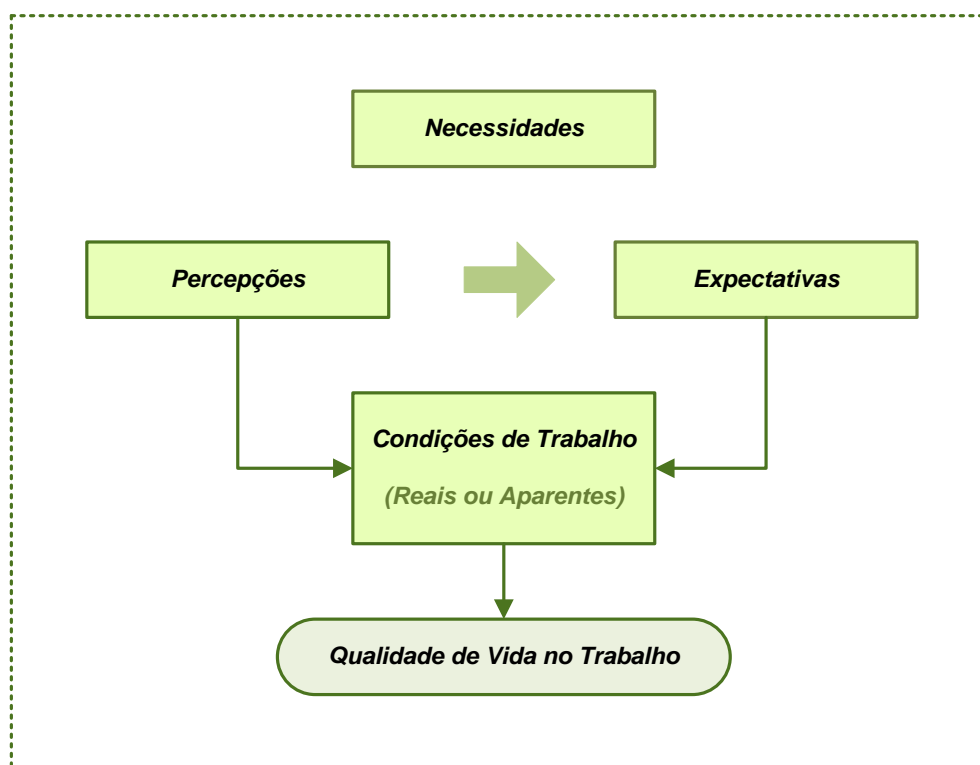


Figura 3 - Qualidade de Vida no Trabalho.

Fonte: Adaptado de Barbosa Filho (2005).

O conceito de QVT, em ambientes de trabalho refere-se à identificação, eliminação, manutenção dos riscos ocupacionais, carga física e mental em cada atividade, estilos de liderança e a satisfação dos trabalhadores em seu cotidiano (VILHENA, 2010).

Além disso, os fatores externos ao ambiente ocupacional permite ao trabalhador a busca de significados, incluindo valores e simbolismos que estabelece,

por meio das percepções das atividades e tarefas que desenvolve, bem como das relações interpessoais que determina. Assim, estas percepções permitem ao trabalhador estruturar seu comportamento, suas ações e reações (BARBOSA FILHO, 2008).

Vilhena (2010) relata que várias ciências influenciaram e contribuem até hoje para a construção e a implantação de ações em Qualidade de Vida no Trabalho, conforme indica a Figura 4.

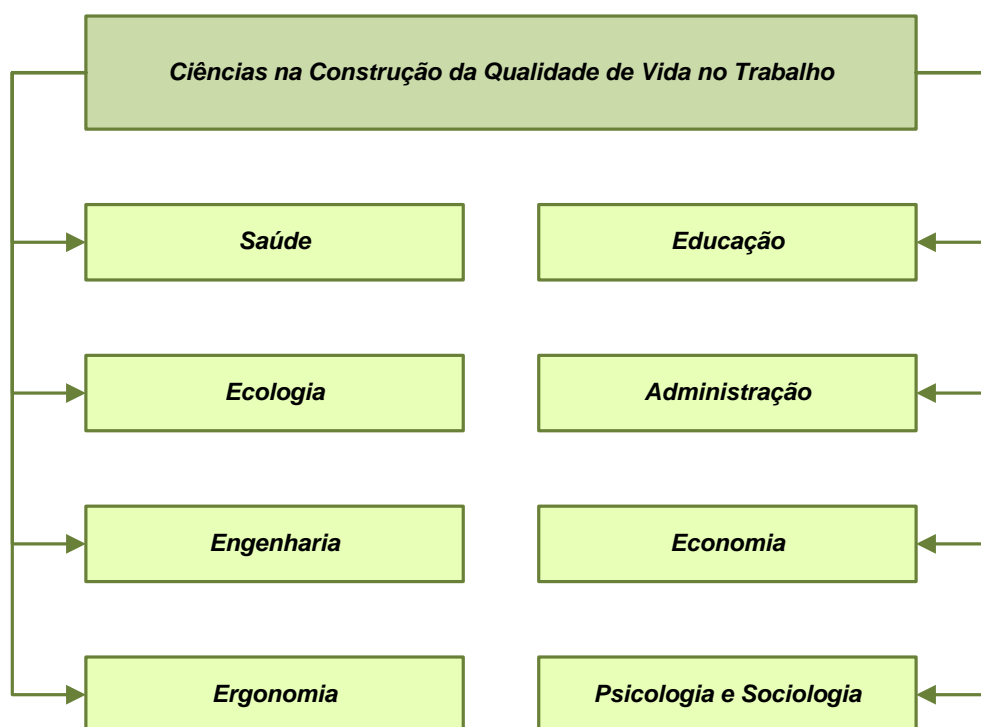


Figura 4 - Influência das Ciências na Qualidade de Vida no Trabalho.
Fonte: Adaptado de Vilhena (2010).

Atualmente, para atender as ações destinadas à promoção da QVT, onde o bem-estar e a gestão integral do ser humano são fundamentais, tem-se como foco as necessidades biológicas, psicológicas e sociais, destacando-se como principais ações:

- a) A Semana Interna de Prevenção de Acidentes no Trabalho (SIPAT); b) Ações ecologicamente corretas; c) Administração participativa; d) Estudos do clima organizacional; e) Ações ergonômicas; f) Intervenções pedagógicas empresariais; g) Orientações nutricionais; h) Plano de cargos, salários e benefícios; i) Programas de educação financeira; j) Ajustamento psico-social do funcionário; k) Estrutura física adequada; l) Incentivo à prática de esportes; m) Ações de responsabilidade social e cidadania (VILHENA, 2010).

Dessa forma, a finalidade de Qualidade de Vida no Trabalho é propor um plano para as empresas adquirirem o hábito de promover o bem estar e a saúde entre seus trabalhadores, de maneira a proporcionar qualidade e produtividade para ambos (AÇÃO FUTURO, 2010).

2.3. HIGIENE DO TRABALHO

Segundo Saliba et al. (1997), higiene do trabalho é a ciência dedicada à antecipação, reconhecimento, avaliação e controle de fatores e riscos ambientais originados nos locais de trabalho, que podem causar enfermidades, prejuízos para a saúde ou bem-estar dos trabalhadores, considerando possível impacto nas comunidades vizinhas e no meio ambiente em geral.

Rodrigues (2009) define higiene do trabalho como um conjunto de normas e procedimentos que visa à proteção da integridade física e mental do trabalhador, preservando-o dos riscos à saúde inerentes às atividades do cargo e ao ambiente físico onde são executadas.

A higiene do trabalho tem caráter eminentemente preventivo, pois prioriza a saúde e o conforto do trabalho, tendo como principais objetivos:

- a) Eliminação das causas das doenças profissionais; b) Redução dos efeitos prejudiciais provocados pelo trabalho em pessoas doentes ou portadoras de deficiências físicas; c) Prevenção de agravamento de doenças e de lesões; d) Manutenção da saúde dos trabalhadores e aumento da produtividade por meio de controle do ambiente de trabalho (FAFIBE, 2012).

Neste sentido, a higiene do trabalho está relacionada com as condições ambientais de trabalho que asseguram a saúde física e mental, com as condições de bem-estar dos trabalhadores, conforme apresenta a Figura 5. Do ponto de vista de saúde física, o ambiente de trabalho constitui a área de ação da higiene do trabalho, que apresenta aspectos ligados à exposição do organismo humano a agentes externos como ruído, ar, temperatura, umidade, luminosidade e equipamentos de trabalho. Assim, um local de trabalho saudável deve permitir condições ambientais físicas que atuem positivamente sobre todos os órgãos dos sentidos humanos, como visão, audição, tato, olfato e paladar. Quanto ao ponto de vista de saúde mental, o

ambiente de trabalho deve possibilitar condições psicológicas e sociológicas saudáveis, que atuem positivamente sobre o comportamento dos trabalhadores, evitando impactos emocionais como o estresse (FONTE DO SABER, 2012).



Figura 5 - Higiene do Trabalho.

Fonte: Adaptado de Segurança do Trabalho (2010).

Os principais aspectos do programa de higiene do trabalho são apresentados a seguir (FAFIBE, 2012):

- *Ambiente Físico de Trabalho:* Iluminação; ventilação; temperatura; ruídos.
- *Ambiente Psicológico de Trabalho:* Relacionamentos humanos agradáveis; tipo de atividade agradável e motivadora; estilo de gerência democrático e participativo; eliminação de possíveis fontes de estresse.
- *Aplicação de Princípios de Ergonomia:* Máquinas e equipamentos adequados às características humanas; mesas e instalações ajustadas ao tamanho das pessoas; ferramentas que reduzam a necessidade de esforço físico humano.

- *Saúde Ocupacional*: Estabelecimento de um sistema de indicadores, abrangendo estatísticas de afastamentos e acompanhamento de doenças; desenvolvimento de sistemas de relatórios médicos; desenvolvimento de regras e procedimentos para prevenção médica; recompensas aos gerentes e supervisores pela administração eficaz da função de saúde ocupacional.

2.4. GERENCIAMENTO DE RISCOS

Segundo Ilo (2001), o conceito de risco, do original em inglês *risk*, significa a combinação da probabilidade e consequência da ocorrência de um evento perigoso, causar severidade da lesão ou dano à saúde das pessoas envolvidas neste evento. Por sua vez, a definição de perigo, do original em inglês *hazard*, é o potencial inerente para causar lesão ou efeito nocivo à saúde dos indivíduos.

O termo gerenciamento de risco é utilizado internacionalmente, para caracterizar o processo de identificação, avaliação e controle de riscos. De maneira geral, a definição de gerenciamento de risco é a formulação e a implantação de medidas e procedimentos, técnicos e administrativos, que visam prevenir, reduzir e controlar os riscos, bem como manter uma atividade ou instalação operando conforme os padrões de segurança considerados toleráveis ao longo de sua vida útil (LEAL, 2009).

Barbosa Filho (2008) afirma que a possibilidade de eventos indesejáveis ocorrerem, previsíveis ou não, está presente no cotidiano das empresas e para evitá-los, poderia reduzir a probabilidade da sinistralidade e minimizar os impactos danosos destes sobre o indivíduo, os meios materiais e o meio ambiente.

Para isso, haverá a necessidade de incorporar ao cotidiano da organização uma série de práticas, que estão relacionadas à responsabilidade de cada trabalhador, na busca do objetivo coletivo de integridade, como a saúde e a segurança. Assim sendo, a formação de hábitos, como a conscientização e a participação dos trabalhadores, tornam-se de fundamental importância para que, o propósito do gerenciamento de projetos seja alcançado pela empresa (BARBOSA FILHO, 2008).

Leal (2009), ao considerar que o risco ocorre em função da frequência de possíveis acidentes e dos danos gerados por esses eventos indesejados, destaca que a redução dos riscos torna-se uma alternativa, por meio da implementação de medidas que visem reduzir as frequências de ocorrência dos acidentes (ações preventivas), assim como as suas respectivas consequências (ações de proteção), conforme demonstra a Figura 6.

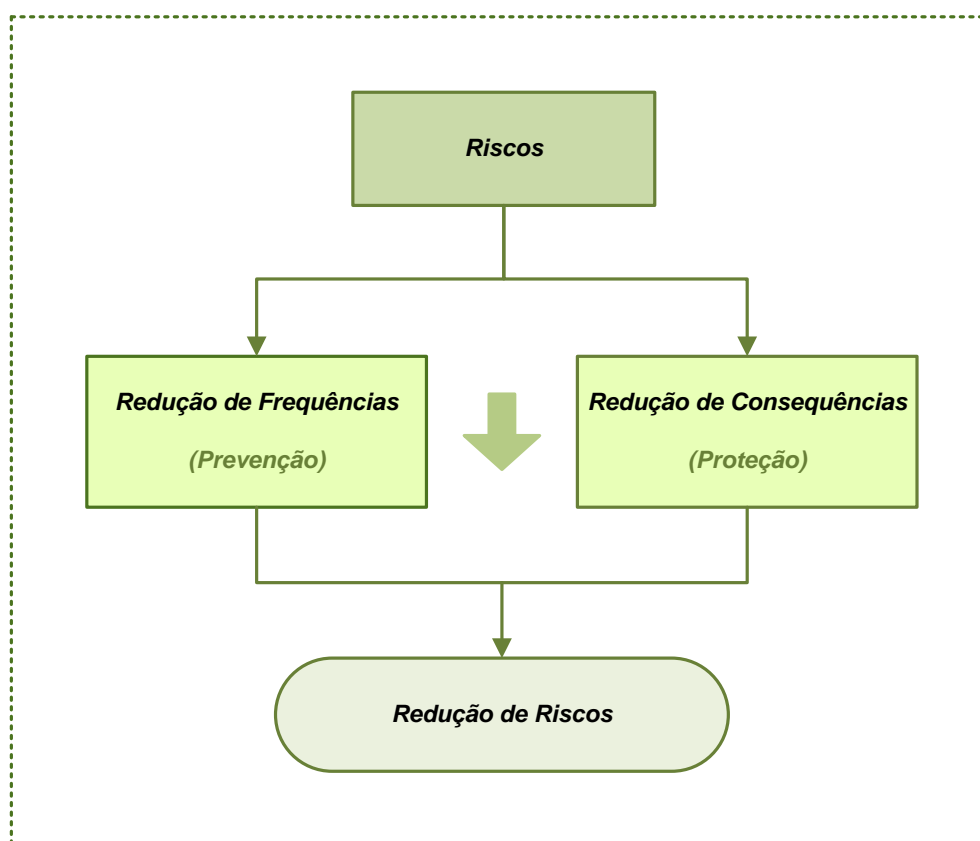


Figura 6 - Redução de Riscos.
Fonte: Adaptado de Leal (2009).

2.5. RISCO AMBIENTAL

De acordo com a NR-9, em seu item 9.1.5 define como risco ambiental os agentes físicos, químicos e biológicos existentes nos ambientes de trabalho que, em função de sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição são capazes de causar danos à saúde do trabalhador (COSTA, 2011).

Os riscos ambientais são classificados em cinco grupos principais, tais como: Riscos físicos, riscos químicos, riscos biológicos, riscos ergonômicos e riscos de acidentes, que podem ser observados na Figura 7.

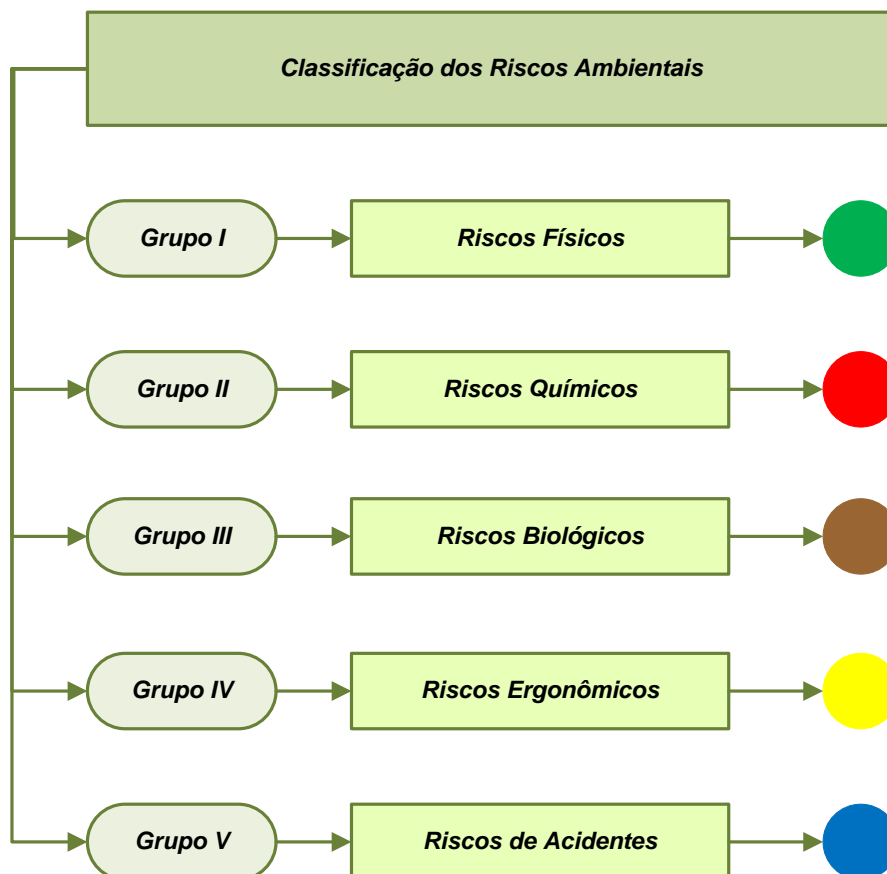


Figura 7 - Classificação dos Riscos Ambientais.

Rodrigues (2009) menciona que a NR-9 estabelece a obrigatoriedade da elaboração e implementação do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, visando à preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores, por meio da antecipação, reconhecimento, avaliação e controle da ocorrência de riscos ambientais existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho.

2.5.1. Riscos Físicos

Os riscos físicos são as diversas formas de energia existentes no ambiente de trabalho, que podem afetar a saúde dos trabalhadores, como: Ruído, vibração, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes, radiações não-ionizantes, infra-som e ultra-som (SHERIQUE, 2004).

A Tabela 1 apresenta os efeitos à saúde dos trabalhadores oriundos dos riscos físicos.

Tabela 1 - Efeitos à Saúde dos Trabalhadores Oriundos dos Riscos Físicos.

Agente	Efeito
Calor	Podem ocorrer vasodilatação sanguínea, sudorese e distúrbio nos mecanismos circulatório, nervoso e termorregulação.
Ruído	Surdez temporária, perda auditiva permanente, ações sobre o sistema nervoso, cardiovascular e alterações endócrinas.

Fonte: Sherique (2004).

2.5.1.1. Calor

Barbosa Filho (2008) menciona que o ser humano é homeotérmico, assim necessita manter a temperatura interna de seu organismo constante, para garantir sua sobrevivência. Essa temperatura é da ordem de 37°C, com variações admissíveis entre 36,1 e 37,2°C, cujos valores de 32 e 42°C são os limites extremos para a sobrevivência, em estado de enfermidade.

Diante disso, o corpo humano para manter a regulamentação da temperatura, realiza as trocas térmicas ao executar suas atividades metabólicas e por isso, necessita de reposições energéticas, de água e sais, para evitar graves prejuízos à saúde (BARBOSA FILHO, 2008).

De acordo com Sherique (2004), diversos fatores influenciam nas trocas térmicas entre o corpo humano e o meio ambiente, definindo a severidade da exposição ao calor, o que deve ser considerado na quantificação da sobrecarga térmica. Dentre estes fatores, existem cinco principais, como: Temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do ar, calor radiante e o tipo de atividade (Figura 8). Assim, combinando-se esses fatores determinam-se os índices de sobrecarga térmica para cada local de trabalho.

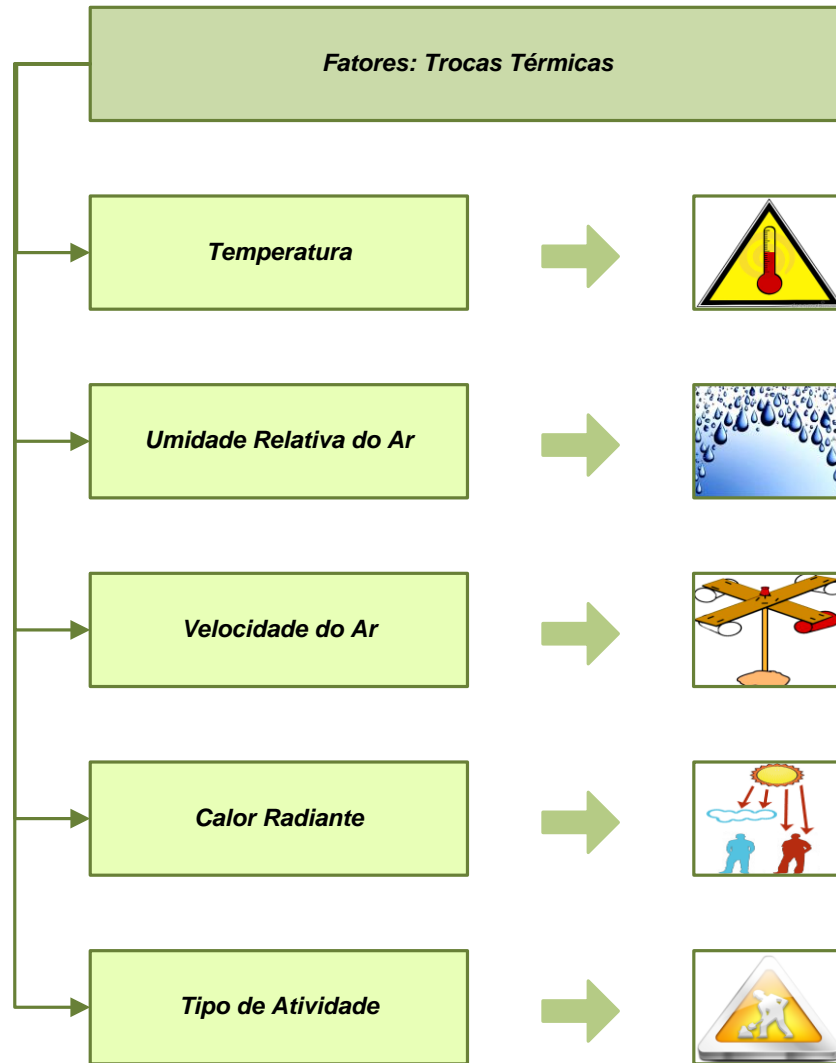


Figura 8 - Fatores Que Influenciam as Trocas Térmicas.

Dessa forma, a energia térmica produzida pelo organismo advém de reações químicas internas, sendo a mais importante a combinação do carbono, introduzido no organismo sob a forma de alimentos, com o oxigênio, extraído do ar pela respiração (BARBOSA FILHO, 2008).

a) Avaliação de Exposição Ocupacional ao Calor

Segundo Sherique (2004), a legislação brasileira, por meio da Portaria N^o. 3.214/1978 do Ministério do Trabalho (MTb) estabelece que a exposição ao calor deve ser avaliada com base no Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG). Este é um índice de sobrecarga térmica, definido por uma equação matemática que correlaciona alguns parâmetros determinados no ambiente de

trabalho. Para o cálculo do IBUTG considera-se a presença ou não de carga solar (insolação) no momento da medição, conforme a Equação 1 e a Equação 2:

1. Ambientes Internos ou Externos, Sem Carga Solar:

$$\text{IBUTG} = 0,7 \text{ Tbn} + 0,3 \text{ Tg} \quad \text{Equação (1)}$$

2. Ambientes Externos Com Carga Solar:

$$\text{IBUTG} = 0,7 \text{ Tbn} + 0,2 \text{ Tg} + 0,1 \text{ Tbs} \quad \text{Equação (2)}$$

Sendo:

- i) Tbn = Temperatura de Bulbo Úmido Natural
- ii) Tg = Temperatura de Globo
- iii) Tbs = Temperatura de Bulbo Seco

Existem duas maneiras de calcular o IBUTG. A primeira é pelo regime de trabalho intermitente com períodos de descanso no próprio local de trabalho, conforme a NR-15 (Tabela 2) e a outra é pelo regime de trabalho intermitente com período de descanso em outro ambiente de descanso (SHERIQUE, 2004).

Tabela 2 - Regime de Trabalho Intermitente Com Descanso no Local de Trabalho.

Regime de Trabalho Intermitente Com Descanso no Próprio Local de Trabalho (por hora)	Tipo de Atividade		
	Leve	Moderada	Pesada
✓ Trabalho Contínuo	Até 30,0	Até 26,7	Até 25,0
✓ 45 minutos trabalho ✓ 15 minutos descanso	30,1 a 30,6	26,8 a 28,0	25,1 a 25,9
✓ 30 minutos trabalho ✓ 30 minutos descanso	30,7 a 31,4	28,1 a 29,4	26,0 a 27,9
✓ 15 minutos trabalho ✓ 45 minutos descanso	31,5 a 32,2	29,5 a 31,1	28,0 a 30,0
✓ Não é permitido o trabalho, sem a adoção de medidas de controle	Acima de 32,2	Acima de 31,1	Acima de 30,0

Fonte: Sherique (2004).

As taxas metabólicas relativas às diversas atividades físicas exercidas pelo trabalhador devem ser estimadas, conforme os dados constantes na Tabela 3, extraídos da NR-15 (FUNDACENTRO, 2002).

Tabela 3 - Taxas de Metabolismo Por Tipo de Atividade.

Tipo de Atividade	Atividade Desempenhada	Kcal/h
Sentado em Repouso	-	100
Trabalho Leve	✓ Sentado, movimentos moderados com braços e tronco (Exemplo: Datilografia).	125
	✓ Sentado, movimentos moderados com braços e pernas (Exemplo: Dirigir).	150
	✓ De pé, trabalho leve, em máquinas ou bancada, principalmente com os braços.	150
Trabalho Moderado	✓ Sentado, movimentos vigorosos com braços e pernas.	180
	✓ De pé, trabalho leve em máquina ou bancada, com alguma movimentação.	175
	✓ De pé, trabalho moderado em máquina ou bancada, com alguma movimentação.	220
	✓ Em movimento, trabalho moderado de levantar ou empurrar.	300
Trabalho Pesado	✓ Trabalho intermitente de levantar, empurrar ou arrastar pesos (Exemplo: Remoção com pá).	440
	✓ Trabalho fatigante.	550

Fonte: Sherique (2004).

De acordo com Sampaio, Nääs e Nader (2005), a NR-15 define Limite de Tolerância (LT), como a concentração ou intensidade máxima ou mínima relacionada com a natureza ou tempo de exposição ao agente, que não causará danos à saúde do trabalhador durante a sua vida laboral.

O Limite Tolerância para exposição ao calor é o valor de IBUTG máximo permissível, correspondente ao valor de M, determinado em função do regime de trabalho e do consumo calórico referente ao metabolismo, conforme mostra a Tabela 4, baseada na NR-15. Ressalta-se que este limite é válido para os trabalhadores saudáveis, aclimatados, completamente vestidos com calça e camisa leves, e com reposição adequada de água e sais minerais (FUNDACENTRO, 2002).

Tabela 4 - Limite de Exposição Ocupacional ao Calor.

M (Kcal/h)	Máximo IBUTG (°C)
175	30,5
200	30,0
250	28,5
300	27,5
350	26,5
400	26,0
450	25,5
500	25,0

Fonte: Sherique (2004).

As medições devem ser realizadas por meio do índice de sobrecarga térmica - IBUTG -, utilizando instrumentos como um Conjunto de Termômetros ou um Medidor de *Stress* Térmico. Estas medições são realizadas na altura da região do corpo mais afetada pela fonte de calor, sendo que os valores encontrados devem ser comparados com os Limites de Tolerância apresentados na NR-15 da Portaria Nº. 3.214/1978 do Ministério do Trabalho (SHERIQUE, 2004).

Sherique (2004) relata que durante as medições deve-se adotar alguns procedimentos e técnicas, tais como: a) Localização dos equipamentos geradores de calor; b) Preparação do bulbo úmido, umedecendo o pavio com água destilada e mantendo-os úmidos durante as medições; c) Posicionar o instrumento na região que equivale ao ponto de irradiação de calor e na direção do trabalhador; d) Esperar a estabilização do termômetro por um período de 3 a 5 minutos e logo após realizar as leituras.

b) Efeitos Nocivos da Exposição ao Calor

Sherique (2004) menciona que temperaturas extremas, podem ter influência sobre o trabalho que o indivíduo realiza, devido à exposição ao calor produzido por fontes radiantes, correntes de convecção ou por condução. À medida que o calor aumenta, ocorre uma reação no organismo humano, logo, os seus principais mecanismos de defesa são a vasodilatação periférica e a sudorese.

Os principais transtornos causados pelo calor são fadiga, redução de rendimento, redução da percepção e do raciocínio, que propicia perturbações psicológicas que podem conduzir ao esgotamento e prostrações (SHERIQUE, 2004).

c) Medidas de Prevenção

Algumas medidas de prevenção podem reduzir os riscos gerados pelo calor, tais como:

1. Mecanismos Técnicos de Controle: Desenvolver um plano de ventilação do ambiente como um todo e medidas que promovam o resfriamento localizado sobre as fontes de calor, incluindo sistemas de exaustão. A instalação de painéis de isolamento das fontes do calor radiante são medidas bastante positivas. O resfriamento por evaporação e a refrigeração mecânica são outras maneiras possíveis de redução do calor. Ventiladores são dispositivos que também auxiliam para reduzir o calor em ambientes quentes. A adoção de roupas de proteção para o trabalhador, a modificação, assim como a automação dos equipamentos, visando a redução do trabalho manual são outras formas de reduzir o calor.

2. Ingestão de Água em Abundância: Recomenda-se que cada trabalhador faça a ingestão, de até um quarto de litro de água por hora. Além disso, é fundamental que os trabalhadores recebam treinamento em procedimentos de primeiros socorros para que aprendam a reconhecer e enfrentar os primeiros sinais orgânicos de reação ao calor. Os empregadores devem considerar também a condição física de cada trabalhador, cuja atividade será desenvolvida em área de calor. Os trabalhadores de mais idade, os obesos e os que passam por período de tratamento com ingestão de medicamentos, correm mais riscos.

3. Períodos de Trabalho e Descanso: Podem ser alternados com períodos de descanso mais prolongados e em ambientes bem ventilados. Na medida do possível deve-se planejar para que os trabalhos mais pesados sejam desenvolvidos nas horas mais frescas do dia. Os supervisores devem receber treinamento para detectar com antecedência qualquer indisposição e permitir que o trabalhador interrompa sua tarefa antes do agravamento de sua situação.

4. Aclimação ao Calor: Deve ocorrer por meio de curtos períodos de exposição para em seguida, o trabalhador ser submetido a exposições por períodos mais longos. Os empregados recém-admitidos e os que retornam após período de férias, devem passar por período de adaptação de cinco dias.

5. Instruções aos Trabalhadores: Os trabalhadores devem estar suficientemente instruídos quanto à necessidade da ingestão de líquidos e sais perdidos, durante a transpiração. Devem conhecer os efeitos nocivos da exposição ao calor, como desidratação, esgotamento, desmaio, câimbras e insolação. Além disso, devem ser conscientizados da importância do controle diário de seu peso, como forma de detectar a hidratação (RACCO BRASIL, 2012).

d) Conforto Térmico

Segundo Barbosa Filho (2008), os primeiros estudos sobre a importância do conforto térmico datam do início deste século, diante das novas exigências e o intenso trabalho físico imposto aos operários da Revolução Industrial, que resultaram do rendimento produtivo e dos interesses de produção associados a este, além do interesse do estudo das influências das atividades desenvolvidas pelo indivíduo. Neste aspecto, foram observadas as seguintes variáveis: Vestimentas, características do ambiente que proporcionam trocas de calor entre o corpo e o ambiente, sexo, idade, biótipo, hábitos alimentares e demais variáveis determinantes nas trocas de calor e reposição energética.

Com base nestes aspectos, foram desenvolvidos índices de conforto térmico, descritos a seguir:

1. Índices Biofísicos: Baseiam-se nas trocas de calor entre o corpo e o ambiente, correlacionando os elementos do conforto com as trocas de calor que originaram esses elementos.
2. Índices Fisiológicos: Baseiam-se nas reações fisiológicas originadas por condições conhecidas de temperatura seca do ar, temperatura radiante média, umidade do ar e velocidade do ar.
3. Índices Subjetivos: Baseiam-se nas sensações subjetivas de conforto experimentadas nas condições em que os elementos de conforto térmico variam (BARBOSA FILHO, 2008).

2.5.1.2. Ruído

Segundo Guerreiro (2002), o ruído pode ser definido como um conjunto de sons desagradáveis e frequentemente irritantes, que além de um determinado nível torna-se incômodo, sendo considerado um obstáculo à comunicação.

a) Classificação do Ruído

Para Sherique (2004), o ruído é um fenômeno que indica uma mistura de sons, cujas frequências não seguem uma ordem precisa, sendo classificados em quatro grupos, descritos a seguir:

1. Ruído Contínuo Estacionário: Ruído com variações de níveis desprezíveis durante o período de observação. 2. Ruído Contínuo Não Estacionário: Ruído cujo nível varia significativamente durante o período de observação. 3. Ruído Contínuo Flutuante: Ruído cujo nível varia continuamente de um valor apreciável, durante o período de observação. 4. Ruído Intermitente: Ruído cujo nível cai ao valor de fundo várias vezes durante o período de observação, sendo que o tempo em que permanece em valor constante acima do valor de fundo é da ordem de segundos ou mais (SHERIQUE, 2004).

b) Avaliação de Exposição Ocupacional ao Ruído

A avaliação do ruído deve ser realizada nos locais de trabalho, uma vez que níveis elevados deste agente resultam em danos para a saúde humana (GUERREIRO, 2002). Assim sendo, ao avaliar um ambiente de trabalho, torna-se importante determinar as medições, que considerem o nível de ruído e o tempo de exposição do trabalhador (Figura 9), pois, na prática, os trabalhadores estão expostos a diferentes níveis de ruído (FUNDACENTRO, 2001).

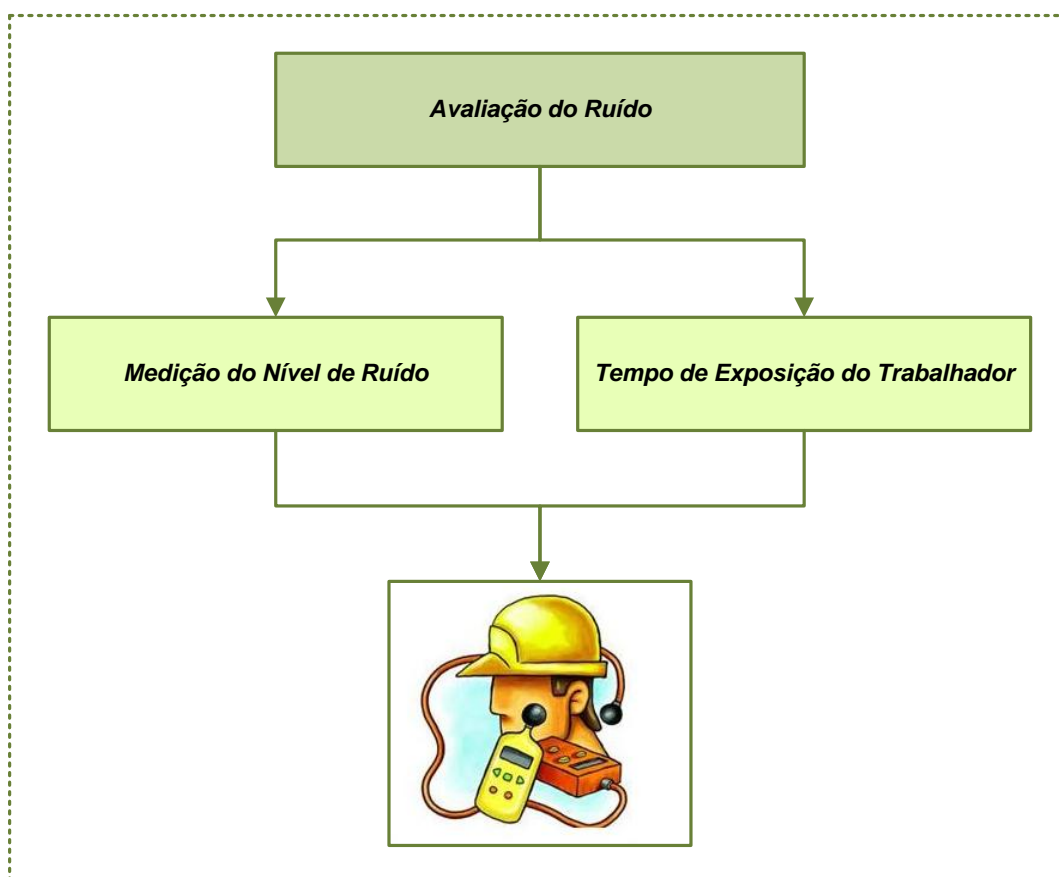


Figura 9 - Avaliação do Ruído.

Para as medições de ruído e fins de aplicação de Limites de Tolerância, considera-se o Ruído Contínuo ou Intermitente. Pois, não se caracteriza como o ruído de impacto, por apresentar picos de energia acústica de curta duração (BARBOSA FILHO, 2008).

Os níveis de Ruído Contínuo ou Intermitente devem ser medidos em Decibéis (dB) (Figura 10), com instrumento de nível de pressão sonora operando no circuito de compensação “A” e circuito de resposta lenta (Slow), cujas leituras devem ser realizadas próximas ao ouvido do trabalhador (SHERIQUE, 2004).

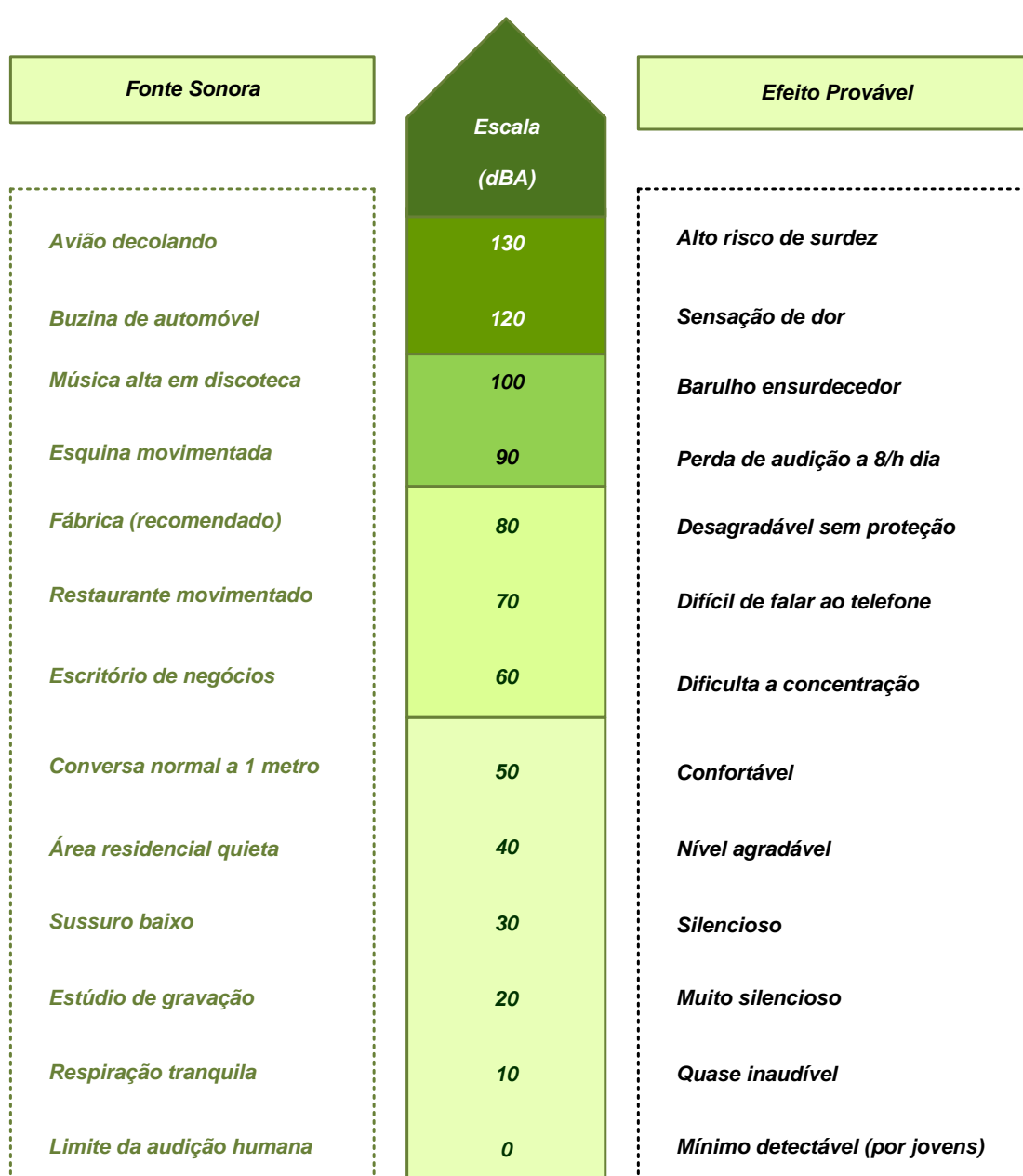


Figura 10 - Escala em Decibéis da Intensidade dos Sons.

Fonte: Adaptado de Mecalor News (2012).

De acordo com Guerreiro (2002), as medições de ruído têm como premissas mais frequentes: a) Determinar se os níveis sonoros são susceptíveis de provocar danos auditivos ou deterioração de ambiente; b) Determinar o nível sonoro dos equipamentos; c) Obter dados para diagnósticos, como os planos para redução do ruído.

A Tabela 5 apresenta os limites de tolerância para Ruído Contínuo ou Intermitente, extraída da NR-15. Sherique (2004) menciona que os tempos de exposição aos níveis de ruído não devem exceder os Limites de Tolerância fixados nesta tabela.

Tabela 5 - Limites de Tolerância Para Ruído Contínuo ou Intermitente.

Nível de Ruído dB (A)	Máxima Exposição Diária Permissível
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

Fonte: Sherique (2004).

Barbosa Filho (2008) ressalta que a leitura dos Limites de Tolerância indica a permanência máxima que poderá ser efetuada por um indivíduo, sem proteção, de maneira que não haja dano à saúde do trabalhador durante sua vida laboral.

Diante disso, não é permitida a exposição a níveis de ruído acima de 115 dB (A), para trabalhadores que não estejam adequadamente protegidos (SHERIQUE, 2004). Barbosa Filho (2008) afirma que o não cumprimento desta recomendação, configura-se como risco grave e eminente.

As medições devem ser realizadas com o uso do instrumento, conhecido como Decibelímetro, que tem a finalidade de medir os níveis de intensidade sonora. Logo, os valores encontrados devem ser comparados com os Limites de Tolerância constantes na NR-15 da Portaria Nº. 3.214/1978 do Ministério do Trabalho (SHERIQUE, 2004).

c) Efeitos Nocivos do Ruído

Sherique (2004) menciona que o ruído pode causar efeitos nocivos ao sistema auditivo de três formas, tais como:

- *Mudança Temporária do Limiar de Audição ou Surdez Temporária:* Ocorre após a exposição do trabalhador a ruído intenso, mesmo por um curto período de tempo.
- *Surdez Permanente:* Origina da exposição repetida, durante longos períodos, a ruídos de intensidade excessiva. Essa perda é irreversível e está associada à destruição dos elementos sensoriais da audição.
- *Trauma Acústico:* Perda auditiva repentina após exposição a ruído intenso, causado por explosões ou impactos sonoros semelhantes.

O ruído, além de causar danos auditivos, pode provocar alterações em quase todos os aparelhos ou órgãos que constituem o organismo humano. Estes efeitos extra-auditivos podem provocar ações sobre o sistema cardiovascular, alterações endócrinas, desordens físicas e dificuldades mentais e emocionais, entre as quais

destacam-se irritabilidade, fadiga e outros, normalmente partem de causas de acidentes, conforme apresenta a Tabela 6 (SHERIQUE, 2004).

Tabela 6 - Possíveis Efeitos Nocivos do Ruído.

Organismo	Efeitos Nocivos do Ruído
Sistema Nervoso	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fadiga nervosa ✓ Perda da memória, irritabilidade ✓ Dificuldade em coordenar ideias ✓ Modificações das ondas eletroencefalográficas
Aparelho Cardiovascular	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Hipertensão ✓ Modificação do ritmo cardíaco ✓ Modificação do calibre dos vasos sanguíneos
Outros Efeitos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Diminuição da visão noturna ✓ Perturbações gastrointestinais ✓ Modificação do ritmo respiratório ✓ Dificuldade na percepção das cores ✓ Perda temporária da capacidade auditiva

Fonte: Sherique (2004).

d) Medidas de Prevenção e Controle

As alternativas para minimizar os riscos associados ao ruído, podem e devem ser adaptadas as medidas de prevenção e controle deste agente, tais como:

1. Medidas Técnicas: Processos de fabricação menos ruidosos; redução do ruído nas máquinas; aplicação de blindagens acústicas. 2. Medidas Acústicas: Materiais absorventes nas paredes; paredes anti-ruído; isolamento contra os sons sólidos. 3. Medidas Organizacionais: Separação dos postos de trabalho ruidosos; limitar o tempo de exposição ao ruído; avaliações periódicas de ruído. 4. Medidas Gerais: Informar e sensibilizar os trabalhadores; sinalizar as zonas ruidosas; limitar o acesso às zonas ruidosas; vigilância audiométrica dos trabalhadores. 5. Medidas de Proteção Individual: O uso de proteção auricular enquadra-se como um recurso de medida de proteção individual, que deve ser equacionada em último caso, ou seja, quando não é viável a adoção de uma medida de proteção coletiva (blindagem, lubrificação da máquina, etc.), uma vez que pode ocasionar desconforto ao trabalhador, podendo originar outros riscos profissionais. Diante disso, ressalta-se que todos os postos de trabalho sujeitos a valores de ruído iguais ou superiores a 85 dB (A) devem possuir proteções auriculares adequadas, definidas conforme as avaliações de ruído, sendo fornecidas pela empresa. No caso dos valores de exposição pessoal diária ao ruído superar os 90 dB (A) é obrigatório o uso de proteção, caso contrário é passível a punição com multa (GUERREIRO, 2002).

2.5.2. Riscos Químicos

Os riscos químicos são identificados como substâncias compostas ou produtos que possam penetrar no organismo pela via respiratória, ou conforme a atividade de exposição possam ter contato através da pele ou ser absorvidos pelo organismo por ingestão, tais como: Poeiras, fumos, névoas, neblina, gases e vapores (SHERIQUE, 2004).

A Tabela 7 apresenta os principais efeitos à saúde dos trabalhadores oriundos dos riscos químicos.

Tabela 7 - Efeitos à Saúde dos Trabalhadores Oriundos dos Riscos Químicos.

Agente	Efeito
Amônia	Por Contato: O contato com a pele pode causar irritação e queimaduras. Por Inalação: Se inalado, os vapores podem produzir dificuldade respiratória e até morte por sufocamento.
Ácido Sulfúrico	Por Contato: O contato repetido de soluções diluídas do ácido com a pele pode originar dermatoses irritativas; ulceração e destruição dos tecidos com soluções concentradas. O contato dos olhos com o líquido pode produzir conjuntivite, lesões na córnea e cegueira. Por Inalação: A exposição a vapores do ácido pode provocar irritação imediata nas mucosas (nariz, garganta, olhos), dificuldade para respirar, edema agudo dos pulmões, edema da laringe e morte. A corrosão dos dentes é observada frequentemente.
Poeiras	As poeiras incômodas, quando inaladas em grande quantidade, possuem um longo histórico de pequenos efeitos adversos no pulmão.

Fonte: Sherique (2004).

2.5.3. Riscos Biológicos

Os riscos biológicos são agentes biológicos que se apresentam nas formas de microrganismos e parasitas infecciosos vivos e suas toxinas, tais como: Bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários e vírus, entre outros (SHERIQUE, 2004).

2.5.4. Riscos Ergonômicos

Os riscos ergonômicos são considerados a falta de adaptação do trabalho ao homem, tendo diversos fatores que podem interferir nas características psicofisiológicas do trabalhador e assim causar desconforto ou afetar a saúde, tais como: Postura incorreta, excesso de carga de levantamento, esforços repetitivos e organização inadequada do trabalho, entre outros (MTE, 1978).

2.5.5. Riscos de Acidentes

Os riscos de acidentes são fatores que colocam o trabalhador em situação vulnerável e possam afetar sua integridade, e seu bem estar físico e psíquico. Sendo estes, as máquinas e equipamentos sem proteção, probabilidade de incêndio e explosão, arranjo físico inadequado, armazenamento inadequado e iluminação insuficiente, entre outros (MTE, 1978).

2.5.6. Classificação do Grau de Risco

Sherique (2004) relata que os graus de risco podem ser classificados em cinco níveis conforme a sua categoria, apresentada na Tabela 8:

Tabela 8 - Classificação do Grau de Risco.

Grau de Risco	Categoria	Significado
0	Insignificante	Fatores do ambiente ou elementos materiais que não constituem nenhum incômodo nem risco para a saúde ou integridade física.
1	Baixo	Fatores do ambiente ou elementos materiais que constituem um incômodo sem ser uma fonte de risco para a saúde ou integridade física.

Tabela 8 - Continuação.

Grau de Risco	Categoria	Significado
2	Moderado	Fatores do ambiente ou elementos materiais que constituem um incômodo, podendo ser de baixo risco para a saúde ou integridade física.
3	Alto ou Sério	Fatores do ambiente ou elementos materiais que constituem um risco para a saúde e integridade física do trabalhador, cujos valores ou importâncias estão notavelmente próximos dos limites regulamentares.
4	Muito Alto ou Crítico	Fatores do ambiente ou elementos materiais que constituem um risco para a saúde e integridade física do trabalhador, com uma probabilidade de acidente ou doença elevada.

Fonte: Sherique (2004).

2.6. EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Segundo a Norma Regulamentadora NR-6, o Equipamento de Proteção Individual (EPI) é todo o dispositivo de uso individual utilizado pelo empregado, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho (COSTA, 2011).

Rodrigues (2009) salienta que o Equipamento de Proteção Individual não elimina o risco, porém atua como agente protetor à saúde do trabalhador ao reduzir a possibilidade de lesões e ferimentos, decorrentes de suas atividades.

A empresa é obrigada a fornecer gratuitamente ao trabalhador, o EPI adequado ao risco, em total 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 ocupacionais; b) Enquanto as medidas de proteção coletiva estiverem sendo implantadas; c) Para atender situações de emergência (FUNDACENTRO, 2012).

Costa (2011) menciona que o Ministério do Trabalho e Emprego atesta a qualidade do EPI disponível no mercado, seja de fabricação nacional ou importado, através da emissão do Certificado de Aprovação (CA).

Conforme a Norma Regulamentadora NR-6, segue um esquema dos principais Equipamentos de Proteção Individual (Figura 11) (COSTA, 2011).

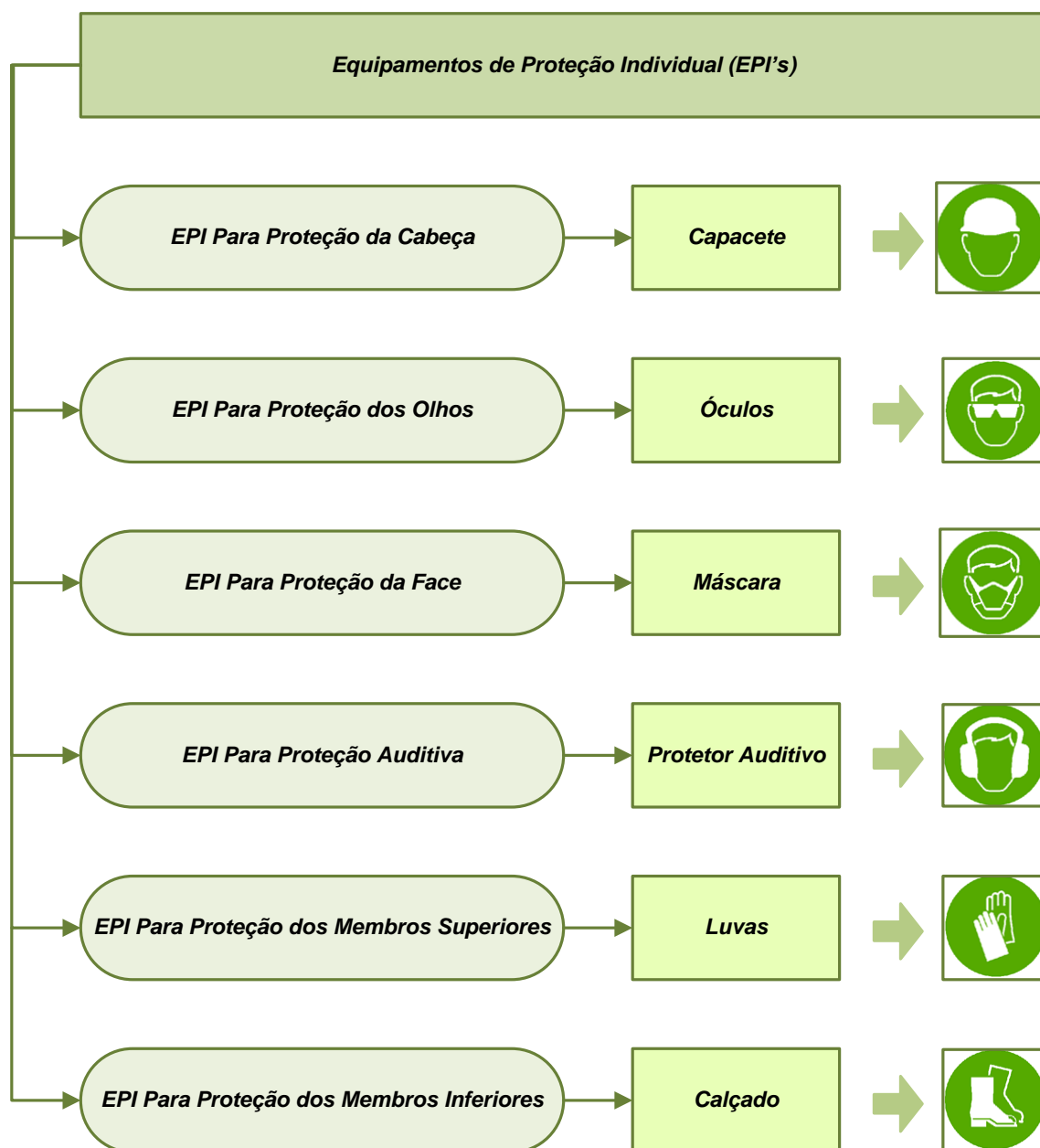


Figura 11 - Equipamentos de Proteção Individual.

Quanto ao Equipamento de Proteção Individual cabe ao empregador e ao empregado:

1. Empregador: Adquirir o EPI adequado ao risco de cada atividade; exigir o seu uso; fornecer ao empregado somente EPI's aprovados pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho; orientar e capacitar o empregado quanto ao uso adequado ao acondicionamento e conservação; substituir imediatamente, quando danificado ou extraviado;

responsabilizar-se pela higienização e manutenção periódica; comunicar ao Ministério do Trabalho e Emprego qualquer irregularidade observada. 2. Empregado: Utilizar apenas para a finalidade a que se destina; responsabilizar-se pelo acondicionamento e conservação; comunicar ao empregador qualquer alteração que o torne impróprio para uso; cumprir as determinações do empregador sobre o uso adequado (FUNDACENTRO, 2012).

A implantação do uso dos Equipamentos de Proteção Individual deverá ser realizada pela ordem de serviço, informando os riscos a que os trabalhadores estão expostos e suas responsabilidades no cumprimento das normas de segurança adotadas pela empresa (SILVA, 2009).

2.7. SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA

A sinalização de segurança é uma ação que visa informar a proximidade de uma situação de perigo, para a qual se deve ter atenção, com a identificação e a adoção de um comportamento desejável a fim de evitar eventos inesperados, seja em relação às pessoas, à produção ou aos meios materiais da organização (BARBOSA FILHO, 2008).

Para Barbosa Filho (2008), o ato de sinalizar assume a função de demarcar áreas visando ordenar, coibir ou obrigar a passagem de pessoas ou veículos, de acordo com notas e vias preestabelecidas. Assim, pode ser a recomendação para a utilização de um determinado meio de proteção, a indicação da presença de elementos potencialmente nocivos, o destaque para uma melhor visualização de partes de máquinas, canalizações, equipamentos, entre outros. Dessa maneira, existem diversas formas de informar, orientar e prescrever comportamentos em relação à sinalização de segurança nas instalações e nos ambientes da empresa, devendo ser empregada, quando for necessário:

a) Chamar a atenção dos trabalhadores sobre a existência de riscos e as respectivas proibições e obrigações associadas; b) Alertar os trabalhadores sobre uma situação de emergência que requeira medidas de prevenção ou evacuação; c) Facilitar aos trabalhadores a localização e a identificação de determinados meios ou instalações de proteção, evacuação, emergência ou primeiros socorros; d) Orientar ou guiar os trabalhadores quando da realização de manobras perigosas (BARBOSA FILHO, 2008).

No entanto, Barbosa Filho (2008) relata que a sinalização de segurança deverá se limitar a situações em que: a) Não seja possível eliminar o risco; b) Não seja possível proteger as pessoas; c) Não seja possível adotar sistemas de proteção; d) Seja medida complementar, através de intervenção corretiva; e) Seja meio suplementar e essencial de conscientização.

Barbosa Filho (2008) comenta que de maneira em geral, a sinalização de segurança é estruturada em categorias, cada qual com formatos e cores específicas aos fins a que se destinam, tais como (Figura 12):

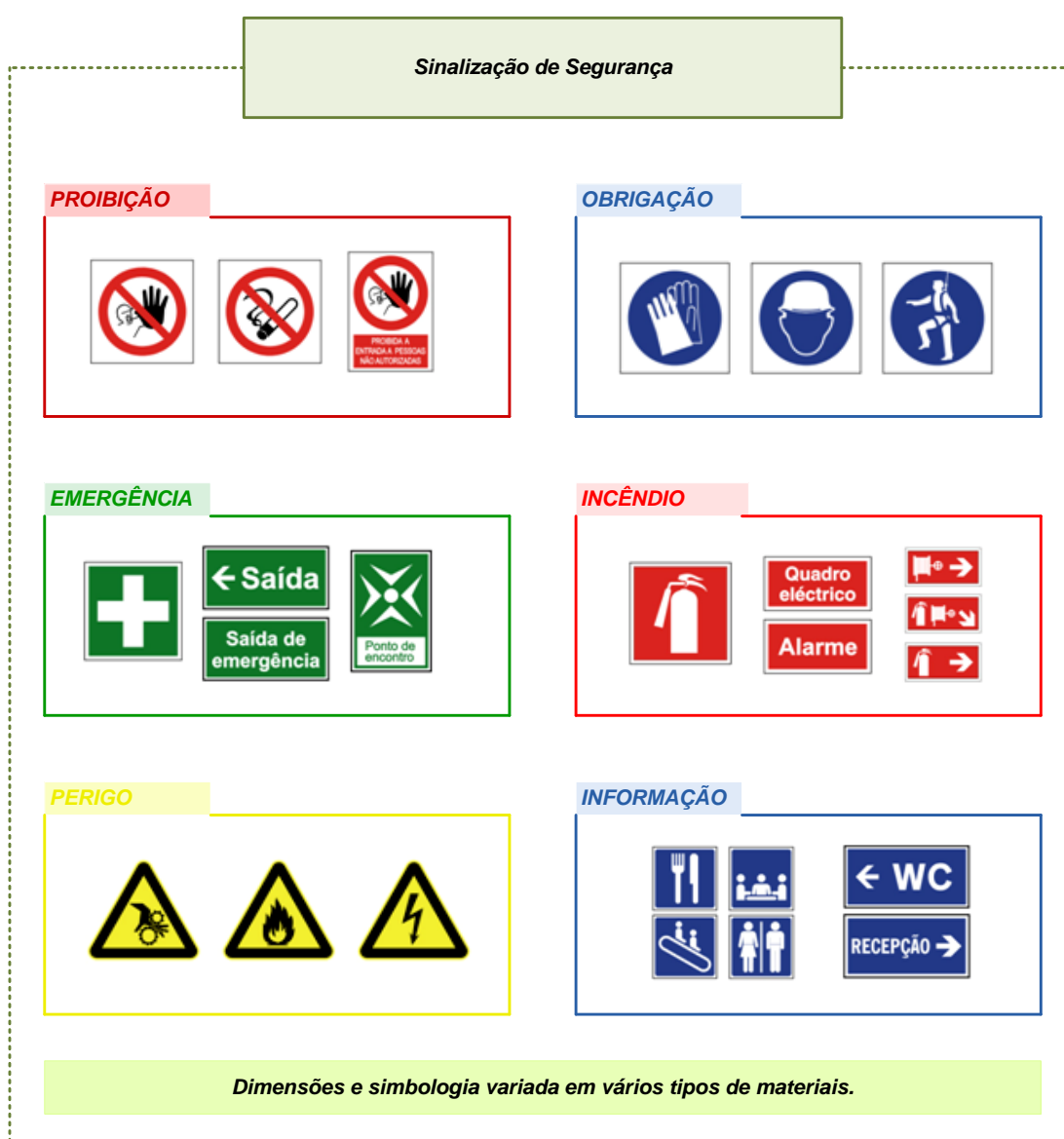


Figura 12 - Sinalização de Segurança.

Fonte: Adaptado de Nadia Sinalização (2012).

a) Sinais de Advertência: São sinais que informam a presença de riscos de determinada natureza, sendo triangulares e figura sobre fundo amarelo. b) Sinais de Proibição: São sinais que informam sobre a não possibilidade de determinada ação, através de formatos circulares com tarja vermelha e figura sobre fundo branco. c) Sinais de Obrigação: São sinais que indicam a necessidade do uso de determinado meio de proteção. d) Sinais de Indicação: São sinais utilizados para equipamentos de combate a incêndio e salvamento, incluindo as vias de evacuação. e) Sinalização de Comunicação: São sinalizações com comunicados em geral (BARBOSA FILHO, 2008).

A NR-26 estabelece padrões quanto à utilização de cores para a sinalização de segurança nos locais de trabalho, priorizando a prevenção de acidentes, de maneira a identificar, delimitar e advertir contra riscos existentes (RODRIGUES, 2009).

2.8. SISTEMAS DE TRATAMENTO UTILIZANDO BIODIGESTORES

Conforme Fernandes (2011), a atividade agropecuária apresenta um intenso dinamismo na economia brasileira, sendo à base de sustentação econômica do país. Esta situação também é vivenciada pelo estado do Paraná, destacando-se neste âmbito a atividade de suinocultura. Entretanto, o sistema de produção utilizado na suinocultura brasileira, conhecido como Sistema de Produção de Animais Confinados (SPAC) apresenta considerável geração de efluentes, definidos como biomassa residual ou resíduos, que quando gerenciados de maneira inadequada causam impactos ambientais, principalmente à água e ao solo, devido ao elevado potencial de poluição ambiental.

Neste contexto, uma das formas de minimizar os impactos ambientais que esse setor produtivo pode causar, ao longo dos últimos anos tem crescido significativamente o número de produtores rurais que têm utilizado os biodigestores como sistema de tratamento de efluente, que oferece como subprodutos o biogás e o biofertilizante, permitindo a muitos suinocultores um incremento ao valor de seus sistemas produtivos e dessa forma adequar tais resíduos, para que atendam aos aspectos da legislação ambiental (FERNANDES, 2011).

Os biodigestores são sistemas destinados a conter o efluente que entrará em contato com os microrganismos, em condições de total ausência de oxigênio,

conhecido como biodigestão anaeróbia, onde haverá a produção e o armazenamento preliminar dos compostos gasosos, como o biogás e o biofertilizante (FERNANDES, 2012).

Segundo o Centro Para a Conservação de Energia (CCE) (2000), existem inúmeros projetos de biodigestores, mas todos invariavelmente se constituem de duas partes, como o tanque para reter o resíduo e o gasômetro para o pré-armazenamento do biogás, conforme demonstra a Figura 13.

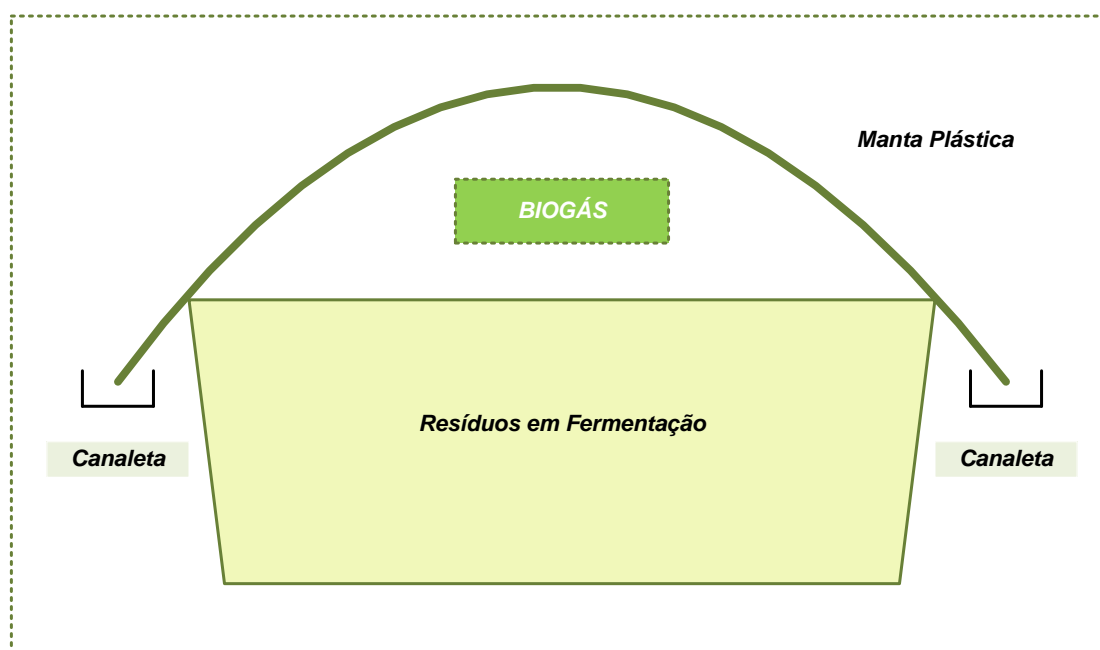


Figura 13 - Modelo dos Projetos de Biodigestores.

Fonte: Adaptado de Cervi, Esperancini e Bueno (2010).

2.8.1. Biogás

O biogás é composto por uma mistura gasosa formada a partir da decomposição de efluentes, produzida por bactérias anaeróbias, cujas percentagens dos gases variam de acordo com as características dos resíduos utilizados e as condições de funcionamento do biodigestor (CCE, 2000).

A composição exata do biogás e sua produção dependerá do tipo de resíduo utilizado, do modelo do biodigestor e das condições de operação (temperatura,

pressão, pH, tempo de retenção), que são indicativos do funcionamento do processo (SILVA, 1996).

A composição do biogás é formada por metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) e em quantidade reduzida, por outros gases como hidrogênio (H₂), nitrogênio (N₂), sulfeto de hidrogênio (H₂S), monóxido de carbono (CO) e amônia (NH₃). A Tabela 9 apresenta a composição aproximada do biogás.

Tabela 9 - Composição do Biogás.

Gases	Quantidade (%)
Metano (CH ₄)	50 a 80
Dióxido de Carbono (CO ₂)	20 a 40
Hidrogênio (H ₂)	1 a 3
Nitrogênio (N ₂)	0,5 a 3
Sulfeto de Hidrogênio (H ₂ S) e Outros	1 a 5

Fonte: La Farge (1979).

A geração de biogás pelo processo de biodigestão anaeróbia apresenta quatro etapas:

a) Hidrólise: Por ação de exoenzimas liberadas pelas bactérias fermentativas hidrolíticas, os materiais particulados complexos (polímeros) são convertidos em materiais dissolvidos mais simples, sendo reduzidos em moléculas menores que são capazes de atravessar as paredes celulares das bactérias fermentativas. b) Acidogênese: Por ação de bactérias fermentativas acidogênicas, os compostos formados na fase de hidrólise são convertidos em diversos compostos mais simples, tais como ácidos graxos voláteis, álcoois, ácido láctico, gás carbônico, hidrogênio, amônia e gás sulfídrico. c) Acetogênese: As bactérias acetogênicas são responsáveis pela oxidação dos produtos gerados na fase acidogênica em substrato apropriado para as bactérias metanogênicas; os produtos gerados são o hidrogênio, o dióxido de carbono e o acetato. d) Metanogênese: É a etapa final do processo de degradação da matéria orgânica, sendo esta convertida em metano e dióxido de carbono por ação das bactérias metanogênicas (CHERNICHARO, 1997).

A Figura 14 apresenta o esquema das quatro fases da produção de biogás no processo de biodigestão anaeróbia, tais como hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese.

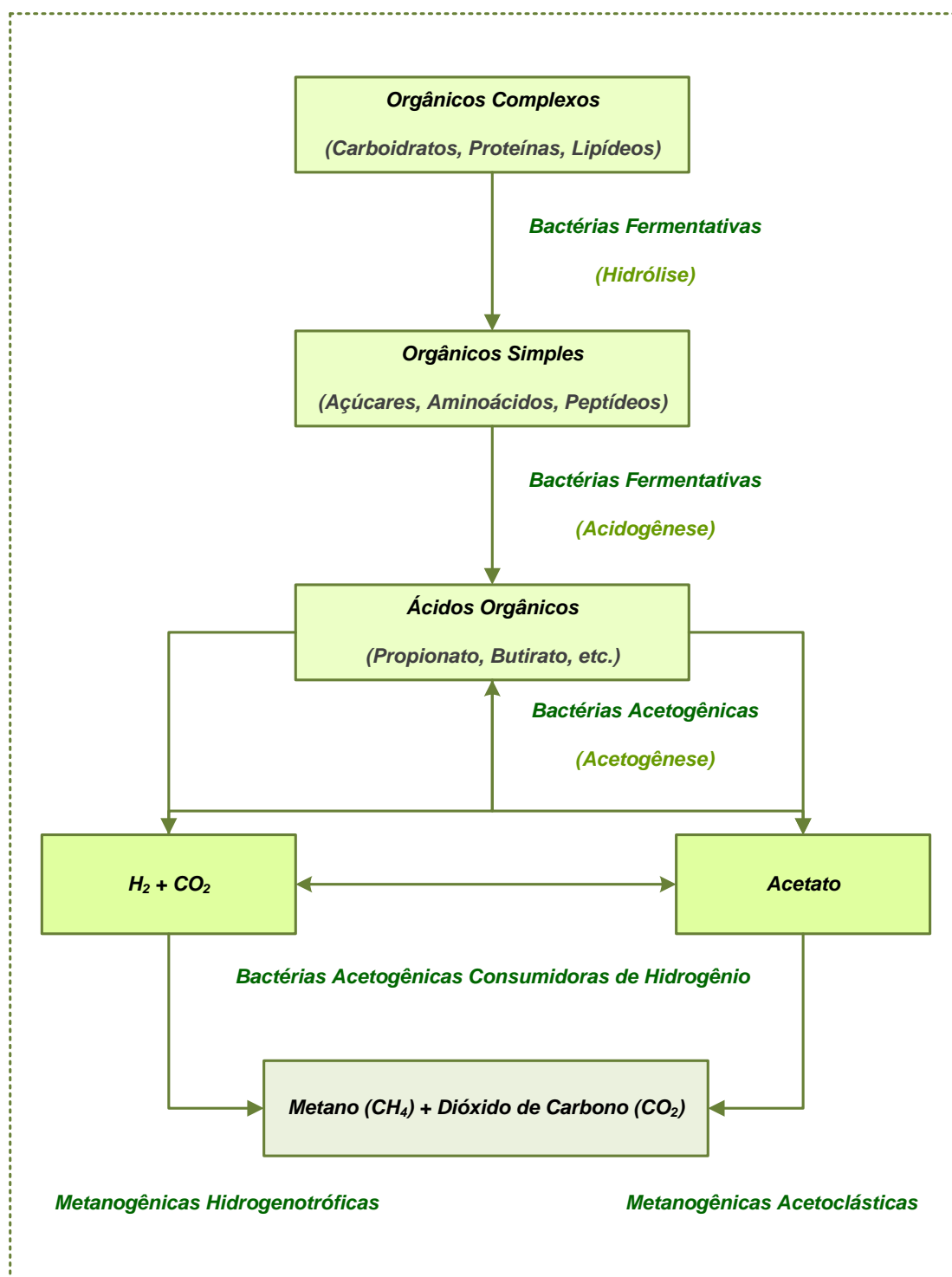


Figura 14 - Fases da Produção de Biogás.

Fonte: Adaptado de Van Haandel e Lettinga (1994).

Portanto, o biogás possui um potencial energético significativo, capaz de ser utilizado para a geração de energia elétrica, térmica ou mecânica, podendo vir a se constituir em importante centro gerador de recursos para suprir os custos ambientais das atividades que geram efluentes (FERNANDES, 2012).

3. METODOLOGIA

3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo é uma das Unidades de Demonstração (UD's) do Centro Internacional de Energias Renováveis Com Ênfase em Biogás (CIER-Biogás), uma parceria entre a Itaipu Binacional (IB) e a Organização das Nações Unidas Para o Desenvolvimento Industrial (ONUDI), que tem como principal premissa o desenvolvimento de políticas públicas que venham a posicionar o biogás como um produto energético, capaz de estabelecer cadeias de suprimentos locais e regionais, com impactos sociais, econômicos e ambientais.

Neste contexto, destaca-se a Unidade Granja Colombari (UGC) pertencente ao Sr. José Carlos Colombari, localizada na Linha Marfim no município de São Miguel do Iguaçu, no Oeste do Paraná, conforme apresenta a Figura 15.

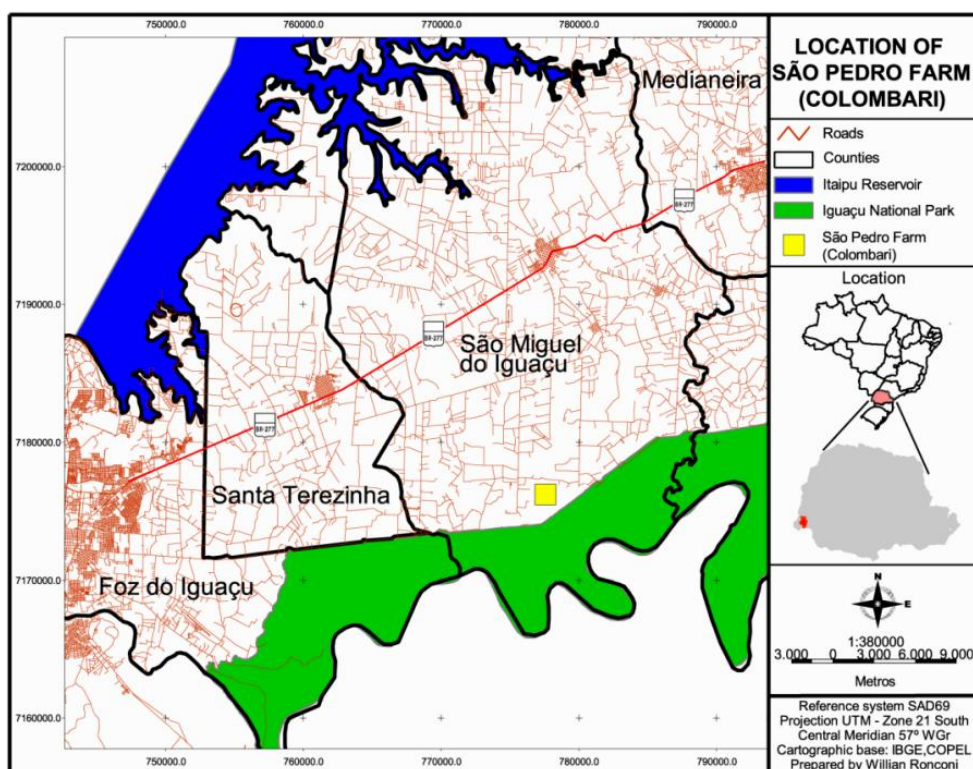


Figura 15 - Mapa de Localização da Unidade Granja Colombari.

Fonte: Centro Internacional de Hidroinformática (CIH) (2011).

Desde 1997, o produtor da Unidade Granja Colombari trabalha com a atividade de suinocultura na fase de terminação e atualmente, a sua capacidade de produção é de 5.000 suínos. Esta propriedade possui uma área total de 250 hectares, sendo 200 hectares destinados para a agricultura e 50 hectares destinados para a atividade de suinocultura, Área de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL).

A Figura 16 apresenta o sistema produtivo da Unidade Granja Colombari, descrito a seguir.

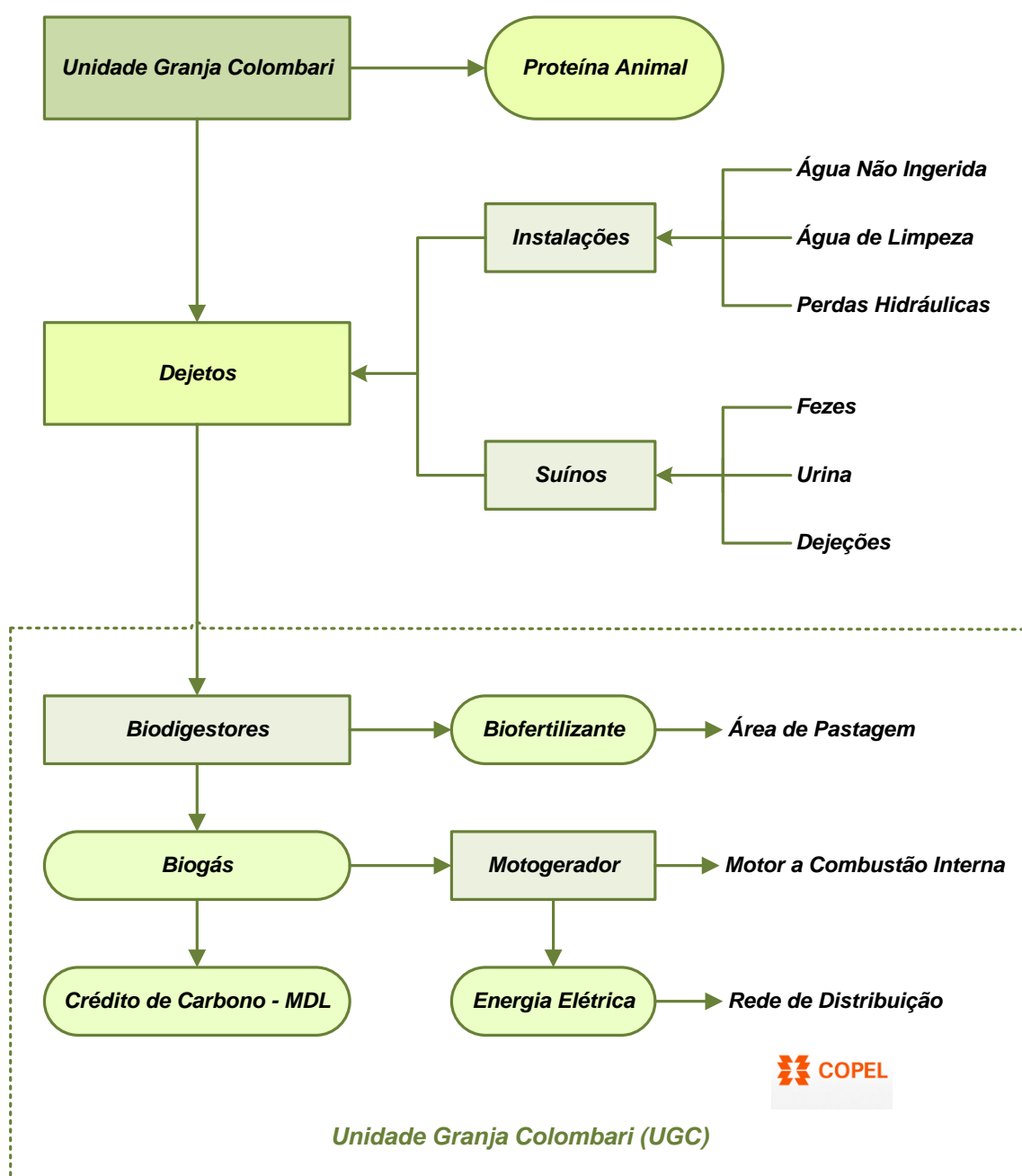


Figura 16 - Sistema Produtivo da Unidade Granja Colombari.

O sistema produtivo da Unidade Granja Colombari está associado à geração de biomassa residual proveniente de dejetos de suínos, que por meio do processo de biodigestão anaeróbia é tratada em biodigestores, gerando como subprodutos desse processo, o biofertilizante aplicado na pastagem para a criação dos bovinos de corte e o biogás utilizado para a produção de energia elétrica através do motogerador, que sustenta todo o consumo interno da propriedade rural. O excedente de energia elétrica gerada é comercializado à distribuidora de energia local, a Companhia Paranaense de Energia (COPEL). Dessa forma, o biogás além de gerar energia elétrica, proporciona também a comercialização dos créditos de carbono viabilizados pelo Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

Ressalta-se que as atividades desenvolvidas na propriedade rural são realizadas por toda família do produtor e por cinco funcionários que residem no local de trabalho. A jornada de trabalho é de oito horas diárias, tendo um intervalo de duas horas para o almoço e os postos de trabalhos são em ambientes fechados e a céu aberto. A Figura 17 apresenta as condições de trabalho realizadas na Unidade Granja Colombari.

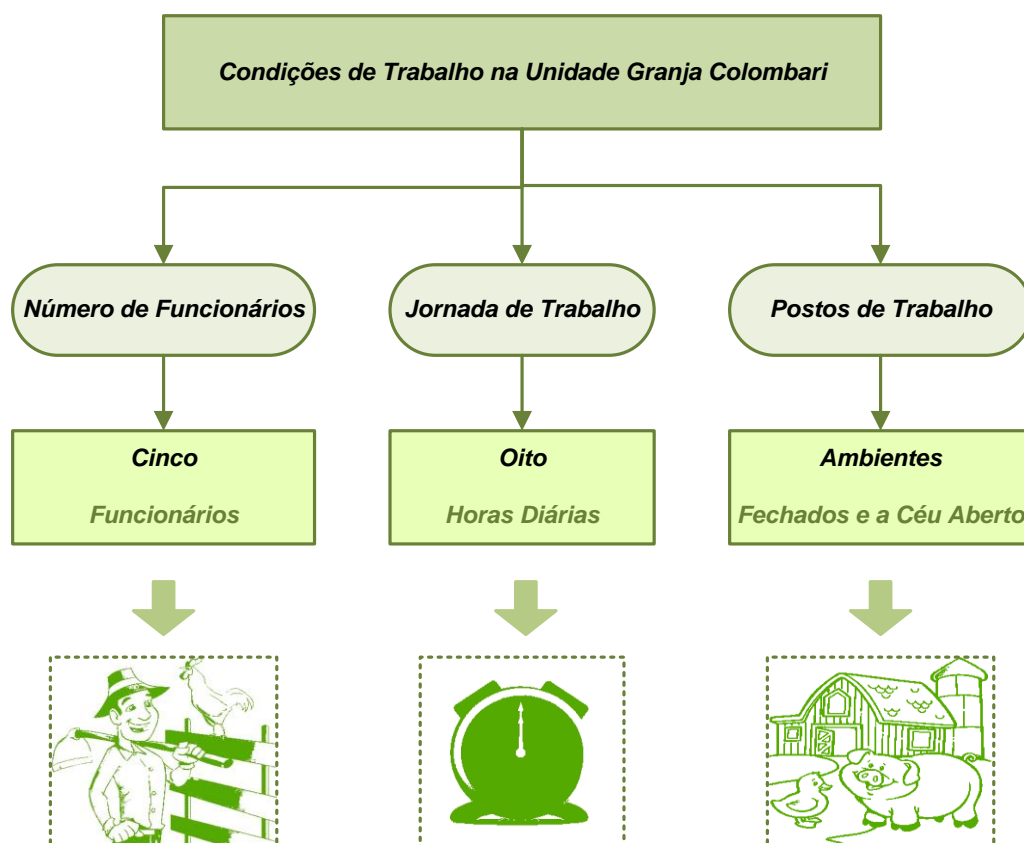


Figura 17 - Condições de Trabalho na Unidade Granja Colombari.

3.2. MÉTODOS DE PESQUISA E TÉCNICAS DE ANÁLISE DOS DADOS

Quanto aos procedimentos metodológicos, o trabalho desenvolveu-se mediante pesquisa bibliográfica, uma vez que foi elaborada a partir de dados secundários referente ao material já publicado sobre o tema, constituído de livros, artigos de periódicos, trabalhos acadêmicos e de eventos científicos, material disponibilizado na Internet, normas e documentação técnica e legal específicas. Além disso, houve o levantamento de dados primários, realizados na Unidade Granja Colombari visando identificar os riscos físicos e químicos iminentes da atividade desenvolvida no meio rural.

A Figura 18 apresenta os procedimentos metodológicos do trabalho baseados no levantamento de dados primários e secundários.

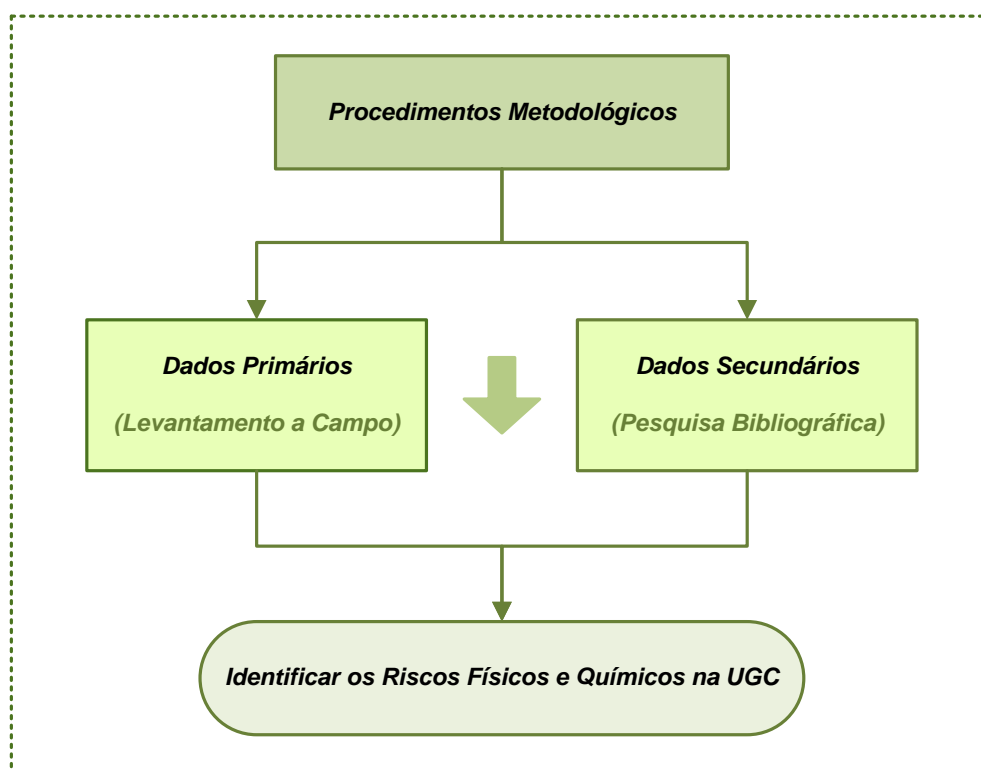


Figura 18 - Procedimentos Metodológicos da Elaboração do Trabalho.

As técnicas de análise dos dados basearam-se em medições de parâmetros referentes aos riscos físicos, como as medições dos índices de temperatura e níveis

de ruído, bem como aos riscos químicos a partir das medições de detecção de gases no ambiente, conforme mostra a Figura 19.

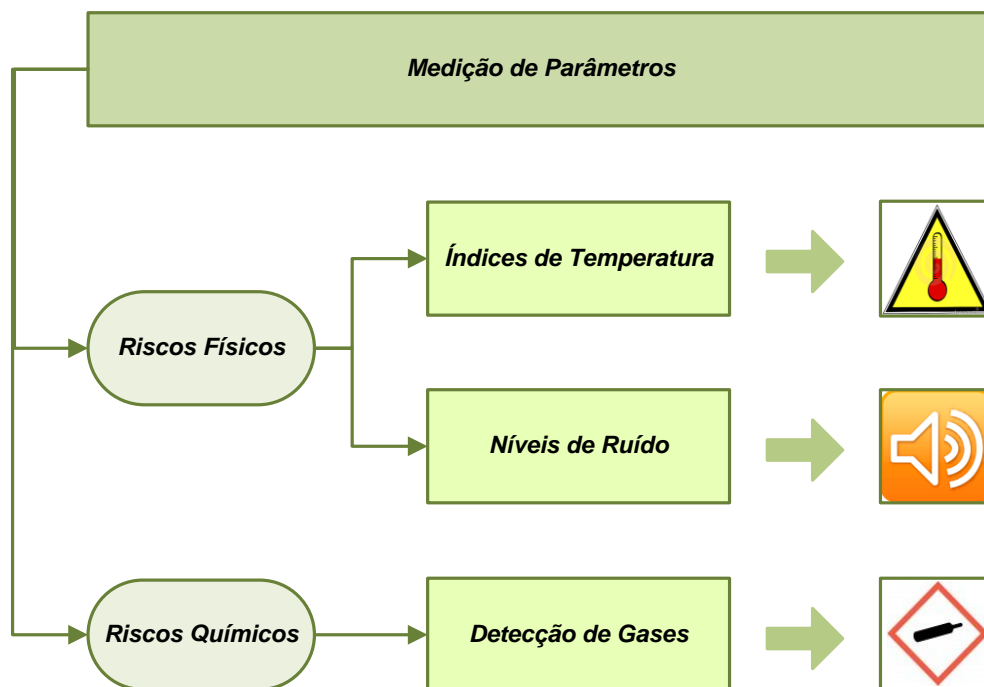


Figura 19 - Medição de Parâmetros Referentes aos Riscos Físicos e Químicos.

As medições foram realizadas na Unidade Granja Colombari, no dia 02 de Janeiro de 2013, durante o período vespertino, mais especificamente das 14:00 horas às 17:00 horas, priorizando os locais da propriedade com maior intensidade de temperatura, níveis de ruído e gases. Assim sendo, os principais pontos medidos, foram o Sistema de Tratamento de Efluentes com biodigestores, operação da fábrica de ração, escritório, residências dos funcionários e do produtor, pocilgas e a casa de máquinas, onde fica operando o motogerador para a geração de energia elétrica. Além destas medições, foram observadas as placas referentes à sinalização de segurança, nestes principais pontos analisados na propriedade rural.

Para a medição de cada parâmetro considerou-se os instrumentos específicos (Figura 20). Durante as medições adotou-se os mesmos procedimentos estabelecidos na NR-15, além das especificações técnicas definidas para cada instrumento, sendo estes:

- a) Temperatura: Medidor de *Stress* Térmico (Modelo TGM-100 Instrutherm);
- b) Ruído: Decibelímetro Digital (Modelo MASTECH MS6700);

c) Gases: Detector de 4 Gases (Modelo DG-500 Instrutherm).

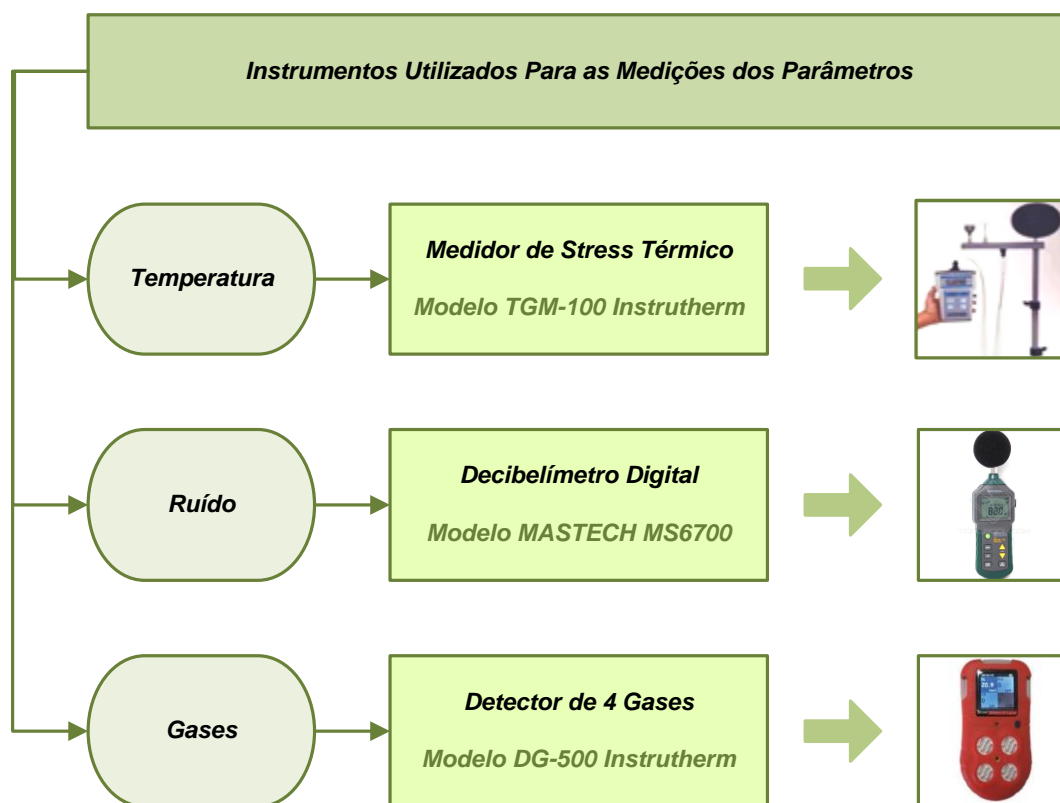


Figura 20 - Instrumentos Utilizados Para as Medições dos Parâmetros.

Os valores dos parâmetros obtidos nas medições são comparados com os Limites de Tolerância constantes da NR-15, cujos níveis de ruído estão no Anexo N^o. 1 e os índices de temperatura no Anexo N^o. 3 desta norma.

3.2.1. Medidor de *Stress* Térmico

O instrumento Medidor de *Stress* Térmico possibilita medir o calor radiante existente no ambiente de trabalho. Para isso, utiliza o sensor de bulbo seco com a finalidade de medir as temperaturas ambientais, o sensor de bulbo úmido responsável em medir a umidade, e um sensor de globo que permite uma indicação de exposição ao calor pelos trabalhadores. O modelo de instrumento utilizado para as medições foi TGM-100 Instrutherm.

Na Unidade Granja Colombari as medições dos índices de temperatura ocorreram na casa de máquinas e na fábrica de ração, como mostra a Figura 21.



Figura 21 - Medições dos Índices de Temperatura.

Para a avaliação da exposição ocupacional ao calor foram realizadas cinco medições, considerando-se como leitura final a média destas. Estas medições foram referentes às temperaturas de bulbo úmido natural, de globo e de bulbo seco, para obter o IBUTG dos ambientes internos sem carga solar e dos ambientes externos com carga solar.

3.2.2. Decibelímetro Digital

O instrumento Decibelímetro Digital visa medir o nível de som nos ambientes de trabalho, considerando a faixa entre 30 a 130 dB. O modelo de instrumento utilizado nas medições foi MASTECH MS6700.

A avaliação dos níveis de ruído na UGC ocorreu nos locais com maior intensidade deste agente físico, sendo estes o escritório, a casa de máquinas, a fábrica de ração, as pocilgas e as residências dos funcionários e do produtor, conforme demonstra a Figura 22.



Figura 22 - Medições dos Níveis de Ruído.

3.2.3. Detector de 4 Gases

O instrumento Detector de 4 Gases permite detectar simultaneamente os gases presentes no ambiente, tais como: Oxigênio (O_2), Monóxido de Carbono (CO), Metano (CH_4) e Sulfeto de Hidrogênio (H_2S). As medições foram realizadas com o modelo DG-500 Instrutherm.

Para a avaliação da exposição ocupacional aos gases ocorreram cinco medições, tendo como leitura final a média destas. Estas medições foram nos locais com maior incidência da presença de gases, sendo nas áreas próximas a pocilga, biodigestores, tubulação de biogás e filtro de biogás (Figura 23).



Figura 23 - Medições de Gases.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. TEMPERATURA

Os valores obtidos nas medições do Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo - IBUTG, a temperatura, foram realizados para os ambientes sem carga solar e com carga solar, considerando a casa de máquinas e a fábrica de ração em ambos os aspectos, conforme demonstra a Tabela 10.

Tabela 10 - Medições do Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo na UGC.

Ambiente	Local de Medição	IBUTG (°C)
Ambiente Sem Carga Solar	Casa de Máquinas	33,59
	Fábrica de Ração	24,90
Ambiente Com Carga Solar	Casa de Máquinas	28,76
	Fábrica de Ração	26,19

A Figura 24 apresenta o gráfico com as medições das temperaturas na Unidade Granja Colombari.

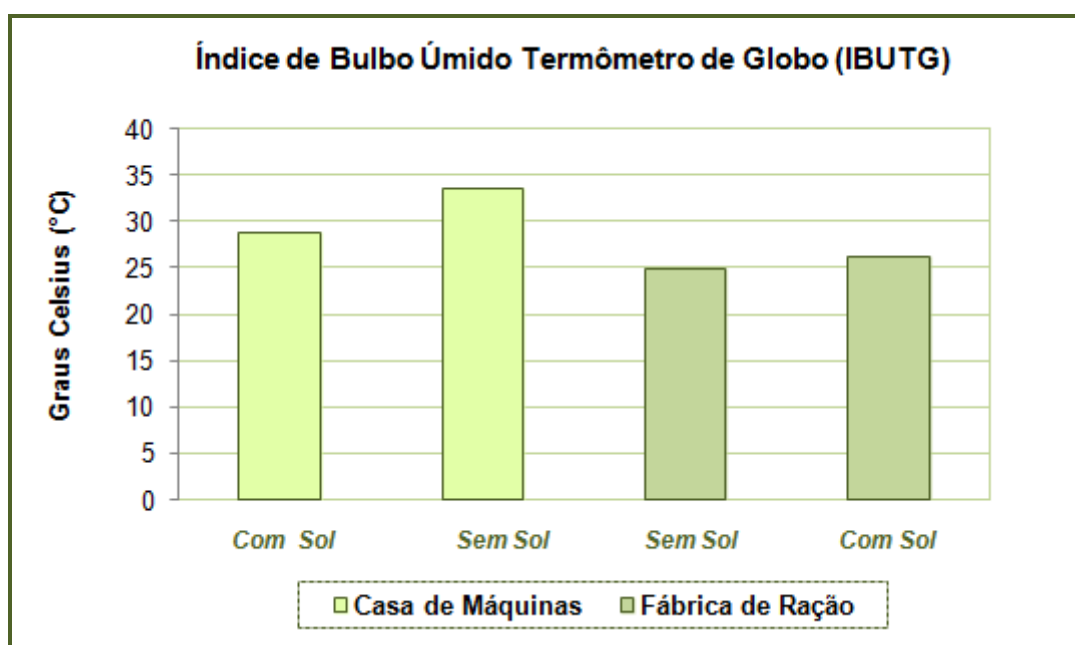


Figura 24 - Gráfico das Medições do IBUTG.

Ressalta-se que a base de cálculos, para encontrar os valores do Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo, estão apresentadas no Apêndice A.

De acordo com a NR-15 em seu Anexo Nº. 3, as atividades desenvolvidas pelos funcionários da UGC caracterizam-se como um trabalho moderado, onde o funcionário constantemente está de pé, podendo ser com o manuseio de maquinários na fábrica de ração, limpeza das pocilgas, aplicação do biofertilizante na lavoura, preparo das silagens para alimentação dos animais, dentre outras atividades que exijam alguma movimentação. Assim sendo, esta norma estabelece que para o trabalhador desempenhar estas funções, necessita de 175 Kcal por hora de energia, o que corresponde ao máximo de 30,5°C para o Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo.

Dentre os valores encontrados na UGC, ressalta-se que dentro da casa de máquinas, ambiente onde não há carga solar, o IBUTG foi de 33,59°C, resultando em uma temperatura elevada no ambiente de trabalho, devido ao calor liberado pelo motogerador, instalado nesta casa de máquinas. Dessa maneira, com a identificação do tipo de atividade desenvolvida na propriedade, a NR-15 define que o regime de trabalho intermitente que aponta descanso no próprio local de trabalho, considera que o valor encontrado na casa de máquinas, não é permitido o desenvolvimento do trabalho e por isso, devem-se adotar medidas de controle.

Diante disso, verifica-se que os funcionários da propriedade não desenvolvem nenhuma atividade na casa de máquinas, porém as medidas de controle devem ser tomadas, possibilitando maior vida útil ao motogerador, responsável pela elevada temperatura do ambiente.

Os demais valores de IBUTG, constatados na casa de máquinas e na fábrica de ração, estão de acordo com os Limites de Tolerância expressos na NR-15.

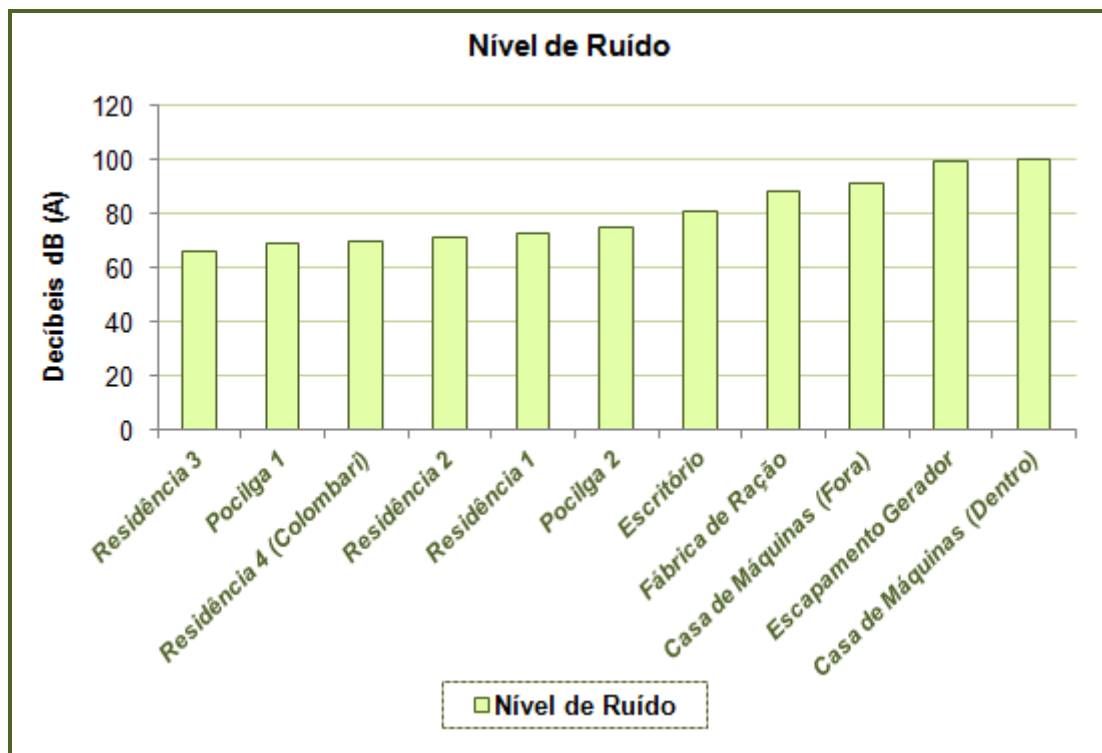
4.2. RUÍDO

As medições referentes aos níveis de ruído foram registradas em onze locais da propriedade, conforme apresentada a Tabela 11.

Tabela 11 - Medições dos Níveis de Ruído na UGC.

Número de Medição	Local da UGC	Nível de Ruído dB (A)
1	Residência 3	66,35
2	Pocilga 1	69,10
3	Residência 4 (Colombari)	69,50
4	Residência 2	71,50
5	Residência 1	72,90
6	Pocilga 2	75,30
7	Escritório	80,90
8	Fábrica de Ração	88,27
9	Casa de Máquinas (Fora)	91,60
10	Escapamento Moto gerador	99,70
11	Casa de Máquinas (Dentro)	99,90
Média		80,46

Na Figura 25, segue apresentado o gráfico com as medições dos níveis de ruído na Unidade Granja Colombari.

**Figura 25** - Gráfico das Medições dos Níveis de Ruído na UGC.

Dentre as medições realizadas, houve quatro locais que apresentaram níveis de ruído acima dos limites preconizados na NR-15. Nestes locais, os níveis de ruído situaram-se em 88,27 dB na fábrica de ração, 91,60 dB fora da casa de máquinas, 99,70 dB no escapamento do motogerador e 99,90 dB dentro da casa de máquinas. Ressalta-se que, os níveis de ruído elevados na fábrica de ração estão relacionados aos maquinários de produção, enquanto que na casa de máquinas ocorre, devido a operação do motogerador.

Conforme a NR-15 em seu Anexo N^o. 1, os tempos de exposição aos níveis de ruído, não devem exceder os Limites de Tolerância definidos para o trabalho contínuo ou intermitente com turno de oito horas, onde a exposição máxima permitida é de 85 dB. Diante destes limites, observa-se que os valores obtidos na Unidade Granja Colombari estão acima dos valores estabelecidos nesta norma, tornando-se necessário uma medida de controle, principalmente na casa de máquinas e na fábrica de ração.

4.3. GASES

Os agentes químicos avaliados na propriedade são decorrentes da presença de gases e dispersões de moléculas que se misturam com o ar, ocorrendo principalmente na área do Sistema de Tratamento de Efluentes com biodigestores, oriundos da decomposição da biomassa de dejetos suínos na UGC.

Dentre os principais gases gerados neste processo de tratamento, destacam-se o Monóxido de Carbono (CO), o Metano (CH₄), o Oxigênio (O₂) e o Sulfeto de Hidrogênio (H₂S), que foram medidos pelo Detector de 4 Gases, conforme os dados apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 - Medições de Gases na UGC.

Local da UGC	Monóxido de Carbono (CO) ppm	Metano (CH ₄) %LEL	Oxigênio (O ₂) %VOL	Sulfeto de Hidrogênio (H ₂ S) ppm
Biodigestor 1	200	20	19,5	15
Biodigestor 2	200	15	19,5	15
Entre Biodigestores	200	20	19,5	15

Tabela 12 - Continuação.

Local da UGC	Monóxido de Carbono (CO) ppm	Metano (CH ₄) %LEL	Oxigênio (O ₂) %VOL	Sulfeto de Hidrogênio (H ₂ S) ppm
Pocilga 1	200	50	19,5	10
Tubulação Biogás	200	50	19,5	15
Filtro de Biogás	200	50	19,5	15
Média	200	34	19,5	14

A Figura 26 apresenta o gráfico com as medições de detecção dos quatro gases, provenientes do processo de biodigestão anaeróbia na Unidade Granja Colombari.

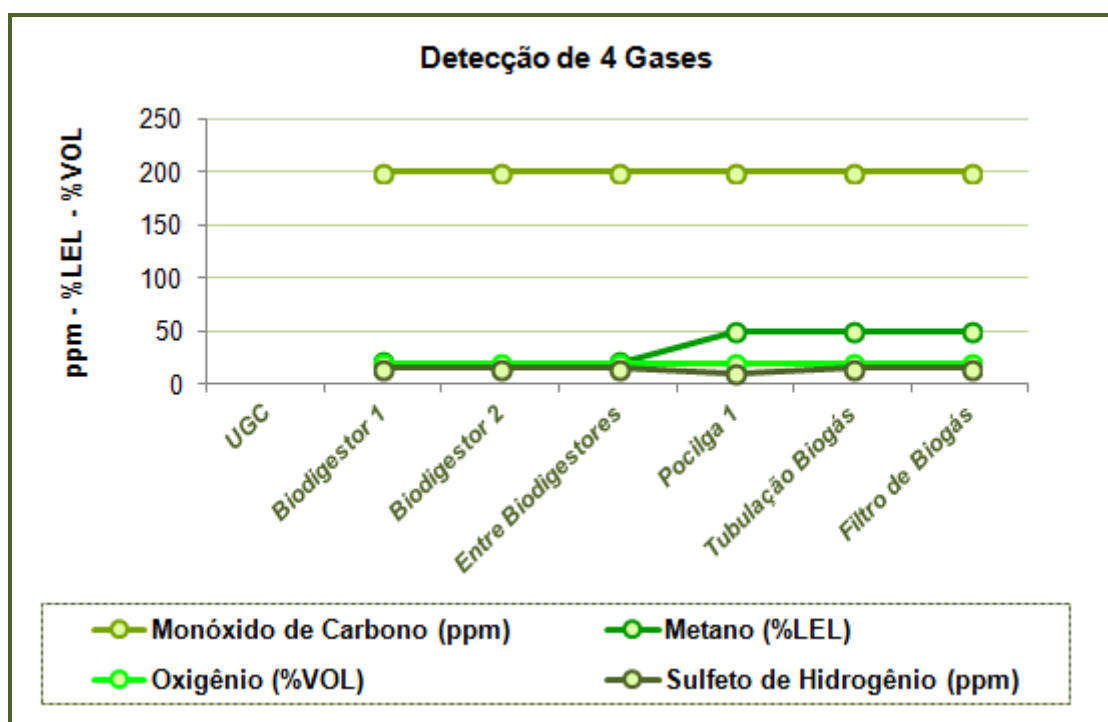


Figura 26 - Gráfico da Detecção de 4 Gases na UGC.

4.3.1. Monóxido de Carbono

O gás Monóxido de Carbono (CO) é considerado um gás tóxico que pode causar vários efeitos prejudiciais à saúde humana. Conforme Yorgos (2012), os

efeitos dos gases tóxicos no organismo humano dependem diretamente da concentração e do tempo de exposição.

De acordo com a NR-15 em seu Anexo N^o. 11, o limite de tolerância para monóxido de carbono deve ser de 39 ppm por um período de 48 horas por semana. Os valores médios encontrados na UGC foram de 200 ppm, estando acima do valor estabelecido nesta norma, podendo ocasionar ligeira dor de cabeça e desconforto aos funcionários da propriedade.

A presença deste gás, em elevada concentração na unidade, pode ser em decorrência da queima do biogás no *flare* quando não utilizado para geração de energia e pelo funcionamento do motogerador. Yorgos (2012) menciona que este gás por não possuir cheiro e nem cor, na maioria das vezes sua presença não é percebida no local pela ventilação e que em concentração de 10.000 ppm torna-se um gás fatal.

4.3.2. Metano

O Metano (CH₄) é um gás inflamável, que quando misturado ao oxigênio em certas condições de temperatura e concentração, pode formar uma mistura explosiva, que não é considerada tóxica à saúde animal e humana (SAMPAIO, NÄÄS e NADER, 2005).

Devido a esta característica, a detecção do gás metano é realizada em Lower Explosiv Limit (LEL) ou Limite Inferior de Inflamabilidade (LII), que significa a mínima concentração de gás, que em contato com o ar atmosférico, torna-se capaz de provocar a combustão do produto, a partir de uma fonte de ignição (AVATEC, 2012).

Segundo Yorgos (2012), o Limite Inferior de Inflamabilidade do metano situa-se em uma concentração de 5% e o Limite Superior de Inflamabilidade (LSI) em 10%, conforme demonstra a Figura 27. Ressalta-se que a NR-15, não preconiza concentrações específicas para o gás metano, contudo menciona que em alta concentração, este gás atua como asfixiante simples, deslocando o oxigênio do ar sem provocar efeitos fisiológicos significativos (MTE, 1978).

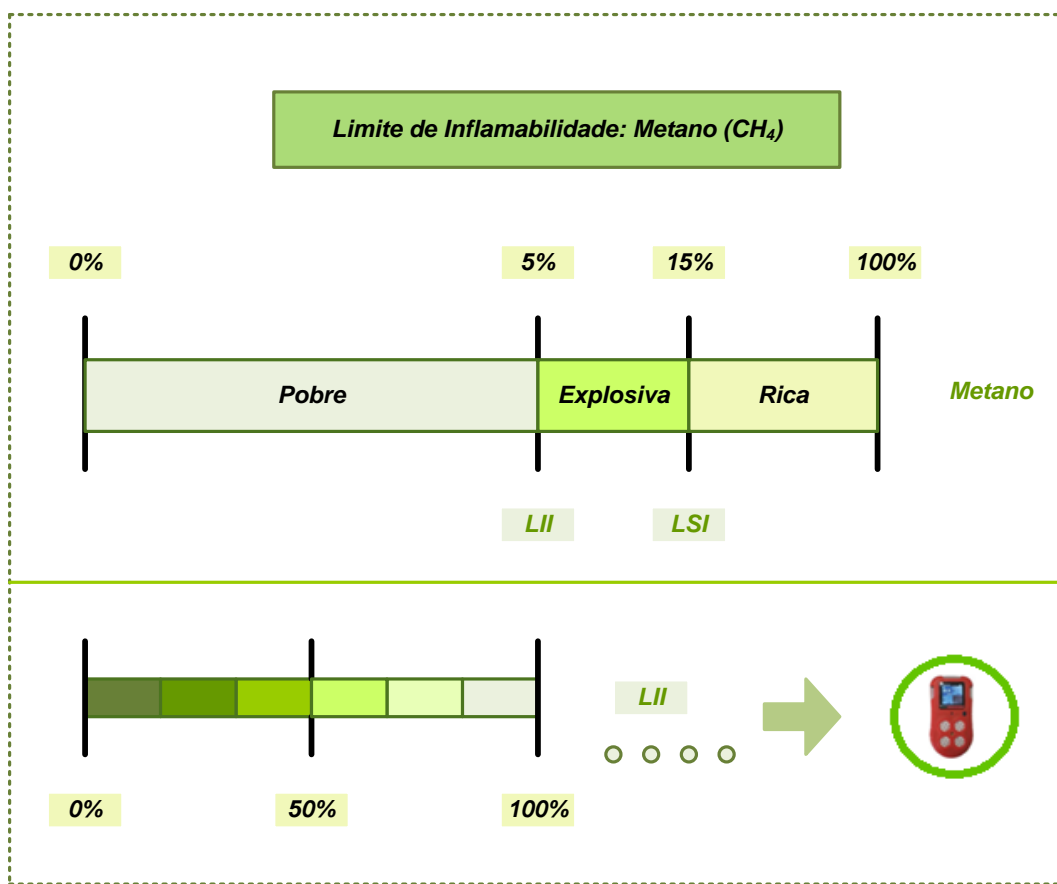


Figura 27 - Limite de Inflamabilidade do Metano.
Fonte: Adaptado de Yorgos (2012).

As concentrações médias de metano na Unidade Granja Colombari foram de 34%, indicando uma alta concentração. Esta concentração média causaria perigo na área analisada caso o ambiente fosse fechado, porém os locais de medições da propriedade situaram-se no sistema de tratamento com biodigestores, que são áreas abertas ao meio externo, evitando o risco de explosão.

4.3.3. Oxigênio

Conforme os valores encontrados nas detecções de gases, Yorgos (2012) ressalta que o oxigênio é um dos gases que compõe o ar atmosférico, apresentando uma concentração de 20,9% em volume na atmosfera.

Na Unidade Granja Colombari a concentração média do nível de Oxigênio (O_2) situou-se em 19,5% em volume, estando de acordo com o limite de concentração apresentado na literatura.

4.3.4. Sulfeto de Hidrogênio

O gás Sulfeto de Hidrogênio (H_2S) também é considerado um gás tóxico, proveniente do processo de produção do biogás, que ocasiona um cheiro de ovo podre, inibindo o olfato após a sua exposição. Para Yorgos (2012) este gás tornou-se um dos agentes ambientais mais agressivos ao ser humano, que quando exposto ao gás tem como principais efeitos a irritação de garganta e olhos, seguida de morte por paralisia respiratória.

A NR-15 preconiza que a concentração de tolerância ao sulfeto de hidrogênio para a saúde humana é de 8 ppm por um período de 8 horas. As concentrações médias de H_2S encontradas na área de estudo foram de 14 ppm, estando acima dos limites recomendados pela norma.

4.4. SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA

Verificou-se que a sinalização de segurança na Unidade Granja Colombari foi adotada no entorno dos biodigestores (Figura 28), a fim de indicar os riscos existentes deste sistema não somente aos funcionários da propriedade, assim como para os visitantes que tenham interesse de conhecer esta unidade de demonstração.

Contudo, torna-se necessário que outros dispositivos de sinalização de segurança sob os aspectos de proibição, obrigação, emergência, incêndio, perigo e informação sejam implantados na área do sistema de tratamento com biodigestores, na casa de máquinas e na fábrica de ração, já que são áreas com potencial de risco aos trabalhadores da propriedade rural.



Figura 28 - Sinalização de Segurança na UGC.

4.5. RECOMENDAÇÕES PARA MEDIDAS DE SEGURANÇA

O levantamento de dados realizado na Unidade Granja Colombari, possibilitou sugerir algumas recomendações para eliminar ou amenizar os riscos físicos e químicos, determinados como parâmetros de temperatura, ruído e gases, que atualmente são aspectos a serem controlados nas atividades desenvolvidas pelos trabalhadores, quanto ao sistema de tratamento com biodigestores e geração de energia.

Dentre os parâmetros analisados e os locais de medição, constatou-se que a maior intensidade de temperatura e ruído ocorra na casa de máquinas, local onde fica armazenado o motogerador. Neste caso, uma alternativa para conter a

temperatura seria o isolamento térmico deste ambiente de trabalho ou até mesmo o aproveitamento do calor liberado, de modo a permitir maior vida útil do motogerador.

Para conter o ruído produzido durante o funcionamento do motogerador, algumas das possibilidades seria o revestimento deste motogerador com carenados e silenciados. Os carenados constituem-se de estruturas metálicas para condicionar os motogeradores, sendo fixados sobre chassis metálicos e dotados de tratamento acústico através de silenciadores, para garantir a insonorização do equipamento. Os modelos dos carenados podem ser na forma de cabinado fixo, cabinado móvel e contêiner naval.

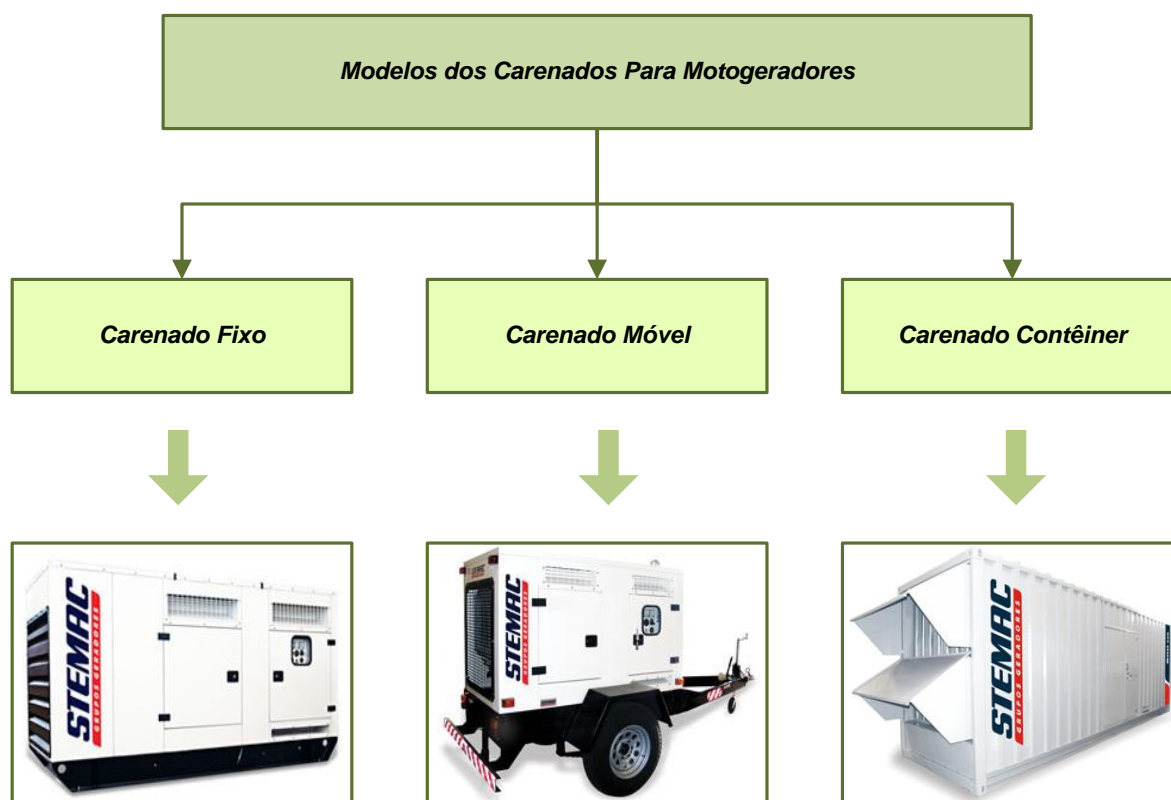


Figura 29 - Modelos dos Carenados Para Motogeradores.

Fonte: Adaptado da Stamac Grupos Geradores (2012).

Um exemplo de cabinado móvel utilizado para motogeradores a biogás é apresentado na Figura 30, que condiciona um motogerador com potência de 50 kVA da unidade de demonstração da Fundação Parque Tecnológico Itaipu (FPTI), responsável por gerar biogás a partir da biomassa de esgoto sanitário proveniente de 2.000 habitantes.

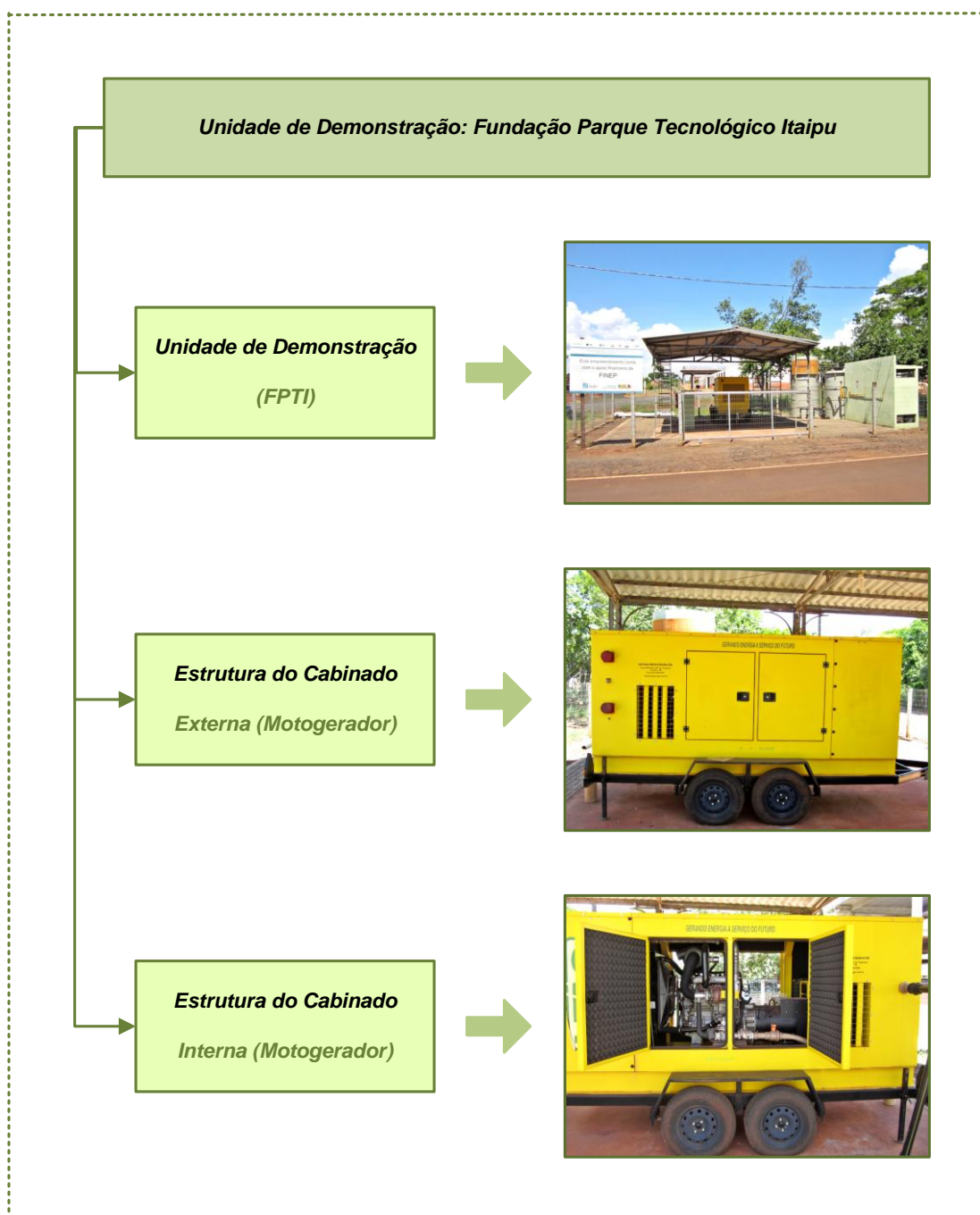


Figura 30 - Unidade de Demonstração da FPTI e Motogerador.

O exemplo mencionado da unidade de demonstração da FPTI poderia ser sugerido à Unidade Granja Colombari, como forma de condicionar o motogerador instalado na casa de máquinas, que tem potência de 100 kVA, previsto para produzir 70 kWh, tendo um período de funcionamento máximo de 18 horas, conforme apresenta a Figura 31.

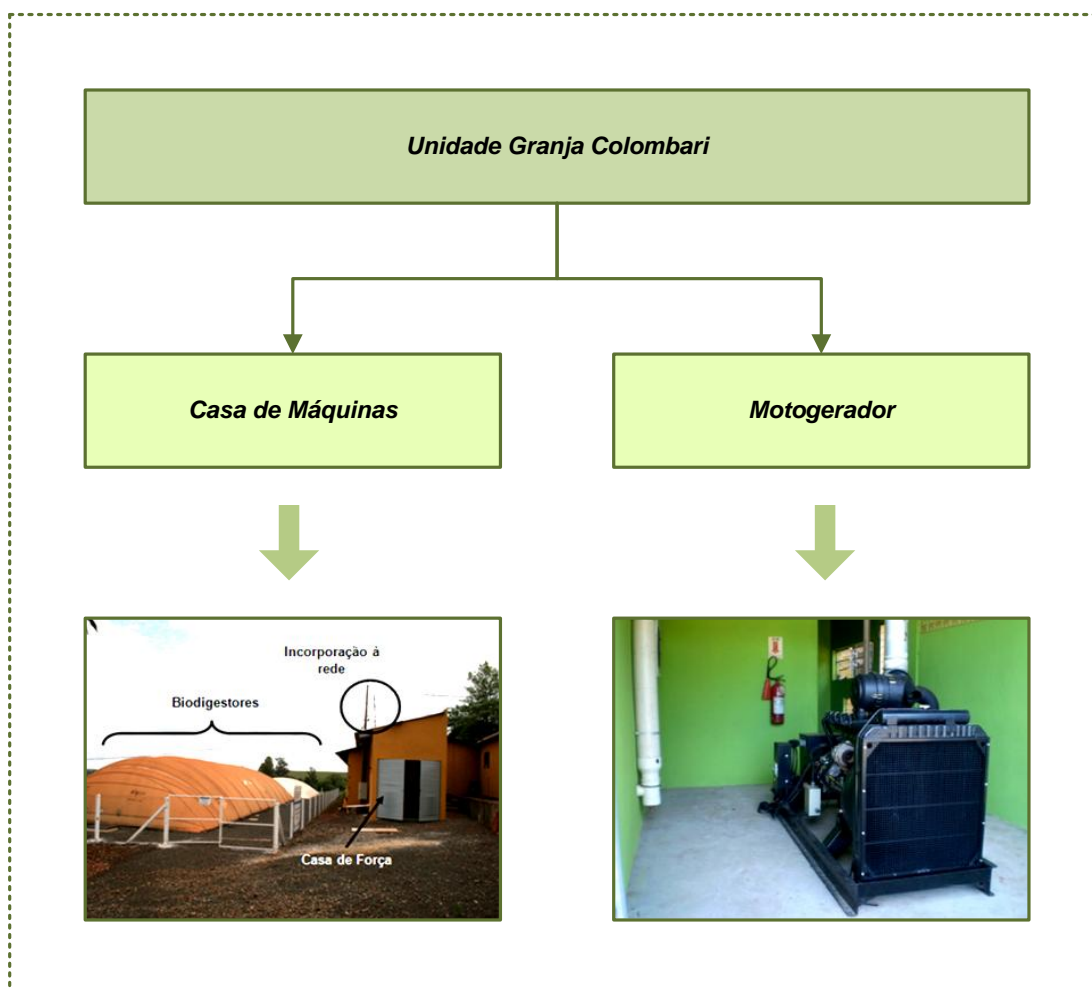


Figura 31 - Unidade Granja Colombari.

Além disso, outra possível alternativa baseia-se em mudar a localização da casa de máquinas, bem como todos os equipamentos nela contidos, inclusive o motogerador, o painel elétrico, o filtro de biogás e a conexão com a rede elétrica da COPEL, para um local afastado da propriedade, de modo a reverter a exposição dos funcionários aos diferentes níveis de ruído emitidos no ambiente de trabalho.

Por fim, a detecção de gases na área de estudo apresentou que os valores médios de monóxido de carbono, metano e sulfeto de hidrogênio estão acima das concentrações permitidas na NR-15, com exceção do gás oxigênio. Ressalta-se que a presença destes gases é decorrente do processo desenvolvido na propriedade, não havendo riscos iminentes, devido às concentrações ocorrerem em ambiente externo. Contudo, sugere-se um monitoramento da detecção destes gases na propriedade rural, principalmente nas áreas onde ficam localizados os biodigestores, a tubulação de biogás, o filtro de biogás e o motogerador, de maneira a verificar um

possível vazamento no sistema e continuar garantindo que a produção de biogás ocorra com segurança.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Unidade Granja Colombari por desenvolver uma atividade rural com elevado potencial de poluição ambiental, como a suinocultura, adotou o processo de tratamento sanitário por biodigestão anaeróbia, como forma de reduzir o passivo ambiental. No entanto, o arranjo deste processo pode gerar riscos ao bem-estar animal, ao meio ambiente e aos trabalhadores, caso as medidas de segurança não sejam implantadas quanto à operação e manutenção de biodigestores, produção de biogás e geração de energia.

Diante desta necessidade, principalmente visada pelo produtor da propriedade rural, a análise de riscos físicos e químicos com base nos parâmetros de temperatura, ruído e gases possibilitou constatar que os níveis de medição estão acima dos Limites de Tolerância preconizados pela legislação atual, expondo os trabalhadores a diversos efeitos nocivos à saúde.

Constatou-se que os índices médios de temperatura situaram-se em 33,59°C, sendo o permitido na legislação uma temperatura de 30,5°C. Os níveis de ruído acima do permitido, variaram de 88,27 dB a 99,90 dB, que conforme a norma deve permanecer em até 85 dB para oito horas de trabalho. Quanto a detecção de gases no entorno do sistema de biodigestão anaeróbia, as concentrações médias foram de 200 ppm para Monóxido de Carbono (CO), sendo o permitido de 39 ppm; a concentração de Metano (CH₄) situou-se em 34%, apontando uma alta concentração ao considerar que o Limite Superior de Inflamabilidade na norma seja de 10%, mas que por esta concentração ser em ambiente externo evita o perigo de explosão na área; a concentração de Sulfeto de Hidrogênio (H₂S) foi de 14 ppm, sendo o limite de tolerância de 8 ppm; e a concentração de Oxigênio (O₂) foi de 19,5% estando de acordo com a norma, que preconiza uma concentração de 20,9% em volume na atmosfera. Ressalta-se que existe a sinalização de segurança nas áreas com potencial de risco da propriedade rural, porém podem ser reforçadas com demais dispositivos de sinalização.

A partir desta análise, algumas recomendações para medidas de segurança na Unidade Granja Colombari, foram sugeridas para eliminar ou amenizar os riscos físicos e químicos. A primeira refere-se aos parâmetros de temperatura e ruído com ênfase na casa de máquinas, sendo uma das alternativas para evitar as altas

temperaturas e os níveis de ruído provenientes do motogerador, o isolamento térmico e o revestimento deste motogerador com carenados e silenciados, ou até mesmo a instalação desta estrutura em outro local da propriedade rural, cuja última opção já foi vislumbrada pelo produtor. A segunda está relacionada às significativas concentrações de gases como o monóxido de carbono, o metano e o sulfeto de hidrogênio, expostos no entorno do sistema de tratamento com biodigestores, tornando-se relevante realizar o monitoramento contínuo quanto à variação dos teores destes gases, de maneira a prevenir possíveis vazamentos, procedentes principalmente da produção do biogás. Por fim, a sinalização de segurança ao entorno dos sistemas de tratamento com biodigestores, na casa de máquinas e na fábrica de ração devem ser ampliadas através de dispositivos de sinalização de segurança, de emergência, de aviso, de obrigação e de proibição, por serem áreas da propriedade rural com potencial de risco perante os trabalhadores.

Portanto, a adoção de ações e medidas preventivas para eliminar e/ou amenizar estes riscos no meio rural tornou-se uma necessidade do produtor, que visa proporcionar melhor qualidade de vida e segurança da sua família e de seus funcionários. Ressalta-se que esta prioridade e iniciativa do produtor corroboram para tanto, com as futuras premissas que o CIER-Biogás poderá evidenciar diante de outras unidades de demonstração, que têm processos similares através da produção de energia com ênfase em biogás, atualmente monitoradas na Região Oeste do Paraná.

REFERÊNCIAS

AÇÃO FUTURO. **Qualidade de Vida no Trabalho**. 2010. Disponível em: <<http://acaofuturo.blogspot.com.br/2010/04/qualidade-de-vida-no-trabalho.html>>. Acesso em: 20 Out. 2012.

AVATEC. **Limite Inferior de Explosividade**. Disponível em: <http://www.avatec.com.br/m_anual_periculo_inflamaveis018.htm>. Acesso em: 04 Dez. 2012.

BARBOSA FILHO, Antônio Nunes. **Segurança do Trabalho & Gestão Ambiental**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

_____. **Um Modelo de Avaliação de Qualidade de Vida no Trabalho Para a Pessoa Com Deficiência**. 2005. 130f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.

MTE - MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Portaria N° 3214 de 8 de Junho de 1978**. Brasília, 1978.

CARDOSO, A. H. Z. **QVT + Pirâmide de Maslow**. 2010. Disponível em: <<http://qvtfespsp.blogspot.com.br/2010/11/qvt-piramide-de-maslow.html>>. Acesso em: 17 Nov. 2012.

CENTRO INTERNACIONAL DE HIDROINFORMÁTICA - CIH. **Mapa de Localização da Unidade Granja Colombari**. Foz do Iguaçu, 2011.

CENTRO PARA CONSERVAÇÃO E ENERGIA - CCE. **Guia Técnico de Biogás**. Amadora: Portugal, 2000.

CERVI, R. G.; ESPERANCINI, M. S. T.; BUENO, O. C. **Viabilidade Econômica da Utilização do Biogás Produzido em Granja Suinícola Para Geração de Energia Elétrica**. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69162010000500006&sc_rpt=sci_arttext>. Acesso em: 17 Nov. 2012.

CHERNICHARO, C. A. L. **Reatores Anaeróbios**. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 1997. 245 p.

COSTA, A. T. **Manual de Segurança e Saúde no Trabalho: Normas Regulamentadoras: NRs**. 6. ed. São Caetano do Sul: Difusão Editora; Rio de Janeiro: Editora Senac Rio, 2011.

FAFIBE. **Higiene e Segurança no Trabalho**. Disponível em: <http://www.eteavare.com.br/arquivos/30_466.pdf>. Acesso em: 27 Nov. 2012.

FERNANDES, D. M. **Eficiência da Biodigestão Anaeróbia no Manejo da Biomassa Residual na Unidade Granja Colombari**. 2011. 82f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2011.

_____. **Biomassa e Biogás da Suinocultura**. 2012. 209f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel, 2012.

FONTE DO SABER. **Higiene do Trabalho**. Disponível em: <<http://www.fontedoasber.com/administracao/higiene-do-trabalho.html>>. Acesso em: 05 Out. 2012.

FUNDACENTRO. **Norma de Higiene Ocupacional, NHO 01, Sobre Avaliação da Exposição ao Ruído**. 2001. Disponível em: <<http://sstmpe.Fundacentro.gov.br/anexo/ruído.pdf>>. Acesso em: 30 Nov. 2012.

_____. **Norma de Higiene Ocupacional: Procedimento Técnico**. 2002. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/dominios/ctn/anexos/publicacao/nho06.pdf>>. Acesso em: 04 Dez. 2012.

_____. **Equipamento de Proteção Individual (EPI)**. Disponível em: <http://www.fundacentro.gov.br/dominios/ctn/anexos/cdnr10/manuais/m%20c3%b3dulo02/5_8%20-%20equipamentos%20de%20prote%20c3%87%20c3%83o%20individual.pdf>. Acesso em: 17 Nov. 2012.

GUERREIRO, H. J. P. **O Ruído Laboral e a Sua Prevenção**. 2002. Disponível em: <http://www.visaconsultores.com/pdf/VISA_com12.pdf>. Acesso em: 04 Dez. 2012.

ILO (International Labour Office), 2001. **Guidelines on Occupational Safety and Health Management Systems**. ILO Meeting of Experts on Guidelines Occupational Safety and Health Management Systems MEOSH 2001/2. Geneva: ILO.

LA FARGE, B. **Le Biogaz - Procèdes de Fermentation Méthanique**. Paris: Masson, 1979.

LEAL, J. T. P. V. **Gerenciamento de Risco**. 2009. Disponível em: <<http://riscozerotraining.blogspot.com.br/2009/10/gerenciamento-de-risco.html>>. Acesso em: 02 Dez. 2012.

MECALOR NEWS. **Desvendando o Mistério do Nível de Ruído em dBA**. Disponível em: <<http://mecalor.com.br/noticias/noticia.php?edicao=30&materia=157>>. Acesso em: 04 Nov. 2012

NADIA SINALIZAÇÃO. **Sinalização de Segurança**. Disponível em: <<http://nando-segurananotrabalhosemple.blogspot.com.br/2010/08/sinalizacao-de-seguranca.html>>. Acesso em: 02 Dez. 2012.

RACCO BRASIL. **Calor Excessivo no Ambiente de Trabalho**. Infoseg 10. ed. Disponível em: <http://www.gruporacco.com.br/infoseg/Infoseg_Edicao10_calor_exc_essivo_ambiente_t_rabalho.pdf>. Acesso em: 24 Nov. 2012.

RODRIGUES, F. R. **Treinamento em Saúde e Segurança do Trabalho**. São Paulo: LTr, 2009.

SALIBA, T. M.; CORREA, M. A. C.; AMARAL, L. S.; RIANI, R. R. **Higiene do Trabalho e Programa de Prevenção de Riscos Ambientais**. São Paulo: LTr, 1997.

SAMPAIO, C. A. P.; NÄÄS, I. A.; NADER, A. **Gases e Ruídos em Edificações Para Suínos - Aplicação das Normas NR-15, CIGR E ACGIH**. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v25n1/24866.pdf>>. Acesso em: 13 Nov. 2012.

SEGURANÇA DO TRABALHO. **Higiene do Trabalho**. 2010. Disponível em: <<http://nrsdotrabalho.blogspot.com.br/2010/03/higiene-do-trabalho.html>>. Acesso em: 04 Nov. 2012.

SHERIQUE, J. **Aprenda Como Fazer: Programa de Prevenção de Riscos Ambientais - PPRA, Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção - PCMAT, Mapas de Riscos Ambientais - MRA**. 2. ed. São Paulo: LTr, 2004.

SILVA, F. C. M. **Tratamento de Dejetos de Suínos Utilizando Lagoas de Alta Taxa de Degradação em Batelada**. 1996. 97f. Dissertação (Mestrado em

Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1996.

SILVA, T. P. B. D. **Análise de Riscos Ambientais em Sistemas de Tratamento de Efluentes Com Biodigestores em Uma Suinocultura de Grande Porte**. 2009. 54 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 2009.

STEMAC GRUPOS GERADORES. **Carenados e Silenciados**. 2010. Disponível em: <<http://catalogo.stemac.com.br/conteudo/Main.asp>>. Acesso em: 10 Nov. 2012.

VAN HAANDEL, A. C.; LETTINGA, G. **Tratamento Anaeróbio de Esgotos - Um Manual Para Regiões de Clima Quente**. Editora Epgraf, 1994. p. 208.

VILHENA, B. **Qualidade de Vida no Trabalho**. 2010. Disponível em: <<http://dinheirama.com/blog/2010/07/12/qualidade-de-vida-no-trabalho/>>. Acesso em: 10 Nov. 2012.

YORGOS, R. **Detecção de Gases, Técnicas de Medição em Espaços Confinados**. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/dominios/crpe/anexos/deteco%20de%20gas%20es%20-%20yorgos%20ambiental.pdf>>. Acesso em: 04 Dez. 2012.

APÊNDICE

APÊNDICE A - Base de Cálculos do IBUTG

Medições da Temperatura em Ambiente Sem Carga Solar na Casa de Máquinas				
Local da UGC	Número de Medições	Tbn (°C)	Tg (°C)	IBUTG (°C)
Casa de Máquinas	1	28,6	38,1	31,45
	2	28,4	42,7	32,69
	3	29,0	44,9	33,77
	4	29,5	46,8	34,69
	5	29,7	48,6	35,37
Média		29,04	44,22	33,59

Medições da Temperatura em Ambiente Sem Carga Solar na Fábrica de Ração				
Local da UGC	Número de Medições	Tbn (°C)	Tg (°C)	IBUTG (°C)
Fábrica de Ração	1	22,9	30,4	25,15
	2	22,9	30,3	25,12
	3	22,8	30,0	24,96
	4	22,5	29,8	24,69
	5	22,4	29,6	24,56
Média		22,7	30,02	24,90

Medições da Temperatura em Ambiente Com Carga Solar na Casa de Máquinas					
Local da UGC	Número de Medições	Tbn (°C)	Tg (°C)	Tbs (°C)	IBUTG (°C)
Casa de Máquinas	1	24,6	49,2	29,7	30,03
	2	23,9	46,8	29,0	28,99
	3	23,8	44,7	28,8	28,48
	4	23,9	43,1	29,1	28,26
	5	23,9	42,1	29,0	28,05
Média		24,02	45,18	29,12	28,76

Medições da Temperatura em Ambiente Com Carga Solar na Fábrica de Ração					
Local da UGC	Número de Medições	Tbn (°C)	Tg (°C)	Tbs (°C)	IBUTG (°C)
Fábrica de Ração	1	23,6	36,8	27,6	26,64
	2	23,5	35,9	27,6	26,39
	3	23,6	35,0	27,3	26,25
	4	23,5	33,9	27,3	25,96
	5	23,3	33,4	27,2	25,71
Média		23,50	35,00	27,40	26,19