

“Análise da situação de saúde dos trabalhadores expostos ao metanol no processo de fabricação de biodiesel”

por

Cristiane Silva de Assis

Dissertação apresentada com vistas à obtenção do título de Mestre em Ciências na área de Saúde Pública.

*Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria de Fátima Ramos Moreira
Assistente da orientadora: Prof. Ary Carvalho de Miranda*

Catálogo na fonte
Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica
Biblioteca de Saúde Pública

A848 Assis, Cristiane Silva de
Análise da situação de saúde dos trabalhadores expostos ao metanol no processo de fabricação de biodiesel. / Cristiane Silva de Assis. Rio de Janeiro: s.n., 2010.
153 f., tab., graf.

Orientador: Moreira, Maria de Fátima
Miranda, Ary Carvalho de
Dissertação (Mestrado) – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2010

1. Metanol. 2. Saúde do Trabalhador. 3. Exposição Ocupacional. 4. Biocombustíveis. I. Título.

CDD - 22.ed. – 613.11

“Análise da situação de saúde dos trabalhadores expostos ao metanol no processo de fabricação de biodiesel”

apresentada por

Cristiane Silva de Assis

foi avaliada pela Banca Examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Marcelo Moreno dos Reis

Prof.^a Dr.^a Maria de Fátima Barrozo da Costa

Prof.^a Dr.^a Maria de Fátima Ramos Moreira – Orientadora

Dedico esta dissertação a todas as energias positivas do Universo.

A meus pais Gilson Vieira de Assis e Maria de Lourdes Silva de Assis pela minha vida, amor e dedicação a mim

Aos meus quatro irmãos e a sobrinha Clara

A minha orientadora Prof. Dr^a Maria de Fátima Moreira

Aos professores do Mestrado da Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca e Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana (CESTEH) pela participação na construção desta cria acadêmica

A todos que colaboraram comigo nesse percurso, com amor, carinho, amizade, incentivo, compreensão, mensagens e orações.

AGRADECIMENTOS

A Prof. Dr^a Maria de Fátima Moreira.

Aos professores da banca de qualificação professora Dr^a. Fátima Costa e Marisa Moura, pelas excelentes contribuições

Aos professores da presente banca Dr. Marcelo Moreno Reis e professora Dr^a Fátima Costa.

Aos professores e colegas do mestrado em Saúde Pública/ Saúde do Trabalhador (FIOCRUZ)

Às equipes da Secretaria Acadêmica, Secretaria do Cesteh, Comitê de Ética, Biblioteca e amigos do Laboratório de Metais.

Ao gerente da Escola de Engenharia e Tecnologia Adelino Carlos Leandro da Silva e Coordenador Helton Luiz Santana Oliveira da Universidade Petrobras.

Aos meus amigos de trabalho da FAETEC

Às irmãs do Sítio Assunção de Terezópolis

Ivo, Helenice e Sílvia Helena pelas orações.

Ao meus irmãos Carlos Alexandre e Carla Alessandra e a cunhadinha querida Ana Paula.

Aos Meus amigos Alessandra Cedraz, Dr^a Luciana Fraga, Miguel Arcanjo, Dr^a Fátima Sueli, Sandra Assis, Leonardo de Paula, Rômulo Viana, Jaqueline Bonard e Ricardo Mattos.

A minha amiga Adriana Haefeli que me sugeriu o tema desta dissertação e a todos os trabalhadores que participaram desta pesquisa.

E por último ao meu Príncipe que foi tão encantado quanto os contos de fada.

RESUMO

O metanol é um agente químico com características neurotóxicas utilizados como matéria prima para a fabricação do biodiesel. Acredita-se que os efeitos após exposição crônica sejam semelhantes àqueles da exposição aguda, porém menos severos. Estes efeitos incluem distúrbios visuais e sob o sistema nervoso central. Por meio de uma pesquisa qualitativa foram identificadas as principais fontes de exposição ao metanol, população exposta e sinais e sintomas recentes num universo de 42 trabalhadores de uma usina de processamento de biodiesel no município de Quixadá, Brasil. Foram identificados oito possíveis fontes de emissão e grupo de trabalhadores “potencialmente expostos” ao metanol. Entre os grupos expostos, encontram-se os trabalhadores da equipe de operadores, técnicos em manutenção, apoio operacional, auxiliares de laboratório e, ainda, o pessoal que desempenha as atividades durante o descarregamento do produto em questão. A análise da situação de saúde dos trabalhadores revelou que a maioria dos indivíduos “potencialmente expostos” já apresenta sintomatologias pré-existentes tais como dores de cabeça, formigamento, azia e queimação.

Irritação (38,1%), ansiedade (35,7%), insônia (64,3%) e, principalmente, dor de cabeça (64,35%) são as queixas recentes mais importantes associadas aos sintomas neurotóxicos. Por outro lado, os sinais e sintomas recentes, que podem estar relacionados à exposição de metanol foram irritação nos olhos (38,1%), dificuldades para respirar (23,8%) e câimbras (19%).

Palavras-chave: methanol, saúde ocupacional, biodiesel

ABSTRACT

Methanol is a chemical agent with neurotoxic characteristics used as chief component for biodiesel production. It is believed that symptoms developed from chronic exposure of methanol are similar to those of acute exposure, however less severe. The symptoms identified include visual and central nervous system disorders. The main sources and symptoms related to exposure to methanol were identified by means of a qualitative research conducted with a population of 42 workers from a biodiesel processing plant in the region of Quixadá, Brazil. Eight possible emission sources were identified among workers who were "potentially exposed" to methanol. These workers held jobs as operators, operations support, maintenance technicians, lab assistants and loading dock workers. A health examination analyses revealed that the majority of the "potentially exposed" workers already show pre-existing symptoms such as headaches, paraesthesia, heartburn and acid reflux.

Irritability (38.1%), anxiety (35.7%), insomnia (64.3%) and predominantly, headaches (64.35%) are the recent most important complaints associated with neurotoxic symptoms. Other recent symptoms that could be associated with exposure to methanol are eye irritation (38.1%) shortness of breath (23.8%) and cramps (19%).

Keywords: methanol, occupational health, biofuel

LISTA DE SIGLAS

ANP - Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
APR – Avaliação Preliminar de Risco
BPF – Baixo Ponto de Fluidez
CBF – Fundo Bio de Carbono
CEBES - Centro Estudos Brasileiro de Saúde
CEP - Comitê de Ética da Escola Nacional de Saúde Pública
CIPA – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
CLT – Consolidação das Leis Trabalhistas
CNAE – Classificação Nacional de Atividade Econômica
CNPE – Conselho Nacional de Política Energética
CNS - CNS Conferência Nacional de Saúde
CNST – Conferência Nacional de Saúde do Trabalhador
DMFC - Células de Combustíveis de Metanol Direto
ENSP - Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca
EPE – Empresa de Pesquisa Energética
EPI – Equipamento de Proteção Individual
ETA – Estação de Tratamento de Água
IB – Indicadores Biológicos
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBMP – Índice Biológico Máximo Permitido
INPI – Instituto Nacional de Propriedade Industrial
LOS – Lei Orgânica da Saúde
LT – Limite de Tolerância
MDL – Mecanismos de Desenvolvimento Limpo
MOI – Modelo Operário Italiano
MSB - Movimento Sanitário Brasileiro
MTE – Ministério do Trabalho e Emprego
NIOSH – Instituto Nacional de Segurança e Saúde ocupacional
NR – Normas Regulamentadoras
ONU - Organização das Nações Unidas
OSHA – Administração de Segurança e Saúde Ocupacional
PCF – Fundo Protótipo de Carbono
PCMSO – Programa de Controle Médico de Saúde
PFF1 - Peça Facial Filtrante classe 1
PNA – Programa Nacional do Alcool
PNB – Programa Nacional de Biodiesel

PNPB – Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel
PPRA – Programas de Prevenção de Riscos Ambientais
PSV – Pressure Safety and Relief Valve
PT – Permissão de Trabalho
RH - Recursos Humanos
SMS – Segurança, Meio Ambiente e Saúde
SNC - Sistema Nervoso Central
SNP - Sistema Nervoso Periférico
SPSS - Statistical Package for Social Sciences
SST – Segurança e Saúde do Trabalho
SUS – Sistema Único de Saúde
TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UE– União Européia
UPBQ – Usina de Processamento de Biodiesel Quixadá
VR – Valor de Referência

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema das principais etapas do processo de fabricação do biodiesel	26
Figura 2 - Reação de transesterificação de glicerídeos com álcool	27
Figura 3 - Fluxograma do processo de fabricação do biodiesel	28
Figura 4 - Fluxo de entrada de matéria prima	60
Figura 5 - Diagrama de blocos da seção de Transesterificação.....	67

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Produção de Biodiesel no período de 2005 a 2009.....	21
Quadro 2 - Produção mundial do etanol e biodiesel em milhões de litros e matérias primas em 2008.	25
Quadro 3 - Classificação de síndromes induzidas para solventes orgânicos.....	31
Quadro 4 - Classificação efeitos neurotóxicos crônicos	32
Quadro 5 - Indicadores <i>substitutos</i> para avaliação de neurotoxicidade	39
Quadro 6 - Limites de exposição para o metanol	40
Quadro 7 - Conceitos e fases da metodologia MOI.....	47
Quadro 8 - Localização dos pontos de amostragem na seção de transesterificação	66
Quadro 9 - Cadastro de ensaio da Usina de Quixadá junto à ANP	74
Quadro 10 - Rotina de análises solicitadas pela sala de controle, duração dos ensaios.....	76
Quadro 11 - Distribuição do número de trabalhadores da Gerência Administrativa, segundo o cargo, outubro/2009	85
Quadro 12 - Agentes químicos identificados na fase de reconhecimento. Análise qualitativa segundo o cargo	95
Quadro 13 - Descrição de atividades dos cargos técnicos em química e técnico de operação.....	96
Quadro 14 - Agentes químicos identificados – análise qualitativa, cargo técnico de química	98
Quadro 15 - Amostras de ar atmosférico, resultados de avaliação quantitativo.....	98
Quadro 16 - Procedimentos complementares, segundo o cargo	99

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Identificação das fontes de exposição ao metanol e estimativa de trabalhadores expostos	82
Tabela 2 - Distribuição do número de trabalhadores que referiram sentir o cheiro de metanol em operação específica	83
Tabela 3 - Distribuição da população de estudo por setor de trabalho	86
Tabela 4 - Distribuição da população de estudo por tempo de trabalho na empresa, outubro/2009.....	86
Tabela 5 - Distribuição da população de estudo por faixa etária, outubro/ 2009.....	87
Tabela 6 - Distribuição da população de estudo, segundo o nível de escolaridade, outubro/ 2009.	87
Tabela 7 - Distribuição do hábito de fumar.....	88
Tabela 8 - Hábito de ingerir bebida alcoólica.	88
Tabela 9 - Distribuição do número de trabalhadores expostos a agentes químicos e número de trabalhadores potencialmente expostos ao metanol.....	89
Tabela 10 - Distribuição das principais manifestações pregressas relatadas pelos trabalhadores como pré-existente, trabalhadores expostos e não expostos a substâncias químicas	90
Tabela 11 - Frequência dos sinais e sintomas nos últimos dois meses, percentual, outubro/ 2009.....	92
Tabela 12 - distribuição da associação entre os sinais e sintomas recentes referidos pelos trabalhadores, expostos e não expostos a agentes químicos; outubro 2009.	93

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVOS	18
3	BIOCOMBUSTÍVEIS E BIODIESEL	19
3.1	HISTÓRICO DOS BIOCOMBUSTÍVEIS NO BRASIL.....	19
3.2	PRODUÇÃO E USO DO BIODIESEL.....	20
3.3	PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO BIODIESEL VIA TRANSESTERIFICAÇÃO	26
3.3.1	Detalhamento das principais operações e processo unitários para a fabricação do biodiesel.....	26
4	METANOL	29
4.1	TOXICIDADE NEUROLÓGICA	29
4.2	METANOL E SUAS CARACTERÍSTICAS.....	32
4.3	ASPECTOS TOXICOLÓGICOS DO METANOL.....	33
4.4	SAÚDE/ PROCESSO DE TRABALHO/ AMBIENTE DE TRABALHO E AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO PARA SUBSTÂNCIAS NEUROTÓXICAS.....	35
4.4.1	Disposição legal do controle da exposição ao metanol no ambiente e matriz biológica.....	39
5	METODOLOGIA	41
5.1	ARGUMENTOS METODOLÓGICOS	41
5.2	REFLEXÕES METODOLÓGICAS.....	41
5.3	CONCEPÇÕES METODOLÓGICAS.....	42
5.3.1	Ponto de partida	42
5.3.2	Desses conflitos, também surgiu, aqui no Brasil, o que hoje chamamos – Saúde do Trabalhador - uma área de atuação da ciência.....	45
5.3.3	A Saúde do Trabalhador no Brasil.....	48
5.4	MATERIAIS E MÉTODOS	50
5.4.1	Descrição da área de estudo	50
5.4.2	População de estudo	50
5.4.3	CrITÉRIOS de Seleção	50
5.4.4	Instrumentos de Coleta de Dados	51

5.5	ANÁLISE DE DADOS.....	54
5.6	ANÁLISE ÉTICA.....	54
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	56
6.1	CARACTERÍSTICAS DA REGIÃO DA USINA DE BIODIESEL QUIXADÁ.....	56
6.2	CARACTERÍSTICAS DA UNIDADE DE PROCESSAMENTO DE BIODIESEL DE QUIXADÁ.....	56
6.3	DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE TRABALHO.....	57
6.4	IDENTIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS FONTES DE EXPOSIÇÃO AO METANOL	81
6.5	ANÁLISE DESCRITIVA DA POPULAÇÃO	83
6.5.1	Distribuição de trabalhadores por Sexo, Idade e Escolaridade	86
6.5.2	Estilo de Vida.....	87
6.6	SITUAÇÃO DE SAÚDE DOS TRABALHADORES.....	89
6.6.1	Tipos de doenças, sinais e sintomas pré-existentes.....	89
6.6.2	Sinais e sintomas recentes.....	91
6.7	ANÁLISE DOCUMENTAL.....	94
6.7.1	Análise do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA).....	94
6.7.2	Análise do Programa de Controle Médico Ocupacional (PCMSO)	99
7	CONCLUSÕES	101
	REFERÊNCIAS	103
	ANEXOS	113

1 INTRODUÇÃO

A busca pelo chamado *green job*¹ – além de contribuir para a proteção do meio ambiente e reduzir as emissões de carbono na atmosfera, pode ser um indício do melhor rumo a seguir no correr do século XXI. O tema *Mudança Climática* vem movimentando a economia em larga escala, na procura de tecnologias, equipamentos, construções, infra-estrutura, fornecendo maneiras de preservar os empregos já existentes como de criar novas oportunidades¹.

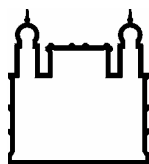
O rentável setor de energia tem dado enorme contribuição para a geração de emprego, oferecendo cerca de 300 mil vagas por ano. Isso representa mais de 170 mil pessoas contratadas no setor de células fotovoltaicas, em torno de 600 mil, no setor solar térmico, e mais de 1 milhão, na indústria dos biocombustíveis¹. Por outro lado, a indústria química, com sua diversidade de processos, introduz no mercado cerca de 100 mil substâncias químicas puras, 4 milhões de compostos com utilização comercial e várias centenas de químicos sintéticos a cada ano².

Neste contexto, faz-se mister reconhecer que a avaliação e a gestão dos riscos de exposição a agentes químicos, principalmente nos ambientes de trabalho, assumem importância decisiva no âmbito das preocupações com o aumento do número de casos de doenças, justificando o fato de se encontrarem entre as principais prioridades para o desenvolvimento sustentável³.

A matriz energética mundial é composta de fontes não renováveis de carbono fóssil como petróleo (35%), carvão (23%) e gás natural (21%). A possibilidade de esgotamento e escassez dessas fontes, ainda nesse século, destaca a necessidade de busca por fontes alternativas de energia^{4,5}. A matriz energética brasileira possui a maior capacidade de renovação do mundo. Enquanto os países desenvolvidos utilizam 14% de fontes renováveis em suas matrizes, o Brasil utiliza 45%, e deve elevar esse patamar para quase 47%, conforme previsão do Plano Nacional de Energia 2030⁶.

Além disso, a poluição decorrente da emissão de gases, tais como CO₂, NO_x e SO₂, pelos combustíveis fósseis coloca em perigo a sustentabilidade do atual padrão de consumo energético, uma vez que agrava o efeito estufa e, conseqüentemente, colabora para a ocorrência de desastres ambientais⁷. A dependência do petróleo e a poluição gerada pelo óleo diesel constituem a grande desvantagem do uso deste combustível, o que vem estimulando a pesquisa de energias alternativas, ou seja, a produção de biocombustíveis como o biodiesel⁸.

Biodiesel é um biocombustível derivado de óleos vegetais ou de gordura animal que pode substituir, total ou parcialmente, o óleo diesel derivado de petróleo. Pode ser obtido por diferentes processos tais como craqueamento, transesterificação ou esterificação e microalgas, tendo como subproduto a glicerina⁹. O método de obtenção de biodiesel, incentivado pelo



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



governo brasileiro, é o de transesterificação, que consiste na reação química de triglicerídeos com álcoois, que pode ser o metanol ou etanol¹⁰.

O Brasil possui sessenta e seis usinas de biodiesel autorizadas. Destas, quarenta e nove têm permissão para operar e comercializar o biodiesel e seus subprodutos pela Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), com capacidade total de produção diária de 11.834,83 metros cúbicos¹¹.

O principal agente de transesterificação para a produção do biodiesel no país é o metanol. Das sessenta e seis usinas citadas, quarenta e uma utilizam a rota metílica; vinte podem operar utilizando metanol ou etanol; e somente cinco usinas operam exclusivamente utilizando o etanol¹¹. Os principais motivos pelos quais o metanol é a substância mais utilizada no Brasil e no mundo são, primeiro, por ter maior rendimento na reação de transesterificação, em relação ao uso do etanol, e, segundo, o de proporcionar menor formação de subprodutos - a glicerina¹².

O metanol é um agente neurotóxico e acredita-se que os efeitos após exposição crônica sejam semelhantes àqueles da exposição aguda, porém menos severos. Estes efeitos incluem distúrbios visuais e sobre o sistema nervoso central¹³.

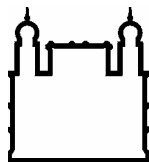
Nos paradigmas da indústria, através da história, prevalece sistematicamente o trabalho em sua dimensão física, que consome as energias do corpo do trabalhador, produz cansaços físicos, leva a acidentes de trabalho e também acarreta doenças de trabalho¹⁴. O trabalho é a transformação da natureza realizada pelos seres humanos, empregando para isso, meios e instrumentos a seu dispor e seguindo seu projeto mental¹⁵. E esta dimensão do trabalho encontra-se nas organizações e em seus processos de trabalho¹⁶.

O biodiesel é hoje objeto de estudo em todo o mundo. Deve destacar-se, no entanto, a ausência de informações sobre a saúde dos trabalhadores participantes do processo de fabricação. Além disso, as informações disponíveis sobre a toxicidade do metanol em seres humanos referem-se, em sua maioria, à exposição oral e acidental. São poucos os estudos relacionados a exposição ocupacional.

Diante deste cenário, o presente estudo propõe a análise do seguinte problema: Quais as principais fontes de exposição de metanol, presentes no processo de fabricação do biodiesel, que precisam ser mapeadas para um melhor controle e vigilância à saúde?

O mapeamento das fontes de exposição ao metanol poderá contribuir para o início de uma discussão, no ambiente acadêmico e nas organizações específicas, quanto à utilização do metanol e seus efeitos sobre a saúde dos trabalhadores envolvidos neste processo de trabalho. Haja vista que todo processo de inovação é complexo, dinâmico, não linear, e depende extremamente de um ambiente adequado, que estimule a interação entre empresas e centros de pesquisa¹⁷.

¹ Green job significa “emprego verde”.



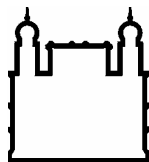
Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

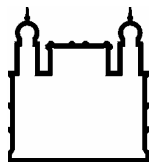
2 OBJETIVOS

Geral:

Analisar a situação de saúde dos trabalhadores expostos a metanol numa planta para a produção de biodiesel no Município de Quixadá, Estado do Ceará.

Específicos:

- Caracterizar o processo de trabalho de fabricação do biodiesel;
- Identificar as fontes de emissão de metanol durante o processo de trabalho;
- Descrever os principais sinais e sintomas, relatados pelos trabalhadores, associados à exposição ao metanol;
- Investigar as possíveis implicações da exposição ao metanol no processo de produção do biodiesel em relação à saúde dos trabalhadores.



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



3 BIOCOMBUSTÍVEIS E BIODIESEL

O motor Diesel pode ser alimentado com óleos vegetais e poderá ajudar consideravelmente o desenvolvimento da agricultura nos países onde ele funcionar. Isso parece um sonho do futuro, mas eu posso prever com inteira convicção que esse modo de emprego do motor biodiesel pode, num tempo dado, adquirir grande importância.¹⁸

3.1 HISTÓRICO DOS BIOCOMBUSTÍVEIS NO BRASIL

Na década de 70, o Brasil, considerado o paraíso da biomassa, implementou o Programa Nacional do Álcool (PNA) a fim de abastecer veículos automotivos com etanol. A motivação para uso do álcool com fins carburantes foi provocada pela crise no mercado internacional de açúcar, quando, coincidentemente, o cenário era de escassez do petróleo¹⁹.

O PNA apresentou, então, um saldo positivo, pois as metas foram atingidas e superadas, demonstrando, sobretudo, o valor das potencialidades da biomassa no Brasil^{19,20}. Sob o ponto de vista energético, *biomassa* é todo recurso renovável oriundo de matéria orgânica, de origem animal ou vegetal, que pode ser utilizado na produção de energia⁶.

Em 1977, um núcleo de pesquisa de fontes não convencionais de energia foi criado na Universidade do Ceará, e obteve excelentes resultados científicos e biotecnológicos, com utilização de inúmeras oleaginosas²¹. Em 1980, o querosene vegetal, e fruto dessas pesquisas, foi a primeira patente brasileira de biocombustível registrada no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI). Foi doada ao Ministério da Aeronáutica em 1982 com o nº PI-8007957⁷.

Apesar da trajetória bem sucedida, os incentivos e financiamentos para produção de óleo diesel vegetal foram paralisados no país por motivos políticos. Somente em 2003, as discussões foram retomadas na esfera governamental, com a criação de grupos de trabalho e elaboração de programas, com o envolvimento de quatorze ministérios e vários centros de pesquisa¹⁹.

A primeira inserção do biodiesel na matriz energética brasileira foi regulamentada em 2005, em virtude da crescente pressão mundial pelo desenvolvimento de tecnologias automotivas menos poluentes para combustíveis derivados de fontes renováveis. A lei nº 11.097 de 13 de janeiro de 2005 visa à substituição gradativa do uso de óleo diesel na matriz energética, com a adição de 2% de biodiesel (B2) em 2008 e 5% (B5) até 2013²².

A definição brasileira de biodiesel, de acordo com a ANP, segundo o contido na Resolução nº 07 de 2008, artigo 2º, define o biodiesel – B100 – como combustível composto de alquil-ésteres de ácidos graxos, de cadeia longa, derivados de óleos vegetais ou de gorduras

animais. A nomenclatura B100 significa concentração de 100% de biodiesel, correspondendo as B5, B3 e B2, respectivamente, a 5%, 3% e 2% de biodiesel adicionados ao diesel²³.

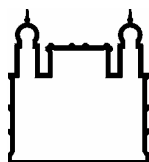
A comercialização do biodiesel não se iniciou em 2008, como previra a lei nº 11.097. Só a partir de 1 de julho de 2008, mediante negociações e estabelecidas pela Resolução nº 2, do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), a comercialização de todo óleo diesel brasileiro passou a ter obrigatoriedade de conter 3% de biodiesel e 4%, após 1º de julho de 2009²⁴. Em 1º de janeiro de 2010, pela Resolução nº 6 do CNPE, a adição de biodiesel ao diesel brasileiro aumentou de 4% para 5%²⁵.

No período de 2005 a 2009, a produção de B100 aumentou mais de 200% e, de acordo com a ANP, o Brasil precisa continuar produzindo nesta mesma intensidade até 2017 para manter a mistura de 5% de biodiesel²⁶.

Esse aumento de produção, além de gerar vantagens econômicas para o país, pode trazer benefícios ambientais e sociais. Além das vantagens diretas ao meio ambiente, o Brasil pode enquadrar o biodiesel nos acordos estabelecidos no protocolo de Kyoto e nas diretrizes dos Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL). Assim, possibilitaria a venda de cotas de carbono por meio do Fundo Protótipo de Carbono (PCF), ou seja, através da redução das emissões de gases poluentes. Desta forma, ainda seria possível utilizar os créditos de seqüestro de carbono, por meio do Fundo Bio de Carbono (CBF), administrados pelo Banco Mundial²⁷.

Os benefícios sociais decorrentes do aumento de produção do biodiesel são constatados quando aplicados princípios norteadores do Programa Nacional de Biodiesel (PNB)²⁸. Podem ser também observados no estudo integrado realizado pelos Ministérios da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, da Integração Nacional e o das Cidades. Logo, foi estimado que, a cada 1% de substituição de óleo diesel por biodiesel produzido com a participação da agricultura familiar, podem ser gerados cerca de 45 mil empregos no campo, com uma renda média anual de aproximadamente R\$ 4.900,00 por emprego. Admitindo-se que, para cada emprego no campo, sejam gerados três na cidade, alcançaríamos a cifra de 180 mil empregos. Assim, na hipótese otimista de 6% de participação da agricultura familiar no mercado de biodiesel, seriam gerados mais de 1 milhão de empregos no campo²⁹.

3.2 PRODUÇÃO E USO DO BIODIESEL



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

O interesse mundial pelo desenvolvimento de biocombustíveis aumentou, a partir de meados da década de 90, em virtude de uma preocupação maior com o desenvolvimento de fontes energéticas renováveis e mais limpas, que permitissem superar o atual paradigma, baseado nos combustíveis fósseis. Efetivamente, os biocombustíveis podem ter um papel essencial no atendimento da demanda global de energia, com uma ampla variedade de aplicações que não se restringem somente ao abastecimento destinado aos transportes, mas também como fonte de produção de eletricidade e ao fornecimento de calor para a indústria e residências³⁰.

O setor de transportes é considerado uma das bases da economia moderna, e importante fonte de geração de empregos. Estudos revelaram que, em 2004, o setor foi responsável pelo uso de 26% da energia mundial e 23% das emissões de gases³¹. Segundo relatório da Organização das Nações Unidas (ONU), as emissões de dióxido de carbono mundial podem aumentar de 23% para 57%, no período de 2005-2030. O crescimento no setor de transporte, na Ásia e América Latina, destacou-se, em particular, pois existe o potencial de aumento de emissões de 57% para 80%. Fato preocupante, enquanto não se assegurar esse crescimento de forma sustentável, através de auxílios urgentes³².

A matriz energética brasileira possui a maior capacidade de renovação do mundo. Enquanto os países desenvolvidos utilizam 14% de fontes renováveis em suas matrizes, o Brasil utiliza 45%, e deve elevar esse patamar para quase 47%, conforme previsão do PNE 2030⁶.

A produção brasileira de biodiesel (B100) aumentou de 736 mil litros para 1,6 milhões de litros, no período de 2005 a 2009. Segundo a ANP, o Brasil precisa produzir até 2017 cerca de 3,5 milhões de litros de B100 para manter a mistura de 5% no biodiesel²⁶. O quadro 1 mostra a evolução do aumento do volume de biodiesel produzido no período de 2005 a 2009.

Produção de B100 (litros x 1000)				
2005	2006	2007	2008	2009
736	69.002	404.329	1.167.128	1.608.053

Quadro 1 - Produção de Biodiesel no período de 2005 a 2009
Fonte: ANP, (2010).

Para elaboração deste planejamento para a expansão de energia a longo prazo, a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) formulou e quantificou quatro cenários para a economia brasileira, tomando um deles como referência. Tais panoramas foram utilizados nas projeções da demanda de energia aplicadas ao Plano Decanal de Expansão de Energia (PDE) 2008-2017. A quantificação foi reavaliada com base nas informações da conjuntura econômica de 2007, e seguindo previsões de curto prazo²⁷. O gráfico 1 mostra a PDE para que a produção de biodiesel atenda o mercado interno, no período de 2008 a 2017.

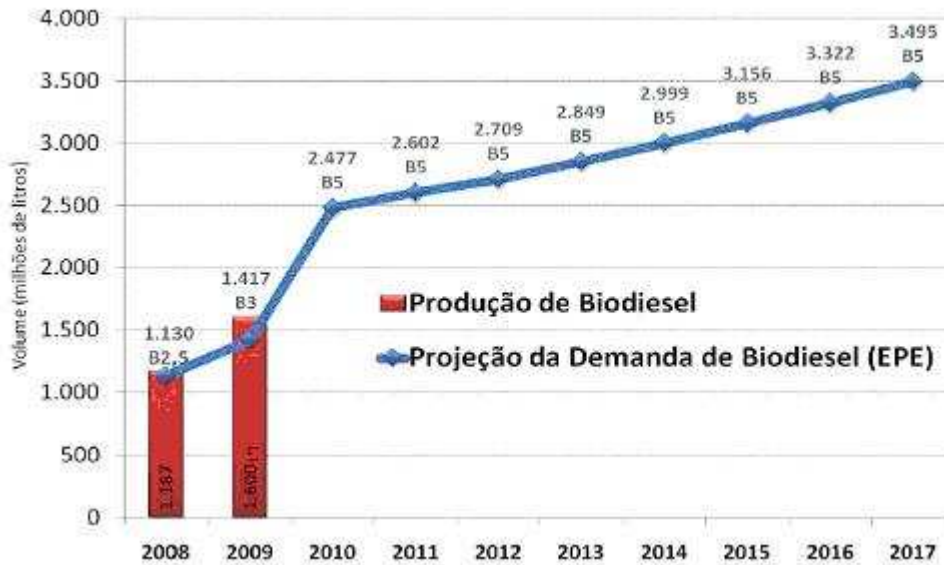
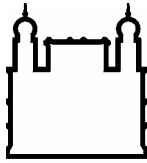


Gráfico 1 - Produção estimada de biodiesel, 2008-2017
Fonte: ANP, (2009).

A produção de biocombustíveis é computada, em todo mundo, pela soma das produções de etanol e biodiesel. A produção de biodiesel brasileira não é expressiva, comparada ao etanol, em razão de o Brasil se classificar em segundo lugar na classificação mundial de produtores de biocombustíveis. O gráfico 2 mostra a distribuição dos principais países produtores de etanol e biodiesel.

Os Estados Unidos são os maiores produtores de biocombustíveis do mundo. A Alemanha, França, China e Argentina ocupam respectivamente a terceira, quarta, quinta e sexta posição nesta classificação²⁷.

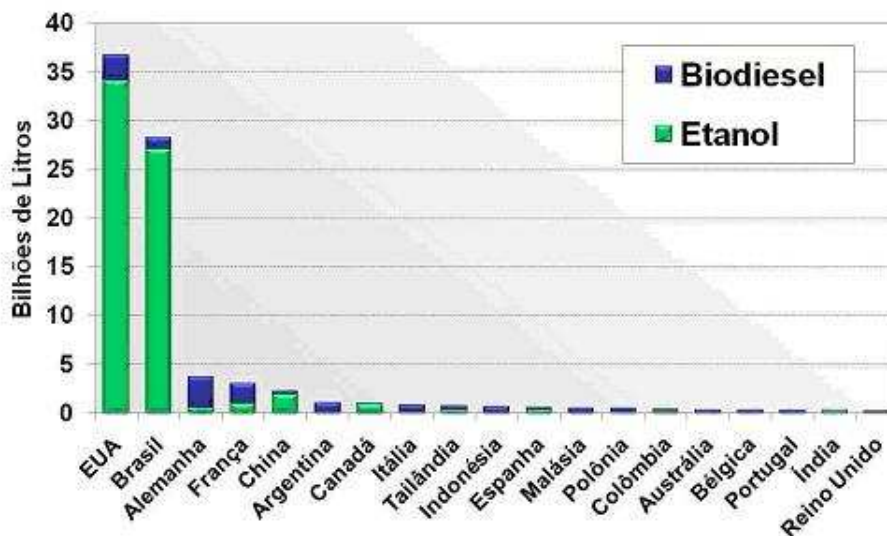
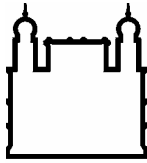


Gráfico 2 - Distribuição dos maiores produtores de etanol e biodiesel do mundo
Fonte: ANP, (2009).



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



Em contrapartida, apesar de o Brasil ser o segundo maior produtor de biocombustíveis e possuir a maior capacidade energética do mundo, o mercado brasileiro ainda consome mais de 50% de diesel no setor de transportes rodoviários. O consumo de álcool anidro, comparado à gasolina, está abaixo 2,89 vezes, não obstante o expressivo aumento do consumo de etanol, após a introdução dos motores flex no mercado interno em 2003³³. O gráfico 3 mostra a distribuição do consumo de combustíveis veiculares no Brasil em 2008.

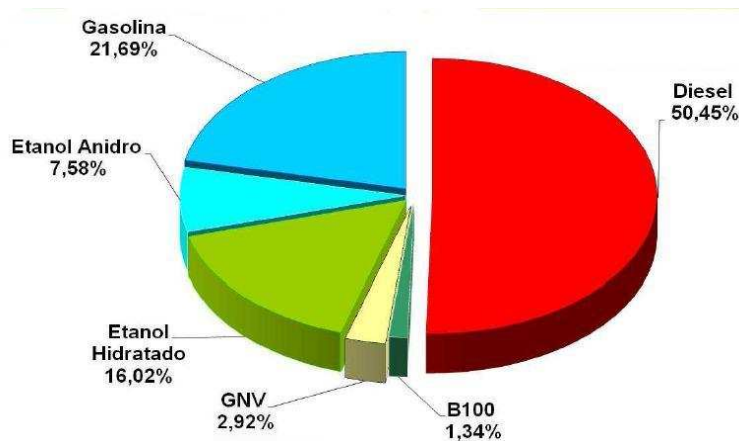
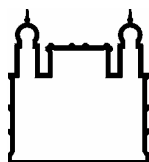


Gráfico 3 - Matriz veicular do Brasil em 2008
Fonte: ANP, 2009

A produção mundial de biodiesel teve início, na década de 90, na Europa. A União Européia (UE) produz anualmente mais de 1,35 milhões de toneladas de biodiesel, correspondendo a 90% da produção mundial. Os produtores têm garantido incentivos fiscais do governo e leis específicas, visando à melhoria das condições ambientais, através da utilização de fontes de energia mais limpas²⁷.

Apesar de o biodiesel ter sido desenvolvido no Brasil, a Alemanha e os Estados Unidos são os dois países pioneiros na capacidade de produção e consumo. Ao iniciar sua produção em 2005, o Brasil ocupava a décima primeira posição nestes quesitos, passando ao terceiro lugar em 2008²⁶. O quadro 2 mostra a classificação mundial de produtores de biocombustíveis, as principais matérias primas para a fabricação e o volume total de etanol e biosiesel produzidos em 2008.



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz

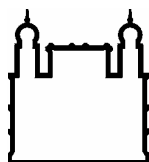


ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

É importante destacar que as principais matérias primas para a produção de biodiesel são os óleos de soja, colza e palma. A produção de biodiesel cujas fontes são sobras de óleo já fazem parte da soma total de produção da China, Áustria, Austrália e República Tcheca e é única matéria prima empregada na Tailândia.

A assinatura da diretiva 2003/30/EC pelo Parlamento Europeu, que dispõe sobre a substituição de combustíveis fósseis por combustíveis renováveis, com mistura de 5,75% ao diesel até 2010, e, para 2030, de 30%,³⁴ repercutiu num aumento considerável da produção. No período de 1991 a 2005, foram produzidos na Europa cerca de 3,762 milhões de litros de biodiesel. A Alemanha produziu 1,921 milhões de litros, nesse período, responsável por cerca de 42% da produção mundial. Em 2007, a UE foi responsável por 71% da produção mundial e os Estados Unidos ocuparam o segundo lugar, com 18% da produção mundial. O Brasil e a Indonésia produziram 4% e a Argentina, 3%. Em uma década a UE investiu cerca de €100 milhões em projetos relativos ao biodiesel, considerado o mais relevante entre todos os programas europeus de bioenergia³⁵.

País	Etanol		Biodiesel	
	Produção	Matéria Prima	Produção	Matéria Prima (óleos)
1º Estados Unidos	31,997	Milho	2,576	Soja
2º Brasil	27,141	Cana-de-açúcar	1,167	Soja
3º Alemanha	536	Trigo	2,968	Soja
4º China	2,102	Milho, trigo e mandioca	234	Sobras de óleo e óleo de palma
5º França	871	Beterraba e trigo	887	Colza
6º Itália	152	-	886	Colza
7º Canadá	881	Milho e trigo	80	-
8º Argentina	101	Milho	727	Soja
9º Índia	529	Cana-de-açúcar	156	Palma
10º Tailândia	344	Cana-de-açúcar	274	Sobras de óleos



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

11º	Espanha	228	-	354	Colza e soja
12º	Colômbia	404	Cana-de-açúcar	163	Palma
13º	Áustria	82	Trigo	244	Sobras de óleo e óleo de colza
14º	Polônia	152	Trigo	154	Colza
15º	Austrália	124	Trigo	162	Sobras de óleo e outros
16º	Bélgica	64	Trigo	177	Colza
17º	Malásia	-	-	215	Palma
18º	Holanda	26	Trigo	189	Colza
19º	Nigéria	232	Cana-de-açúcar	-	-
20º	Hungria	154	Milho	58	Colza
21º	Reino Unido	51	Trigo	147	Colza
22º	Rep. Tcheca	97	Trigo e milho	100	Sobras de óleo e óleo de colza
23º	Suécia	100	Trigo e outras	71	Colza
24º	Ex-União Soviética	85	Trigo	83	Colza
25º	México	162	Cana-de-açúcar e milho	5	-
26º	Grécia	-	-	149	Soja
27º	Paraguai	108	Cana-de-açúcar	31	-

Quadro 2 - Produção mundial do etanol e biodiesel em milhões de litros e matérias primas em 2008.

Fonte: ANP, (2009).

O programa americano de biodiesel, de menor porte quando comparado ao da UE, é baseado em pequenos produtores distribuídos por todo país. Os pontos de vendas estão concentrados no centro dos EUA, principalmente nos Estados de Minnesota e Missouri, precursores do projeto²⁷. Os padrões para o biodiesel americano são determinados e fixados pela norma da Sociedade Americana de Testes e Materiais ASTM D-6751³⁶,

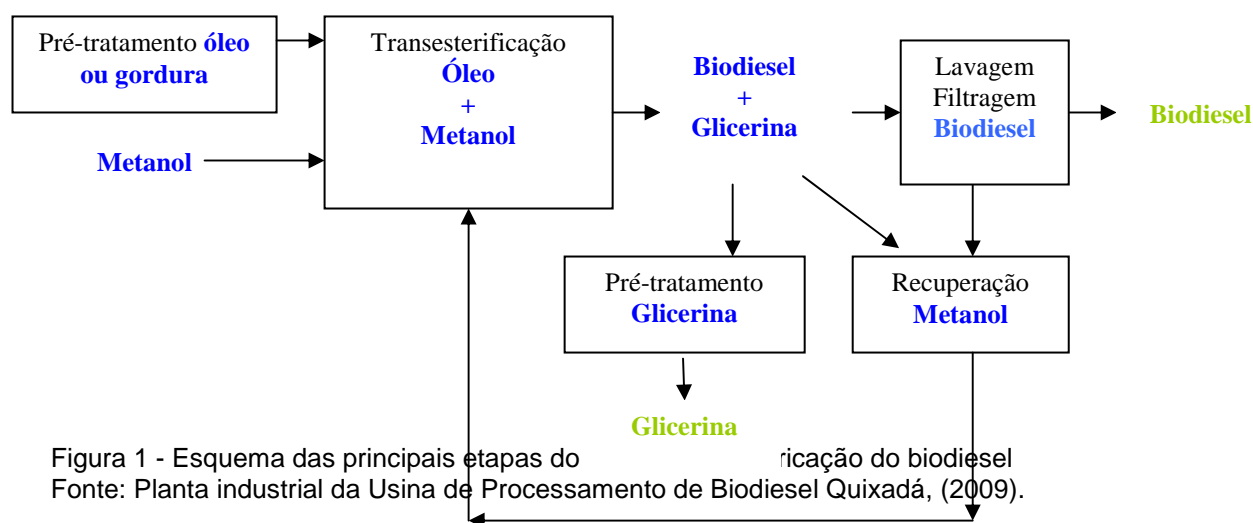
que por sua vez, possui semelhança com o padrão brasileiro em vários aspectos.

A Argentina começou a mistura obrigatória de diesel com 5% de biodiesel no início de 2010³³. Toda produção, até então, era vendida para o mercado externo. Ainda assim existe uma estimativa de venda de 415 mil toneladas para a UE e 15 mil toneladas ao Peru³⁷.

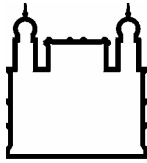
3.3 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO BIODIESEL VIA TRANSESTERIFICAÇÃO

O processo de fabricação do biodiesel é constituído pelas etapas de pré-tratamento do óleo, transesterificação, lavagem do biodiesel, filtragem do biodiesel, pré-tratamento da glicerina e recuperação do metanol.

O óleo vegetal, ou gordura de origem animal, previamente tratado, é misturado ao metanol na torre de transesterificação. Os principais produtos formados são o biodiesel e a glicerina. O biodiesel passa pelos processos de lavagem e filtragem, enquanto a glicerina recebe um pré-tratamento. E o metanol remanescente é recuperado e devolvido à torre de transesterificação. A figura 1 mostra um esquema com as cinco principais etapas do processo.



3.3.1 Detalhamento das principais operações e processo unitários para a fabricação do biodiesel



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



O óleo utilizado na fabricação de biodiesel deve conter pouca umidade e acidez. Para tal, procede-se à neutralização, pela lavagem com uma solução alcalina de hidróxido de sódio ou potássio, seguida de uma operação de secagem ou desumidificação. Assim, esse preparo da matéria prima cria condições adequadas para que a reação de transesterificação aconteça com taxa máxima de conversão. As especificações do tratamento dependem da natureza e das condições da matéria graxa empregada como matéria-prima¹⁹.

A reação de transesterificação é a etapa que converte o óleo ou gordura em ésteres metílicos ou etílicos de ácidos graxos, produzindo assim o biodiesel e seu subproduto, o glicerol. O metanol é empregado nesta etapa como elemento de transesterificação²⁰. A figura 2 mostra a reação de transesterificação de glicerídeos com álcool.

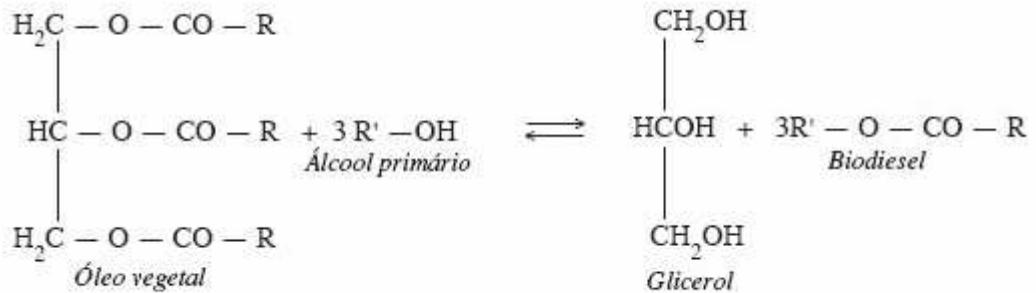
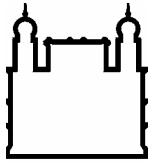


Figura 2 - Reação de transesterificação de glicerídeos com álcool
Fonte: Fangrui; Milford, (1999).

Após pré-tratamento, o óleo é misturado ao metanol, para produzir biodiesel na etapa de transesterificação. A reação de transesterificação ocorre em dois estágios, quando quase todos os triglicerídeos são convertidos em biodiesel. Por meio de centrifugação, ocorre a separação das duas fases: pesada – glicerina; e leve - biodiesel e metanol¹⁹.

Em seguida, o biodiesel é filtrado, o metanol recuperado e a glicerina tratada para correção da acidez. Após o processo de purificação, o biodiesel é encaminhado para os distribuidores, que o misturam ao óleo diesel. O fluxograma do processo de fabricação do biodiesel pode ser visualizado na Figura 3.



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



Figura 3 - Fluxograma do processo de fabricação do biodiesel
Fonte: Parente, (2003).

4 METANOL

“Todas as substâncias são tóxicas; não existe uma única que o não seja...”. Tudo depende do grau de exposição”³⁸.

4.1 TOXICIDADE NEUROLÓGICA

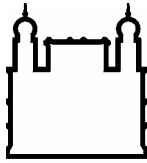
Os solventes orgânicos podem ser classificados em diversas categorias de acordo com sua estrutura molecular. Essas classes se dividem em hidrocarbonetos alifáticos, aromáticos e halogenados; ésteres; cetonas e álcoois. Caracterizam-se por possuir pressão de vapor em torno de 0,01kPa e ponto de ebulição de até 150°C³⁹. São produtos que possuem grande variabilidade de aplicação na indústria de manufatura tais como tintas, adesivos, plásticos, diluentes, colas, breu, betume, alguns produtos farmacêuticos. Atuam também como intermediários na formação de outras substâncias⁴⁰.

A exposição crônica a solventes estão associados a queixas subjetivas relacionadas, particularmente, a funções cognitivas. Embora o exame neurológico seja, com frequência, normal, exceto nos casos mais graves de exposição, os efeitos neuropsiquiátricos subclínicos tendem a ser mais precoces na história de exposição individual. As anormalidades neuropsicológicas incluem disfunções comportamentais, cognitivas e emocionais⁴¹.

Diversos problemas de saúde têm sido relacionados com a exposição a solventes, em particular, aos efeitos tóxicos sobre o Sistema Nervoso Central (SNC). Já existem evidências de que este tipo de efeito, mesmo em baixos níveis de exposição ocupacional, conduz à incidência de várias formas de doenças neuropsiquiátricas. Cefaléia, tontura, fadiga, parestesias e fraqueza são comumente relatadas assim como queixas de distúrbios de memórias tais como o esquecimento e dificuldades de concentração ^{42,43,44,45}. Outros sinais como irritabilidade, depressão e perturbações de memórias têm sido descritas com certa frequência em populações expostas a solventes⁴⁶. Entende-se por exposições a baixos níveis como sendo aquelas abaixo dos limites admissíveis, representando assim a situação vivenciada por muitos trabalhadores na indústria⁴⁵.

Estudos em população de trabalhadores expostos a solventes orgânicos também revelaram, além dos problemas de memória e dificuldades de concentração, sinais de perturbações do sono, alterações como a agressividade, vertigens e sintomas vegetativos tais como palpitações, aumento da transpiração, náusea e cefaléias. Estes, descritos como sintomas agudos a exposições elevadas, são também evidenciados em exposições crônicas⁴⁸.

O SNC e Sistema Nervoso Periférico (SNP) são extremamente sensíveis ao déficit de oxigênio e nutrientes, podendo sofrer danos por ação de muitas substâncias tóxicas, contidas



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



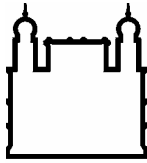
ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

em algumas categorias de solventes. Potenciais efeitos incluem as neuropatias periféricas, sintomas extrapiramidais, ataxia, alterações sensoriais, psicoses, depressão do SNC e SNP e, em casos extremos, o óbito⁴⁹.

Sintomas agudos e, por vezes, reversíveis, do SNC precedem o início de sinais de neuropatia periférica crônica. Disfunção neurológica de fraqueza motora, perda de sensibilidade ou alteração do estado mental resultam de danos em algumas regiões especializadas do cérebro, medula espinal e nervos periféricos. Sinais e sintomas neurológicos similares são oriundos do mesmo princípio estrutural neuroanatômico, assemelhando-se, assim, aos sintomas associados a doenças neurológicas primárias. Por tal similaridade, imprescindível se torna que o médico clínico diferencie os trabalhadores expostos a substâncias neurotóxicas. Caso contrário, a doença poderá ser atribuída a uma alteração neurológica natural sem que seja caracterizada a doença ocupacional⁵⁰.

Por outro lado, os transtornos neuropsiquiátricos provenientes de exposição a substâncias neurotóxicas estão associados a determinadas categorias de doenças. Com isso, geram *benefícios* como auxílios-doença, auxílios-acidente, aposentadorias por invalidez e pensões concedidas pelos sistemas de previdências de diversos países. Entretanto, nem sempre o próprio diagnóstico é claro na associação do agente e a doença^{51,52,53}. Há duas classificações para as manifestações referentes a exposições crônicas. A primeira trata da tipologia das síndromes; enquanto a segunda, dos principais efeitos relacionados à exposição crônica⁵⁰. As síndromes induzidas por solventes orgânicos compõem em três grupos e podem ser observadas no quadro 3.

Tipo I	O doente apresenta apenas sintomas não específicos de fadiga, perturbações da memória e da concentração, alterações afetivas e problemas de sono. Os testes psicométricos não evidenciam disfunção e os sintomas são normalmente reversíveis ao fim de 6 a 12 meses, após a interrupção da exposição.
Tipo II a	Existem alterações de personalidade e do humor, com mudanças afetivas óbvias como aumento da depressão agressividade, fadiga, diminuição do controle de impulsos e da motivação. Os testes psicométricos são habitualmente normais. Não se sabe se os sintomas são reversíveis.
Tipo II b	Alterações das funções intelectuais. Dificuldade na concentração e perturbações da memória bem como diminuição da capacidade de aprendizagem. Podem também aparecer leves sinais neurológicos. Os testes psicométricos revelam alterações. Depois da interrupção da exposição, esta síndrome pode ficar estacionária ou progredir. Sua



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz

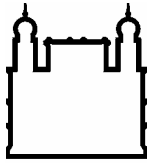


	progressão não seja esperada.
Tipo III	Demência. Esta situação reúne deterioração global do intelecto e memória. Muitas vezes é acompanhada de sinais neurológicos e neuro-radiológicos. Os resultados dos testes psicométricos evidenciam alterações profundas. Esta síndrome não é reversível após a interrupção da exposição.

Quadro 3 - Classificação de síndromes induzidas para solventes orgânicos
Fonte: Lundberg, (1994).

Os principais efeitos crônicos da exposição ocupacional aos solventes orgânicos foram categorizados pela Organização Mundial de Saúde (OMS), em 1985, e vão desde encefalopatia tóxica crônica, severa ou moderada, a síndromes de efeito orgânicos tais como depressão, irritabilidade ou perda de interesse pelas atividades⁴⁹. Esses efeitos são classificados em tipo A, B e C e podem ser visualizados na quadro 4.

A - Síndromes de efeito orgânicos	1 - Patofisiológica: desconhecida
	2 - Duração: dias ou semanas (sem seqüelas)
	3 - Clínica: depressão, irritabilidade, perda de interesse pelas atividades diárias.
B – Encefalopatia tóxica crônica moderada	1 - Patofisiologia: desconhecida
	2 - Curso: início insidioso Duração: semanas ou meses Reversibilidade: variável
	3 - Clínica: fadiga, alteração do humor, queixas de alteração de memória e da atenção
	4 - Redução da função do SNC - Funções psicomotoras (velocidade, atenção, destreza); - Memória recente; - Outras anormalidades comuns.
C – Encefalopatia tóxica crônica severa	1 - Patologia: desconhecida, muitas vezes associada a danos estruturais do SNC
	2 - Curso: início isidioso Duração indefinida, habitualmente irreversível



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

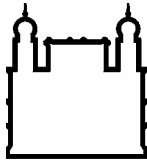
	<p>3 - Manifestações clínicas:</p> <ul style="list-style-type: none">- perda de capacidade intelectual com severidade suficiente para interferir nas atividades sociais e ocupacionais;- Enfraquecimento da memória;- Outras: alterações no pensamento abstrato, alterações do julgamento, outros distúrbios da função cortical, mudança de personalidade.
	<p>4 - Funções do SNC reduzida:</p> <ul style="list-style-type: none">- Tipos de anomalias semelhantes à encefalopatia crônica moderada mais pronunciada nas deficiências funcionais;- Alguns testes neurofisiológicos e neurorradiológicas anormais

Quadro 4 - Classificação efeitos neurotóxicos crônicos
Fonte: Baker; Seppalaen, (1985).

4.2 METANOL E SUAS CARACTERÍSTICAS

O metanol, também conhecido como [álcool](#) metílico ou álcool de madeira, é um [composto](#) cuja fórmula química é CH_3OH e peso molecular 32,04 g. Na temperatura ambiente, mostra-se líquido, incolor, inflamável, com chama invisível e ligeiro odor de álcool etílico. Dissolve-se completamente em água, álcool ou éter, e seu ponto de ebulição se dá a temperatura de $64,4^\circ\text{C}$ ⁵⁵. Pode ser fabricada através do processo de destilação de madeiras; reação do gás de síntese, oriundos de fósseis de gás natural; gaseificação de carvão; e a partir da cana-de-açúcar. Em seres humanos, o metanol é produzido naturalmente, como subproduto do metabolismo anaeróbico de bactérias. É também um dos componentes naturais de frutas, legumes e bebidas fermentadas⁵⁶.

O metanol é amplamente utilizado como um [solvente](#) industrial, pois solubiliza alguns sais de forma mais eficiente do que o [etanol](#). É utilizado na indústria de plásticos; na extração de produtos animais e vegetais e em reações de importância farmacológica, como no preparo de [colesterol](#), [vitaminas](#) e [hormônios](#); como [matéria prima](#) na produção de [formaldeído](#), anticongelantes e desidratante de gás natural⁵⁹. Pode ser ainda empregado na



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

limpeza de semicondutores⁵⁸, processo de análise gravimétrica na extração de solventes⁵⁶ utilizado em Células de Combustíveis de Metanol Direto (DMFC) para o tratamento de águas residuais e esgoto⁵⁷, misturado à gasolina aditivada com até 85% de metanol e empregado em carros com motores flex^{60,61,62}.

4.3 ASPECTOS TOXICOLÓGICOS DO METANOL

O metanol penetra no organismo por inalação, ingestão e através da pele, tendo rápida e boa absorção. A exposição ocupacional acontece principalmente pela inalação dos vapores do agente químico. Após a absorção, isto é, após sua passagem para a corrente sanguínea, distribui-se amplamente para todos os tecidos, sendo maior a sua presença nos tecidos com alto teor hídrico, concentrando-se especialmente nos fluidos cerebrospinal e intraocular⁶³.

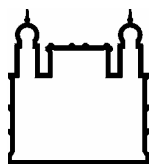
Grande parte do metanol é convertida em formaldeído, principalmente no fígado, pela enzima álcool desidrogenase. O formaldeído é posteriormente convertido em formiato pela enzima aldeído desidrogenase. Em uma terceira etapa, o ácido fórmico passa a dióxido de carbono por meio do formiato. Estudos mostram que a taxa de oxidação do formiato é regulada pela concentração hepática de tetrahidroxiformiato. O ácido fórmico atravessa facilmente a barreira sangue-cérebro, já o formaldeído, é um composto muito reativo com um tempo de meia vida no sangue curto^{64,65}.

A oxidação do metanol também ocorre nos rins. Seu metabolismo, que independe da concentração no plasma, é lento, aproximadamente 1/7 em relação ao etanol. A completa oxidação e excreção pode levar vários dias. O etanol serve preferencialmente de substrato para a enzima álcool desidrogenase por possuir afinidade, pelo menos, vinte vezes maior do que o metanol por essa enzima. A administração do etanol, em casos de intoxicação oral, reduz a taxa de oxidação do metanol e retarda seus efeitos clínicos e bioquímicos⁶⁶.

Cerca de 30% da dose ingerida de metanol são excretadas inalteradas pela via respiratória, e menos de 5% são excretadas pelos rins. O formiato é detectado pela via urinária num período de 4 a 10 dias após uma única exposição. A excreção do formiato urinário maior do que 70 mg em 24h confirma intoxicação por metanol. Do metanol ingerido, aproximadamente 20% é eliminada na urina como ácido fórmico, no período de 8 dias, ou, em níveis de 2 a 5 % em períodos de 4 a 10 dias^{63,67}.

O tempo de meia vida do metanol é de 24h, sendo sua relação de concentração entre urina/sangue de aproximadamente 1/3, semelhante à do etanol⁶⁸.

Em geral, a toxicidade dos alcoóis alifáticos aumenta com o comprimento da cadeia carbônica. Entretanto, o metanol é uma exceção. Sua maior toxicidade é atribuída aos seus



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

produtos de biotransformação. O período de latência é relativamente longo, cerca de 8 a 36 horas, para a manifestação da toxicidade. Estudos revelam que os efeitos benéficos da administração do etanol, impedindo a oxidação do metanol, indicam que, efetivamente, é um metabólito do álcool metílico, o provável responsável pelos efeitos tóxicos^{63,68}.

Estudos experimentais com animais demonstraram que o efeito tóxico do metanol provém de seu metabólito formiato. O acúmulo do formiato reduz o pH do sangue, provocando uma acidose metabólica e distúrbios oculares, também observados em humanos⁶⁹. No homem, os principais efeitos tóxicos do metanol são caracterizados pela depressão do SNC, acidose metabólica e danos oculares. No entanto, o mecanismo dos danos oculares não está completamente elucidado⁶³.

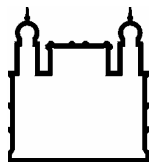
A grande maioria das informações toxicológicas do metanol em humanos, disponível na literatura, é de relatos das conseqüências advindas de exposição aguda e dados clínicos de envenenamento por via oral⁶⁵. Em contraste com os efeitos agudos a altas doses, sabe-se muito pouco sobre efeitos crônicos a baixas doses. Em uma revisão envolvendo casos clínicos a baixas doses foram evidenciados que os efeitos observados, em sua natureza, são semelhantes aos episódios observados em elevados níveis de exposição^{62,69,70}.

Os efeitos agudos ao metanol podem ocorrer por absorção digestiva, inalatória e dérmica. Estudos demonstraram que a intoxicação aguda ocorre em três estágios principais. No primeiro estágio apresenta-se um efeito narcótico, envolvendo fadiga, sonolência, leve irritação nos olhos e membranas mucosas. O segundo estágio compreende um período de latente de 10 a 48 horas, enquanto que o terceiro estágio; aparecem os severos efeitos do SNC, incluindo náuseas, vômitos, tonturas, dores de cabeça abdominais e musculares, fraqueza, distúrbios de consciência e visuais, acompanhados por acidose metabólica e dificuldade respiratória⁶³.

As intoxicações graves ao metanol podem causar danos ao putâmen, uma estrutura cerebral relacionada com o controle motor^{55,60,66}. Outras complicações da intoxicação aguda grave ao metanol incluem o coma, as convulsões, a cegueira, insuficiência renal, insuficiência cardíaca, edema cerebral, hemorragia e edema pulmonar⁶⁶. Os principais efeitos agudos ao SNC compreendem ataxia, convulsões, coma e hiperatividade nos reflexos dos tendões⁷¹.

O último estágio da intoxicação aguda pode provocar efeitos permanentes com danos no SNC, motor e nervo ótico. As conseqüências mais comuns são a encefalopatia tóxica, Parkinson e polineuropatia^{61,64}.

A exposição aguda ao metanol também pode causar efeitos tóxicos aos sistemas circulatório, respiratório, renal e à pele. Respingos de metanol nos olhos causam rápida dilatação nas pupilas. Os distúrbios visuais, que



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

aparecem geralmente entre 12 a 48h após a ingestão, podem causar fotofobia, visão turva ou até cegueira^{55,56,62,64,65,66}.

Os efeitos crônicos são similares, porém menos severos do que aqueles decorrentes de exposição aguda^{53,58}. A exposição crônica pode reduzir a acuidade visual, acarretar conjuntivite química, vertigem e, por ser um agente desengordurante, ocasiona dermatites, eritemas e escamações na pele. Estudos revelaram outros sintomas de exposição crônica tais como irritação, dores de cabeça, insônia, problemas gastrointestinais e aumento do tamanho do fígado – hepatomegalia^{55,56, 63, 66,71}.

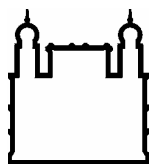
O metanol pode se acumular no organismo, uma vez que sua eliminação é lenta⁵⁶. Há evidências de que repetidas exposições a este álcool, em concentrações ligeiramente acima do limite de tolerância, segundo a ACGIH, ou seja, 200 ppm, não causam desconforto ou doença. No entanto, pessoas com algum tipo de desordem no SNC e/ou com acuidade visual reduzida não podem ser expostas ao metanol, visto que tais problemas podem ser agravados^{63,66,71}.

As exposições diárias a pequenas doses de metanol podem resultar em acumulação dessa substância tóxica no trato gastrointestinal e respiratório. Estudos demonstraram que concentrações no ar, da ordem de 800 a 3000 ppm, ocasionaram intoxicações severas e sérios danos durante exposição ocupacional^{55,56}.

Na exposição crônica por inalação, a irritação ocular pode ser o primeiro sinal de intoxicação. Ocorre uma ligeira confusão na visão e progressiva contração no campo visual, ou completa cegueira^{69,70,71,72}.

4.4 SAÚDE/ PROCESSO DE TRABALHO/ AMBIENTE DE TRABALHO E AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO PARA SUBSTÂNCIAS NEUROTÓXICAS

O conhecimento do processo de trabalho, com a identificação das fontes de exposição a solventes, agentes neurotóxicos e outras substâncias químicas, faz-se necessária para o entendimento da relação saúde-doença-trabalho. Somente com base neste saber, é possível construir inquéritos que, afinal, permitam uma discussão direta com os trabalhadores, inclusive chefias, envolvendo profissionais de saúde e segurança do trabalho. Com esta interação, certamente se desenvolverão propostas educacionais capazes de estabelecer condições de trabalho adequadas, informações quanto aos riscos a que ficam expostos os trabalhadores, quanto às medidas de proteção, individuais e coletivas, a serem adotadas.



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

Desta forma será possível implementar mudanças que contribuam para erradicar ou, ao menos, minimizar, os fatores de risco, identificados na avaliação do ambiente de trabalho⁷⁵.

A prevenção dos fatores de riscos em um ambiente de trabalho, qualquer que seja a estratégia, implica no diagnóstico das situações de riscos (risk assessment) susceptíveis de indicar as respectivas estratégias de gestão do mesmo (risk management)⁷⁶.

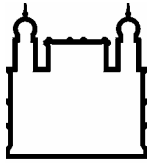
A metodologia de avaliação e gestão de riscos profissionais mantém-se como a mais utilizada na área de Segurança e Saúde do Trabalho (SST). Apesar de não envolver a totalidade das intervenções que a complexidade das situações de trabalho determina. Possibilita, no entanto, a avaliação do risco (risk evaluation – identificação, quantificação e comparação com o valor limite de exposição), que se desenvolve com o rigor que o método científico proporciona, permitindo, assim, indicar uma intervenção preventiva e sua priorização^{77,78}.

A monitorização, em termos metodológicos, da exposição, contém em si o rigor científico. Este procedimento consiste numa rotina de avaliação e interpretação de parâmetros ambientais e/ ou biológico, cuja finalidade é detectar possíveis riscos à saúde. A exposição pode ser medida por concentração do agente químico em amostras ambientais como, por exemplo, o ar; ou através da medida de parâmetros biológicos, denominados indicadores biológicos (IB). Desta forma, o conceito de IB compreende toda substância ou seu produto de biotransformação, assim como qualquer alteração bioquímica precoce, cuja determinação nos fluidos biológicos, tecidos ou ar exalado, avalie a intensidade da exposição e o risco à saúde⁷⁹. O IB também é definido como “toda substância, estrutura ou processo que pode ser quantificado no organismo, que influencia ou prediz a incidência de um acontecimento ou de uma doença”⁸⁰.

O monitoramento ambiental visa quantificar e controlar o agente químico no ambiente de trabalho, avaliando o risco para a saúde por comparação com referências apropriadas. Baseia-se, assim, na comparação da concentração de substâncias tóxicas no ambiente de trabalho com um valor máximo admissível, segundo critérios de aceitabilidade designados. Estes critérios representam a maior concentração de uma substância química, a que quase a totalidade dos trabalhadores pode ser exposta, ao longo da jornada de trabalho, sem que daí resulte efeitos adversos para a saúde⁸⁰.

O monitoramento biológico (MB) é a medida e quantificação de uma substância química em vários meios biológicos tais como sangue, urina, fezes, cabelo ou leite materno para avaliar a exposição e os riscos à saúde. A concentração encontrada é comparada com uma referência apropriada, que são os limites biológicos de exposição. Este é um conceito internacional, proposto por um comitê misto (CCE/NIOSH/OSHA)⁸¹.

Na interação entre o elemento tóxico e o indivíduo, vários parâmetros biológicos podem ser alterados. Entretanto, apenas alguns são usados como IB, ou seja, poucos são os que mostram alterações proporcionais à intensidade da exposição e/ou do efeito biológico da substância⁸¹. A utilização dos IB possui variadas aplicações e depende, portanto da finalidade



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

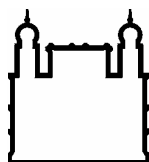
do estudo e tipo de exposição. Os objetivos do estudo podem ser a avaliação da exposição, efeitos de substâncias químicas ou ainda susceptibilidade individual. A utilização destes indicadores também pode ter como finalidade elucidar a relação causa-efeito na avaliação de riscos à saúde; para fins de diagnósticos clínicos e de monitoramento ambiental, realizado de forma sistemática e periódica⁸².

No MB, as avaliações são realizadas através da utilização dos IB. Os dois tipos de indicadores mais conhecidos e utilizados são os de exposição e efeito. Outro indicador adotado recentemente é o de susceptibilidade. O indicador biológico de exposição, também conhecido como indicador de dose interna, representa uma correlação significativa com a exposição e representa a efetiva concentração da substância no organismo. O indicador biológico de efeito tem relação com a grandeza dos efeitos, nocivos ou não, que se manifestam como consequência da exposição e reflete uma alteração bioquímica precoce e reversível, causada pela absorção de uma substância tóxica. E, por último, o indicador biológico de susceptibilidade, traduz a capacidade inata ou adquirida do indivíduo para responder de um modo específico a uma substância química⁸⁰.

Alguns indicadores biológicos de efeito estudados possibilitam a avaliação da ação de uma substância química no órgão alvo, a partir da medida de uma alteração biológica associada a esta ação. No entanto, esta medida pode ter como limitação a dificuldade de acesso a certos tecidos do organismo. Embora sejam parâmetros importantes para prevenir possíveis efeitos nocivos à saúde, não são, em sua maioria, específicos para as substâncias químicas envolvidas e, por isso, requerem pesquisas para sua validação. Alguns exemplos destes indicadores são nefro, hepato, geno e neurotoxicidade⁸³.

Alguns fatores limitam o estabelecimento dos indicadores para avaliar a ação neurotóxica das substâncias químicas tais como a complexidade das funções do sistema nervoso, eventos neurotóxicos de natureza múltipla, assim como a variabilidade e inacessibilidade dos sítios celulares e moleculares deste órgão. Em geral, outra limitação é o fato de os efeitos neurotóxicos se iniciarem tardiamente, após exposições prolongadas, ou mesmo, depois de um período de latência após o término da exposição. Neste sentido, tem-se buscado validar alguns parâmetros que possam permitir a detecção precoce da ação neurotóxica antes de constatado o dano à saúde, seja por exposição ocupacional ou ambiental. São vários os indicadores para avaliação desse risco, que tem sido estudado sob o ponto de vista neurofisiológico, neurocomportamental e neuroquímico^{84,85,86}.

O estudo da condição nervosa, no enfoque neurofisiológico, usa como ferramenta de diagnóstico, o eletroencefalograma, muito utilizada no diagnóstico de desordens neurológicas. Apesar de possuir baixo valor preditivo para efeitos precoces, a avaliação clínica, associada ao laudo do eletroencefalograma, deve ser realizada com base num protocolo muito bem detalhado, já preconizado pelas ciências neurológicas. Outra limitação é a utilização desses parâmetros na identificação dos efeitos iniciais^{84,87}.



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



Existem variados métodos com ênfase na avaliação neurocomportamental extensivamente aplicados em indivíduos expostos a solventes e metais - métodos que visam avaliar alterações de funções cognitivas tais como aprendizagem e memória. Quanto aos testes neurocomportamentais, estes podem estar alterados por motivos, e não por ação de um xenobiótico. Por isso, devem ser extremamente bem delimitados e interpretados para concluir a respeito de uma ação neurotóxica^{84,88,89}.

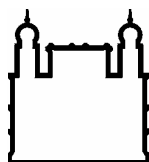
No enfoque neuroquímico, várias evidências mostram que, na progressão de doenças neurotóxicas, os eventos bioquímicos precedem as alterações estruturais e os danos permanentes ao SNC. Dessa maneira, a medida destas alterações poderia fornecer informações úteis sobre os efeitos precoces detectáveis, imediatamente antes ou logo após o início da doença ou contaminação^{84,85,86}.

Em geral, os eventos bioquímicos que ocorrem no *sistema nervoso* são considerados como potenciais indicadores biológicos, mas seus parâmetros de medida esbarram na inacessibilidade do tecido alvo. Geralmente, no SNC, muitos precursores e produtos são retidos no próprio local. Outra limitação aos indicadores aparece com as mudanças que acompanham a função neurológica, dentro de um pequeno espaço intra ou extra celular do próprio órgão, impossibilitando assim a implementação de rotinas de análises⁸³.

Mediante tais dificuldades, uma nova metodologia de IB tem sido desenvolvida, procurando alcançar os propósitos da avaliação de risco à saúde. Esta nova geração de indicadores utiliza tecidos mais acessíveis, que permitem determinar outros indicadores, ditos *Substitutos*, em lugar daqueles localizados no tecido nervoso^{84,85}. Estes estudos já revelam que alguns parâmetros bioquímicos e moleculares, semelhantes aos envolvidos na ação tóxica ocorrida dentro do SNC, podem estar presentes em tecidos mais acessíveis, como fluido no cerebral espinal, sangue, plasma e células sanguíneas⁸⁴.

A medida destes parâmetros permite avaliar, através de métodos acessíveis, a ação de um agente químico no SNC. O estudo destas alterações bioquímicas pode possibilitar a identificação precoce de uma exposição excessiva e avaliação da neurotoxicidade antes do aparecimento de efeitos ou danos irreversíveis^{88,89}. O quadro 6 mostra os principais parâmetros utilizados em estudos neurotóxicos⁸⁴.

Parâmetros	Indicadores biológicos de neurotoxicidade	Fluido biológico
Receptores	Muscarínicos da acetilcolina	Plasma
	Sigma Receptor Beta e alfa2	Plaquetas
Enzimas	Acetilcolinesterase	Eritrócitos
	MAO- tipo B	Plaquetas



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

	Dopamina Beta hidroxilase	Soro
Sistema de recaptção	5-hidroxiindolacético (serotonina)	Plaquetas
Transdução do sinal nervoso	Concentração de cálcio intracelular Fosfoinositol	Plaquetas e linfócitos

Quadro 5 - Indicadores *substitutos* para avaliação de neurotoxicidade

Fontes: Johnson, (1993).

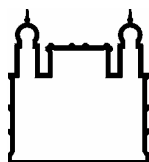
Entretanto, para a escolha dos indicadores *substitutos*, necessário se faz que os parâmetros periféricos sejam equivalentes, ou então estejam correlacionados funcionalmente ao parâmetro correspondente às alterações bioquímicas *substitutos* permite a associação com a exposição a baixos níveis, fornecendo conhecimentos e evidências científicas necessários para a aplicação de medidas de prevenção e controle da exposição aos agentes químicos ambientais no âmbito das políticas públicas⁸³.

4.4.1 Disposição legal do controle da exposição ao metanol no ambiente e matriz biológica

A legislação trabalhista brasileira dispõe sobre a obrigatoriedade da vigilância à saúde e ambiental, através de monitoramentos ambiental e biológico, dos processos produtivos, que expõem trabalhadores ao agente químico metanol, estabelecendo limites de segurança.

A portaria nº 3214 de 12/07/78, do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), instituiu normas relativas à segurança e medicina do trabalho. As Normas Regulamentadoras (NR) estabelecem a obrigatoriedade da elaboração e implementação dos Programas de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) e Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), ambos visando à prevenção e promoção à saúde dos trabalhadores⁹⁰.

O PPRA preconiza o levantamento das condições ambientais, através da antecipação, reconhecimento, avaliação e conseqüente controle da ocorrência de riscos físicos, químicos e biológicos, levando em consideração a proteção de meio ambiente e dos recursos naturais.



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



Outra norma importante para a caracterização da exposição são os parâmetros encontrados na NR 15 – Atividades e Operações Insalubres. A NR15 estabelece, em seu anexo 11, o Limite de Tolerância (LT) para o metanol. Segundo a norma, entende-se por LT, a concentração ou intensidade máxima ou mínima, relacionado com a natureza e o tempo de exposição ao agente, que não causará dano à saúde do trabalhador, durante a sua vida laboral⁹⁰.

O PCMSO, disposto na NR7, possui em seu Quadro I, parâmetros para controle biológico da exposição ao metanol e conceitos como valor de referência (VR), índice biológico máximo permitido (IBMP) e interpretação de parâmetros de indicadores biológicos de exposição⁹⁰.

O VR corresponde ao valor de referência da normalidade; valor possível de ser encontrado em populações não expostas ocupacionalmente. Por outro lado, o IBMP representa o valor máximo do indicador biológico pelo qual se supõe que a maioria das pessoas expostas ocupacionalmente não corre risco de danos à saúde. A ultrapassagem deste valor significa exposição excessiva⁹⁰.

A interpretação de parâmetro de indicador biológico, para o metanol, é abreviada segundo a NR7 como EE, sendo ele capaz de indicar exposição ambiental acima do limite de tolerância, mas sem possuir, isoladamente, significado clínico ou toxicológico próprio, ou seja, não indica doença, nem está associado a um efeito ou disfunção de qualquer sistema biológico⁹⁰. O quadro 6 mostra os limites de exposição para o metanol dispostos na NR 15 e NR 7.

NR	Matriz Ambiental	Limites de exposição
15	Metanol em ar	200 mg. M ⁻³ ou 156 ppm para jornada de 8 horas diárias e até 48h semanais
07	Metanol em urina	15 mg.L ⁻¹

Quadro 6 - Limites de exposição para o metanol
Fonte, MTE, (2010).

5 METODOLOGIA

O conhecimento científico é sempre uma busca de articulação entre uma teoria e a realidade empírica; o método é o fio condutor para se formular esta articulação. O método tem, pois, uma função fundamental: além do seu papel instrumental, é a “própria alma do conteúdo.”⁹¹

O material de primazia na investigação qualitativa é a palavra, não obstante haver nela certa ubiqüidade social. Com a palavra expressa-se a fala cotidiana, seja nas relações afetivas e técnicas, seja nos discursos literários, burocráticos ou políticos. As palavras com que se tecem essas relações, em toda a gama social, são fios de natureza ideológica; são os indicadores mais sensíveis das transformações sociais, mesmo daquelas que ainda não assumiram sua forma; atuam como meio no qual se produzem lentas acumulações quantitativas; são capazes de registrar as fases transitórias mais íntimas e efêmeras das mudanças sociais⁹².

A metodologia qualitativa procura focar o social, principalmente, como um mundo de significados passíveis de investigação, considerando a linguagem comum, ou a “fala”, a matéria-prima dessa abordagem, e que será contrastada com a prática dos sujeitos sociais⁹³.

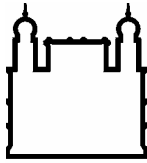
O desenho do presente estudo é o de uma pesquisa, de essência qualitativa, observacional, de caráter descritivo-exploratório, a fim de levantar características de uma população de trabalhadores, descrevendo-as e retratando-as segundo uma visão geral da realidade, mas também levando em conta as ligações entre duas, ou mais, dessas características.

5.1 ARGUMENTOS METODOLÓGICOS

Trazido das áreas humano-sociais são dois os argumentos metodológicos⁹⁴:

- É possível traçar uniformidades e encontrar regularidades no comportamento humano;
- As regularidades existem em qualquer fenômeno humano-cultural e podem ser estudadas sem levar em conta apenas motivações individuais.

5.2 REFLEXÕES METODOLÓGICAS



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



No final do século XIX, em oposição ao positivismo da época, surgiu na Alemanha uma escola sociológica que se contrapunha às analogias entre ciências naturais e ciências sociais. Seu fundamento residia na argumentação de que as ciências sociais privam-se da sua própria essência, quando se abstêm de examinar a estrutura motivacional da ação humana.

Max Weber⁹⁵ deu robustez a essas reflexões metodológicas dizendo:

Cabe às ciências sociais a compreensão do significado da ação humana, e não apenas a descrição dos comportamentos. O elemento essencial na interpretação da ação é o dimensionamento do significado subjetivo daqueles que dela participam.

5.3 CONCEPÇÕES METODOLÓGICAS

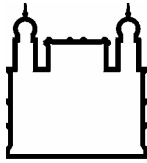
5.3.1 Ponto de partida

O trabalhador - “Não há produção possível sem um instrumento de produção, este instrumento será a mão” Marx, 1857⁹⁶.

Toda e qualquer discussão relacionada às condições de trabalho deve colocar como premissa fundamental a identificação de qual sociedade estamos falando. Em nosso caso, falamos da sociedade atual, ou seja, da ordem econômica industrial, capitalista. Esta primeira preocupação traz consigo o reconhecimento da historicidade como elemento referencial em nossa abordagem⁹⁷.

Este reconhecimento histórico foi produzido a partir das três obras do autor Eric Hobsbawm intituladas respectivamente como: Era das Revoluções, Era do Capital e Era dos Extremos.

A Revolução Francesa e a Revolução industrial, que teve seu início na Inglaterra, constituíram um marco histórico do início do mundo moderno, houve uma transformação mundial a partir de uma base européia. As forças econômicas e sociais, as ferramentas políticas e intelectuais desta transformação já estavam preparadas, em todo o caso em uma parte da Europa, suficientemente grande para revolucionar o resto do mundo. É significativo que os dois principais centros dessa ideologia fossem também o celeiro da dupla revolução. As idéias iluministas ganharam, de fato, uma voz corrente internacional. Um individualismo secular, racionalista e progressista dominava o pensamento *esclarecido*, cujas ideais e



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

objetivos eram libertar os indivíduos do tradicionalismo medieval e das algemas que os agrilhoavam⁹⁸.

Não é propriamente correto chamar o *iluminismo* de ideologia da classe média, todavia teve papel politicamente decisivo. Assumiram como verdade a proposição de que a sociedade livre seria uma sociedade capitalista. Todas as ideologias humanistas, racionalistas e progressivas estão implícitas nele e, de fato, surgiram dele. Embora na prática os líderes da emancipação exigida pelo iluminismo fossem provavelmente membros dos escalões médios da sociedade, embora os novos homens racionais o fossem por habilidade e mérito e não por nascimento, e embora a ordem social que surgiria de suas atividades tenha sido uma ordem *capitalista e burguesa*⁹⁸.

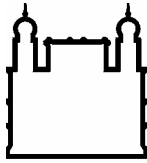
A Revolução Industrial explodiu nos anos de 1780, e pela primeira vez na história da humanidade foram retirados os *grilhões* do poder produtivo das sociedades humanas, que daí em diante se tornaram capazes da multiplicação rápida, constante e ilimitada, de mercadorias, serviços e de pessoas. Nenhuma sociedade anterior tinha sido capaz de transpor o teto que uma estrutura social pré-industrial, uma tecnologia e uma ciência deficiente, e conseqüentemente o colapso, a fome e a morte periódica, impunham à produção. A *partida* não foi logicamente um desses fenômenos que, como os terremotos e os cometas, assaltavam o mundo não-técnico de surpresa⁹⁸.

Cerca de um século depois, as cidades cresceram com extraordinária rapidez. Para seu planejamento, os pobres eram uma ameaça pública, suas concentrações potencialmente capazes de se desenvolver em distúrbios deveriam ser cortadas por avenidas e bulevares, que levariam os pobres dos bairros populosos a procurar habitações em lugares não especificados, mas presumidamente mais sanitarizados e certamente menos perigosos⁹⁹.

Paradoxalmente, quanto mais a classe média crescia e florescia, drenando recursos para seu próprio sistema habitacional, escritórios, lojas de departamento, tão representativas do desenvolvimento da época, com seus prestigiados edifícios, menos recursos eram dedicados aos bairros da classe operária, exceto na forma geral de despesas públicas – ruas, esgotos, iluminação e outras utilidades públicas⁹⁹.

Além disso - economia à parte - nos países do Velho Mundo, a classe média acreditava que os trabalhadores deveriam ser pobres, não apenas porque sempre tinham sido, mas também porque a inferioridade econômica era um índice adequado para a classe operária. O trabalhador, porém, muito diferente da classe média, estava a uma distância mínima do miserável e via a insegurança como constante e real. O caminho normal, ou mesmo inevitável da vida, passava por esses abismos nos quais o trabalhador e sua família iriam provavelmente cair: o nascimento, a velhice e a impossibilidade de trabalhar⁹⁹.

Em meio a essas diferenças sociais, iniciou-se a formação de lideranças, principalmente sindicais, com poder de barganha junto aos empregadores e capazes de garantir condições mínimas de trabalho. Os trabalhadores, antes objeto de competição entre patrões, agora com poder o bastante para criar sindicatos, tomaram consciência de que o



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

mercado, sozinho, não lhes garantia nem segurança, nem o que pensavam ter como direito. Esses trabalhadores, assim, proporcionavam aos seus empregadores uma solução para o controle do trabalho: na sua esmagadora maioria, gostavam de trabalhar e possuíam expectativas espantosamente modestas⁹⁹.

Já na era do capitalismo liberal estável e florescente oferecia à *classe trabalhadora* a possibilidade de aumentar seu quinhão coletivo através de organização coletiva. Mas aqueles que permaneciam como mera miscelânea de pobres não podiam esperar muito dos sindicatos, que tiveram, na década a partir dos anos de 1860, expressivo crescimento.

Nenhum termo é mais difícil de analisar, no seio da classe trabalhadora em meados do século XIX, do que o termo chamado *respeitabilidade*, pois expressava simultaneamente a penetração de padrões e valores da classe média e também as atitudes sem as quais não teria sido possível criar o amor-próprio da classe operária, nem construir um movimento trabalhista das lutas coletivas⁹⁹.

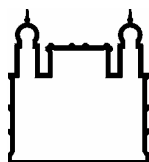
Retornando ao liberalismo, diríamos que, entre os pobres, os militantes potenciais do movimento trabalhista, de um lado, e o restante dos trabalhadores, de outro, certamente não existia linha divisória. Não obstante a toda a realidade vivida naquela época, ninguém poderá esquecer essa forma a que homens e mulheres pensavam sobre os bens de sua vida. Não se pode ignorar o que representou para eles a pequena, mas genuína melhoria que a grande expansão capitalista lhes trouxe. E não se pode deixar de observar a imensa e quase intransponível distância que os separava do mundo burguês⁹⁹.

O século XX deixa um legado de questões e impasses abarrotados de catástrofes. Quarenta anos de guerras, crises econômicas, violentos embates étnicos e separatistas, um século cercado pela precariedade dos sistemas políticos transnacionais e pela reposição selvagem da desigualdade contemporânea, decompondo o que fora construído ao longo do século XIX¹⁰⁰.

As maiores catástrofes foram marcadas pelas duas grandes guerras; depois vieram as ondas de revolução global, donde surgiria o sistema político e econômico russo como alternativa histórica para o capitalismo; e ainda a virulência da crise econômica de 1929. Nesse mesmo período, os fascismos e o descrédito das democracias liberais surgem como proposta mundial¹⁰⁰.

Mais adiante, nos chamados Anos Dourados, que compreendem as décadas de 50 e 60, houve uma calma, uma paz congelada. Tornou-se viável a estabilização do capitalismo, responsável pela extraordinária expansão econômica e por profundas transformações sociais e científicas. Já entre as décadas de 70 e 90, ocorre o declínio do capitalismo, que pôs abaixo os sistemas institucionais que preveniam e limitavam a barbárie contemporânea. Deu-se lugar à brutalização da política e à irresponsabilidade teórica da ortodoxia econômica, abrindo-se as portas para um futuro incerto¹⁰⁰.

As mudanças no Terceiro Mundo, com gradual decomposição e fissão, em seu todo, diferia das do Primeiro Mundo em um aspecto fundamental. Formavam uma zona mundial de



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



revolução – recém-realizada, iminente ou possível. O Primeiro mundo era, de longe, política e socialmente estável, quando começou a guerra fria global. O que quer que fumegasse de sob a superfície do Segundo Mundo era abafado pela tampa do poder do Partido e pela ameaça da potencial intervenção militar soviética. E muito poucos Estados do Terceiro Mundo, de qualquer tamanho, puderam atravessar o período a partir de 1950 sem revolução; ou golpes militares para suprimir, impedir ou promover revolução; ou alguma outra forma de conflito interno¹⁰⁰.

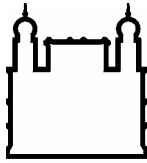
5.3.2 Desses conflitos, também surgiu, aqui no Brasil, o que hoje chamamos – Saúde do Trabalhador - uma área de atuação da ciência

A Medicina do trabalho teve seu início no século XX na Inglaterra. O seu desenvolvimento conceitual constituiu-se fundamentalmente limitado à intervenção médica e possui como elemento central, a doença. O desenvolvimento conceitual da Saúde Ocupacional, já no século XX, incorporou um novo conceito com a avaliação e controle dos riscos ambientais e atuação multiprofissional¹⁰¹. As bases conceituais da Saúde do Trabalhador surge na Itália e América Latina na década de 70 como alternativa metodológica na abordagem da relação saúde/trabalho¹⁰².

A área de Saúde do Trabalhador é um campo do conhecimento da Saúde Pública que busca definir as relações entre trabalho e saúde tendo a concepção marxista do processo de trabalho elemento essencial de sua constituição, assim como o trabalhador, não como objeto, e sim, como ator fundamental deste processo. Conforme destaca Laurell¹⁰² “A conformação concreta do processo de trabalho é um dos elementos-chave para a compreensão para os determinantes da saúde do trabalhador, já que permite desentranhar de que forma se constitui o nexó biopsíquico dessa coletividade”. Também ao estudar esta questão Lacaz¹⁰³ relata o significado da categoria processo de trabalho como o cerne da abordagem em saúde do trabalhador:

O protagonismo dos trabalhadores organizados, o envolvimento da rede de saúde pública nas ações à saúde – assistência e vigilância que apreende as relações trabalho-saúde pública, mediante a categoria processo de trabalho, constituem o cerne da abordagem em Saúde do trabalhador, envolvendo corações e mentes resgatando o social para embasar saberes e práticas em saúde.

Na inserção das relações sociais e técnicas se expressa o conflito de interesses entre o trabalho e o capital, que, além de ter sua origem na propriedade dos meios de produção e na apropriação do valor-produto realizado, consuma-se historicamente através de formas diversas de controle sobre o próprio processo de produção. Esse controle exercido no interior das



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

unidades produtivas, por meio de velhos e novos padrões de gestão da força de trabalho, quais sejam, taylorismo, fordismo e neotaylorismo, pós-fordismo, toyotismo, redonda na constituição de coletivos diferenciados de trabalhadores e de uma multiplicidade de agravos potenciais à saúde. Desvendar a dinâmica dessas situações implica um desenho permanente de aproximação-teorização, capaz de ampliar a interpretação de um dado quadro, aparente e imutável, que condiciona ou determina a formulação de alternativas tecnológicas-organizacionais, cujas repercussões não se restringem aos centros de trabalho¹⁰⁴.

As concepções que circundaram o arcabouço metodológico da vigilância em saúde do trabalhador, e que norteiam o presente estudo, foram influenciadas pela medicina social latino- americana e pela experiência italiana em sua reforma sanitária.

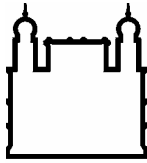
A contribuição da medicina social latino-americana enfatizava algumas características e princípios norteadores. Cabe ressaltar suas concepções de pensamento: a determinação social da saúde, a relativização de métodos quantitativos na análise da associação entre causa e efeito, a integração de diferentes disciplinas em torno da discussão saúde, o desenvolvimento das práticas de gestões participativas e a compreensão da dinâmica entre sujeitos individual e coletivo¹⁰⁵.

Buscando inspiração em propostas já formuladas e experimentadas com sucesso, o patrimônio oferecido pelo Movimento Operário Italiano de luta pela saúde continua sendo uma das fontes destacadas¹⁰⁶.

A reforma sanitária italiana, em sua essência, lançou fundamentos básicos do conhecido Modelo Operário Italiano (MOI), cuja elaboração coube a grupos de operários e profissionais em Turim. Serviu de instrumento para investigação do próprio local de trabalho e sua conseqüente transformação, no final da década de 60. Essa metodologia também já foi utilizada por vários grupos latino-americanos, que apresentaram, como principal inovação, o reordenamento dos fatores de riscos, de tal forma que são coincidentes com a experiência operária direta na fábrica. O método é dividido em três grandes fases e possui quatro conceitos básicos que sustentam o próprio método¹⁰². Estes fundamentos foram interpretados à luz do neoprevencionismo do movimento sanitário brasileiro e incorporados nas experiências de desenvolvimento de ações de vigilância em saúde do trabalhador no sistema de saúde¹⁰⁵.

A metodologia MOI foi apresentada por Laurel e Mariano, juntamente com análise crítica de outras três propostas metodológicas, em um estudo do processo de trabalho e saúde¹⁰².

É importante destacar que todas as fases da metodologia de investigação do MOI são validadas consensualmente, a fim de refletir uma experiência coletiva; enquanto método, e a mesma não invalida qualquer metodologia utilizada por especialistas da medicina do trabalho, da ergonomia, da segurança do trabalho e outras especialidades¹⁰². Esta metodologia não será aplicada de forma integral, mas sua concepção e princípios nortearão o presente estudo. O quadro 8 destaca os conceitos que sustentam o método e as três fases de investigação:



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

Quatros conceitos que sustentam o método:

- *Grupo Homogêneo*, ou seja, grupos de operários que compartilham as mesmas condições de trabalho;
- A *experiência* ou a *subjetividade* operária através da investigação dos fatores de riscos;
- A *não-delegação*, ou seja, seus sujeitos são os operários que ali trabalham – não são especialistas;
- *Observação espontânea* e posterior *validação consensual*.

Primeira fase da investigação:

Os elementos do ambiente são divididos em quatro grupos:

- Fatores que definem o ambiente fora e dentro das fabricas tais como temperatura, iluminação ruído, umidade, ventilação;
- Fatores de riscos característicos de fábrica, tais como substâncias químicas;
- Fatores que causam fadiga derivada do esforço físico;
 - Outros fatores que causam fadiga, como os ritmos de trabalho, a monotonia, os movimentos repetitivos, as posições incômodas, a tensão nervosa e a responsabilidade inadequada.

Segunda fase da investigação:

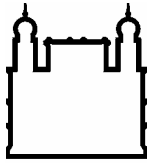
- Análise quantitativa dos fatos revelados na pesquisa coletiva;
- Análise das identificações dos fatores de riscos diferenciados por locais de trabalho e também o momento das ocorrências;
- Apresentação, através de uma representação gráfica, o processo de trabalho, com seus respectivos fatores de riscos e danos para a saúde – mapas de riscos.

Terceira fase da investigação:

- Construção de uma plataforma de reivindicação.

ferramentas teóricas, metodológicas e conceituais para a compreensão do mundo contemporâneo. Nessa busca, algumas barreiras que separavam distintas ciências são transpostas, pois o avanço do conhecimento tende a organizar-se em torno de temas-problemas. Para o tratamento desses temas convergem conceitos ou termos que, ampliados, buscam responder às novas necessidades interdisciplinares¹⁰⁷. Para melhor fundamentar este estudo, foi utilizado também outros referenciais teóricos que aprofundaram e complementaram o debate acerca da produção do conhecimento entre o trabalho e suas relações com a saúde.

Nas sociedades capitalistas, vem-se buscando aumentar ao máximo a capacidade de produção, seja pela implementação de novas tecnologias, seja pelo domínio, cada vez mais estreito, do trabalhador sobre sua função. As formas, antigas ou modernas, da organização e divisão do trabalho manifestam-se como *Exigências*, impondo esse mesmo processo aos trabalhadores, tais como, o trabalho dinâmico ou estático; a rotação dos turnos; o trabalho



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



noturno; a monotonia; a repetitividade das tarefas; o aumento do período da jornada de trabalho; a intensidade do ritmo; os mecanismos de supervisão dos trabalhadores; o controle do processo; o conteúdo das tarefas; os incentivos para a produção; a complexidade e periculosidade das tarefas; entre outras mais observações. Tais *Exigências* são, portanto efeitos ou conseqüências do processo de trabalho¹⁶.

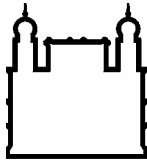
A relação de trabalho hoje possui características distintas daquelas existentes no passado. Entre elas, sobressai a de que o emprego está cada vez mais concentrado. Quando Marx propôs a metáfora da porosidade para ilustrar o conceito de intensidade, quando as revoluções industriais da Inglaterra e Estados Unidos estavam em curso, convergir toda a sua análise para a produção e o trabalho *Material*. Para as sociedades pré-industriais tal perspectiva se aplicava, sobretudo, pelo fato de se cuidar também da sobrevivência. Naquela época, tanto quanto hoje, o trabalho *Material* repercutia sobre o trabalhador como um todo: seus músculos, seu cérebro, seus nervos, suas emoções, suas relações sociais. Tanto no trabalho material, físico, quanto no *Imaterial*, o trabalhador faz uso de outras faculdades, além da sua capacidade física. Usa a inteligência, a capacidade de concepção, de criação, de análise, de lógica. Emprega os componentes de afetividade, ao relacionar-se com as pessoas, sejam seus colegas de trabalho ou dirigentes das empresas ou dos serviços estatais. Utiliza as experiências adquiridas anteriormente no trabalho, a sua habilidade individual, herdada de gerações ou aprendida via processo educativo¹⁴.

Toda definição de trabalho resulta da reflexão intelectual ou do envolvimento afetivo do trabalhador. Não do exercício da força física, ainda que exerça um trabalho dito pesado. Em qualquer atividade, podemos identificar a participação da inteligência, da cultura adquirida, da socialização herdada e das relações construídas pelo trabalhador. O trabalho ocupa a pessoa como um todo e todos os aspectos de sua personalidade são envolvidos até certa medida no ato de trabalhar¹⁴.

Há elementos de organização do trabalho, também de natureza imaterial, que Noriega traduz de maneira específica ao agrupar as *exigências*. O mesmo o faz em função: do tempo de trabalho, da quantidade e intensidade do trabalho; da vigilância do trabalho, no sentido de supervisão; do tipo de atividade e em função da qualidade do trabalho¹⁶.

5.3.3 A Saúde do Trabalhador no Brasil

No Brasil, a emergência da saúde do trabalhador, pode ser identificada no início dos anos 80, no contexto da transição democrática, em sintonia com o que ocorre no mundo ocidental¹⁰¹. Na década de 60, iniciou-se a formação das bases universitárias do movimento sanitário. Já em 1975, a defesa das teses de Sérgio Arouca, intitulada *O Dilema*



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

*Prevencionista*¹⁰⁸ e de Cecília Donnangelo - *Medicina e Sociedade*¹⁰⁹, contribuíram para a edificação de uma teoria social da saúde no Brasil.

O cenário em que se desenvolveu o Movimento Sanitário Brasileiro (MSB) caracterizava-se pelo crescimento dos movimentos sociais. Este movimento, composto de membros da sociedade civil, atuou setorialmente no Sistema Nacional de Saúde – configurado pela hegemonia dos interesses mercantis do Sistema de Previdência Social existente. Destaca-se no cenário das articulações do MSB a fundação do Centro Brasileiro de Estudos de Saúde (CEBES), que materializou e difundiu o pensamento médico-social ao apontar a saúde como componente do processo histórico-social¹¹⁰.

Houve uma profunda revisão nos marcos conceituais do setor de saúde, com ideologias do movimento sanitarista, contribuindo, assim, para a formulação da política adotada durante a I Conferência Nacional de Saúde do Trabalhador (CNST), em dezembro de 1986, como desdobramento da VIII CNS. Essa nova compreensão, em sua singularidade, surge num contexto conjuntural caracterizado pela confluência de movimentos sociais e políticos. Dali, emergiram novos projetos de sociedade e novas estratégias de ação que influenciavam e eram influenciadas pela produção intelectual¹⁰⁴

A constituição Federal de 1988 incorporou as questões de Saúde do Trabalhador, ao enunciar o conceito ampliado de saúde, incluindo entre seus determinantes – as condições de alimentação, habitação, educação, renda, meio ambiente, trabalho, emprego – e também ao atribuir ao SUS (Sistema Único de Saúde) a responsabilidade de coordenar as ações no país. Essa atribuição foi regulamentada em 1990, pela lei 8.080 - Lei Orgânica da Saúde (LOS) - que definiu os princípios e a formatação do SUS, consolidando-se, assim, no plano legal e institucional, o campo da Saúde do Trabalhador¹¹¹. Com a promulgação da LOS o conceito de Saúde do Trabalhador foi ampliado e trouxe consigo um caráter interventor¹¹².

O artigo 6º desta lei confere à direção nacional do SUS a responsabilidade de coordenar a política de saúde do trabalhador, também definida, em seu parágrafo 3º Saúde do Trabalhador, como “um conjunto de atividades que se destina, através da ação de vigilância epidemiológica e vigilância sanitária, à promoção e proteção da saúde dos trabalhadores, assim como visa à recuperação e reabilitação dos trabalhadores submetidos aos riscos e agravos advindos das condições de trabalho”.

A partir da Constituição Federal e a LOS, outros instrumentos foram necessários para desenvolvimento das ações, no setor da saúde, com relação à Saúde do Trabalhador. Dentre eles, destacam-se: a Portaria do Ministério da Saúde de nº 3120, que dispõe sobre procedimentos básicos para a vigilância em saúde do trabalhador¹¹³; a Portaria nº 3908, que estabelece procedimentos para orientar e instrumentalizar as ações e serviços de saúde do trabalhador no SUS¹¹⁴; Portaria nº 1679, que dispõe sobre a estruturação da rede nacional de atenção integral à saúde do trabalhador no SUS e dá outras providências¹¹⁵ e a Portaria nº 777/GM que dispõe sobre os procedimentos técnicos para a notificação dos agravos à saúde do trabalhador em rede de serviços¹¹⁶.

5.4 MATERIAIS E MÉTODOS

5.4.1 Descrição da área de estudo

O estudo foi realizado na Usina de Processamento de Biodiesel Quixadá (UPBQ), localizada no Município de Quixadá no Estado do Ceará, Brasil.

5.4.2 População de estudo

A população alvo do estudo foram os 96 trabalhadores que compõem a força de trabalho da UPBQ, exceto os relacionados nos critérios de exclusão. Entende-se por população alvo, o grupo de indivíduos para o qual se deseja fazer as inferências estatísticas relacionadas com o objeto de estudo¹¹⁸.

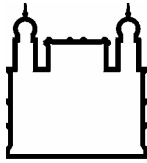
5.4.3 Critérios de Seleção:

A – Inclusão:

A população de estudo foi composta pelos trabalhadores da UPBQ, que concordaram em participar da pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

B – Exclusão:

Trabalhadoras gestantes no ano de 2008 até a data da pesquisa, visto que, no período de gestação, a mulher apresenta alguns sintomas similares àqueles apresentados por indivíduos intoxicados por metanol. Este critério objetivou afastar o viés de confusão que ocorre



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

quando o efeito de uma variável estranha se confunde com os efeitos da exposição ou da variável de interesse¹¹⁷. Havia duas trabalhadoras grávidas na usina.

Gerentes, coordenadores e trabalhadores do Setor de Segurança, Meio Ambiente e Saúde (SMS), que conheciam previamente os objetivos e metodologia aplicada no estudo. Esse critério objetivou afastar o viés de seleção, que ocorre quando o resultado do estudo é alterado devido ao processo de seleção dos indivíduos participantes¹¹⁸.

Trabalhadores de férias ou afastados por motivos de saúde, totalizando quatro trabalhadores.

5.4.4 Instrumentos de Coleta de Dados

A visita técnica aconteceu em outubro de 2009 e teve duração de duas semanas. Nesse período, foram entrevistados e responderam ao questionário quarenta e dois trabalhadores, o que corresponde a 79,2 % da população elegível.

O procedimento para a coleta de dados foi a observação do processo produtivo e da organização do trabalho, entrevistas, aplicação do questionário e análise dos documentos disponibilizados pela empresa.

A - Reconhecimento do Processo e organização do trabalho

O reconhecimento de todas as etapas do processo se fez através de observação direta e de diálogos com o preposto designado pela empresa, um técnico de segurança do trabalho, realizados no período de 06 a 16 de outubro de 2009.

Durante a observação, foram reconhecidos todos os equipamentos de operação e processo unitários, fluxos de entrada e saída das matérias primas, insumos e biodiesel. Inicialmente, sem abordagem aos trabalhadores, foi possível o entendimento da organização com o processo de trabalho das principais atividades.

Após o reconhecimento geral da unidade de processamento, foram identificados todos os postos de trabalho, com o auxílio de uma lista disponibilizada pela empresa, que continha nome, cargo, e-mail, ramal, matrícula e dia do aniversário de cada trabalhador. Desta forma, elaborou-se

uma agenda para acompanhamento de nossas atividades nos postos de trabalho e no campo, visto que mais de 50% dos trabalhadores da usina laboram em turnos e escalas diferenciadas.

B – Entrevistas

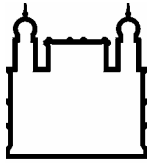
As entrevistas, com perguntas abertas, visaram valorizar o discurso dos entrevistados e traçar um perfil da percepção sobre a exposição ao agente químico metanol entre os trabalhadores, bem como a organização do trabalho dos diferenciados cargos e funções. As respostas às entrevistas foram individualizadas e estruturadas, a fim de que todos os entrevistados recebessem as mesmas instruções, com perguntas idênticas, formuladas na mesma ordem e em condições semelhantes, de forma a coletar informações padronizadas.

O roteiro de entrevista, cujo modelo se encontra no anexo I, foi construído de forma a abordar as principais atividades, acidentes de trabalho envolvendo substâncias químicas no período de 2008 a 2009, situações de riscos inerentes à atividade e principais exigências no trabalho.

C – Questionário

O questionário foi desenvolvido a partir três referências: estudo experimental envolvendo efeitos pré-narcóticos e neurastênicos em exposição a solventes¹¹⁹ protocolo de pesquisa nº 36 da WHO¹²⁰, relacionado a efeitos crônicos a solventes orgânicos no SNC e estudo experimental de exposição ao metanol em humanos em câmara de exposição¹²¹. Apresentado após a entrevista, foi constituído pelos blocos a seguir.

- Dados gerais do trabalhador (questões de 1.1 a 1.7): neste bloco, buscou-se identificar o trabalhador com perguntas gerais tais como idade, sexo, formação e tempo na função;
- Dados de exposição: as perguntas 2.1 e 2.2 objetivaram reconhecer exposições ao metanol em atividades anteriores ao ingresso na



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA

ENSP

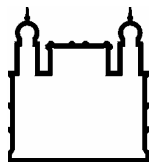
- empresa. As questões de 2.3 a 2.5 foram específicas para conhecer a percepção dos trabalhadores sobre a presença do metanol pela via inalatória e as fontes de exposição durante o processo produtivo. Já as questões de 2.6 a 2.8 objetivaram identificar outros riscos de exposição;
- História patológica progressiva (questões de 3.1 a 3.10): neste bloco, o objetivo foi identificar sinais, sintomas ou doenças já diagnosticadas por profissionais habilitados, a fim de auxiliar nas análises de situação de saúde da população em estudo e evitar conclusões com relação à exposição ao metanol;
 - Estilo de vida (questões 4.1. a 4.3.3): este bloco foi subsidiado com questões relacionadas ao consumo de tabaco e bebida alcoólica, uma vez que possuem frações de metanol em sua composição e à utilização de medicamentos;
 - Sinais e sintomas atuais (questões 5.1.1 a 5.6.3): os trabalhadores responderam a perguntas referentes à percepção de sinais e sintomas recentes, similares aos da exposição crônica ao agente químico metanol.

O questionário proposto encontra-se no anexo II e foi pré-avaliado em dois operadores de uma refinaria de petróleo - dois engenheiros e uma assistente social que não faziam parte da população em estudo - a fim de verificar a clareza, tempo, objetividade e coerência das respostas.

D – Análise de documentos

A empresa disponibilizou para consulta o PPRA, PCMSO e o fluxograma do Processo. Outras informações foram obtidas nos quadros de aviso em áreas de circulação dos trabalhadores.

O documento base do PPRA analisado foi assinado em 1º de dezembro de 2008, versão 0.0, com um total de 92 páginas. O cronograma de planejamento anual, apresentado nas páginas 82 a 88, previa revisão em novembro de 2009. O objeto de análise das informações, apresentadas no PPRA da empresa, se restringiu à discussão dos resultados das avaliações



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



qualitativas e/ou quantitativas dos agentes químicos levantados pela empresa nas fases de antecipação, reconhecimento, avaliação dos riscos ambientais preconizadas pela NR 9.

Outro documento utilizado como fonte de análise foi o resultado laboratorial de avaliação quantitativa de agentes químicos no ar, inclusive do metanol. A análise possibilitou a verificação do levantamento dos agentes químicos, já reconhecidos e identificados pela empresa, com respectivos postos de trabalho e medidas de controle sugeridas.

O PCMSO analisado, também de 1º de dezembro de 2008, versão 0.0, com um total de 56 páginas e permitiu-nos reconhecer as ações de vigilância à saúde mediante o reconhecimento dos riscos ambientais, tal como os agentes químicos e sua integração com o PPRA.

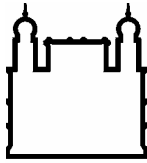
5.5 ANÁLISE DE DADOS

A análise descritiva dos dados, coletados através do questionário, foi estruturada nos aplicativos Excel®, versão 97 e Statistical Package for Social Sciences (SPSS) – versão 17,0.

5.6 ANÁLISE ÉTICA

Esta pesquisa seguiu as Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisas Envolvendo Seres Humanos, Resolução nº 196/96 e 251 /97 do Conselho Nacional de Saúde, e foi aprovada pelo Comitê de Ética da Escola Nacional de Saúde Pública (CEP), através do parecer substanciado – projeto 148/2009.

Todos os trabalhadores respondentes eram voluntários, foram previamente informados sobre os objetivos da pesquisa e assinaram o TCLE. Considerando-se a eventualidade de identificação de algum sujeito à exposição diante da empresa e também do possível ônus da relação com o empregador. A pesquisadora, durante a aproximação individual, deixou evidenciado que os dados coletados possuíam caráter científico e serviriam



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

para uma dissertação de mestrado, garantindo a todos absoluto anonimato, sigilo e a possibilidade de desistirem, a qualquer momento, da pesquisa. Uma cópia do parecer do CEP e modelo do TCLE está disponível, respectivamente, nos anexos III e IV.

As entrevistas e aplicação do questionário duraram cerca de 40 minutos com cada trabalhador. Todas as anotações e transcrições foram feitas pela pesquisadora nos postos de trabalho, quando havia privacidade, ou nos locais indicados pela empresa, tais como a sala de operadores, o escritório da oficina mecânica e do laboratório de controle de qualidade.

O roteiro de entrevista, os questionários preenchidos e o TCLE assinados encontram-se sob a guarda da pesquisadora, em local seguro, e ali permanecerão por cinco anos, quando serão destruídos.

Após a assinatura do TCLE, foi solicitado aos participantes do estudo que escolhessem um número com quatro dígitos, para cada qual identificar os instrumentos de coleta de dados – roteiro de entrevista e questionário. Uma cópia do TCLE foi entregue a cada trabalhador, com a identificação destes quatro dígitos, e assinada pela pesquisadora. O referido código foi destacado entre parênteses, nas transcrições de algumas falas dos trabalhadores, a fim de lhes permitir o auto-reconhecimento da sua contribuição, depois de concluída e publicada a essa pesquisa.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou, sobre aquilo que todo mundo vê”¹²².

6.1 CARACTERÍSTICAS DA REGIÃO DA USINA DE BIODIESEL QUIXADÁ

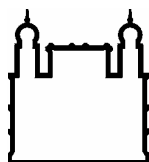
A UPBQ localiza-se no Município de Quixadá, região conhecida como "Sertão Central" do Estado do Ceará, distando 167 km da capital Fortaleza. A região faz parte do chamado "semi-árido" nordestino, caracterizado por solos que se encharcam na chuva e ressecam facilmente nos períodos de estiagem. Possui lençóis de águas superficiais geralmente salinizados, vegetação típica de caatinga, clima tropical quente com grandes variações pluviométricas e elevados índices de evaporação durante todo o ano¹²².

O município, com área total de 2.059 km², abriga uma população estimada, segundo censo do Instituto Brasileiro de Geociência e Estatística (IBGE), em 2009, de 80.447 habitantes, e densidade populacional de 37,5 habitantes por quilômetro quadrado.

A avicultura, juntamente com o comércio, constitui o principal setor da economia quixadaense. O comércio emprega cerca de 60% da população ocupada. Pequenas indústrias como as de calçados e tecelagem, participam da economia¹²³.

6.2 CARACTERÍSTICAS DA UNIDADE DE PROCESSAMENTO DE BIODIESEL DE QUIXADÁ

A UPBQ é uma das quarenta e nove indústrias autorizadas a comercializar biodiesel no país, possui rota metálica e integra o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB). O objetivo desse programa é implementar a produção e uso do biodiesel de forma sustentável, com foco no desenvolvimento regional, via geração de emprego e renda além de promover a inclusão social²⁸.



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

A usina foi inaugurada em agosto de 2008 e, durante a fase de construção, labutavam mais de um mil e duzentos trabalhadores no seu canteiro de obras. Suas instalações cobrem uma área de 45.100 m², delimitadas por duas grandes áreas do pátio industrial, denominadas “On Site” e “Off Site”.

As seções de pré-tratamento e transesterificação são unidades, respectivamente, responsáveis pelo refino do óleo e processamento do biodiesel, compondo assim, a unidade “On Site”. As outras seções, consideradas acessórias ao processo, compõem a unidade “Off Site”.

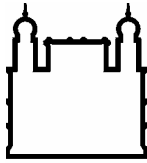
A unidade “Off Site” é dividida em:

- Laboratório de controle de qualidade;
- Sala de controle;
- Oficina mecânica;
- Prédio administrativo, refeitório, vestiários e portaria;
- Baias de estacionamento de caminhões-tanques para descarregamento de matéria-prima e insumos e carregamento de biodiesel, glicerina e resíduos sólidos;
- Tanques de armazenamento de matérias primas, insumos, produto final, co-produtos e resíduos;
- Reservatório de água de processo e estação de tratamento de água;
- Estação de tratamento de efluentes industriais;
- Sistema de combate a incêndio;
- Balança destinada a pesagem dos caminhões-tanques;
- Estacionamento de veículos;
- Reserva ambiental de 13.590 m².

6.3 DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE TRABALHO

Há quatro elementos constitutivos do processo de trabalho: objetos de trabalho; meios de trabalho; as atividades dos trabalhadores, ou seja, o trabalho em si, e, por último a forma de organização e divisão do trabalho. Esta última, de certo modo, expressa o resultado dos outros elementos do processo. Na organização do trabalho, determinam-se as suas características e a maneira como este pode ser transformado. As características da organização é que determinam duração da jornada, ritmo da produção, os mecanismos de supervisões, controle do processo, conteúdo das tarefas, os incentivos para maior produção, complexidade e periculosidade das tarefas entre outros¹⁶.

A descrição do processo de trabalho apresentada é insuficiente para abarcar toda a realidade observada. Optou-se por iniciar a descrição deste processo de trabalho, seguindo o



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

mesmo roteiro percorrido pelas matérias primas e insumos na usina. Em virtude disso, tornou-se necessário apresentar não só as principais atividades dos trabalhadores que participam diretamente no processo industrial, como ainda atividades consideradas administrativas, referentes à produção do biodiesel.

Nos setores a seguir, os trabalhadores participantes da pesquisa tiveram suas principais atividades acompanhadas e descritas.

- A. Portaria;
- B. Recepção;
- C. Protocolo;
- D. Carregamento & Descarregamento;
- E. Operação & Manutenção – Sala de controle e Seções de processamento e refino do biodiesel;
- F. Oficina Mecânica - Manutenção;
- G. Laboratório;
- H. Administração.

A. Portaria

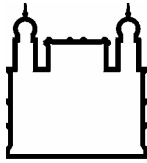
O processo se inicia com a recepção das matérias primas pelos vigilantes da usina. A jornada de trabalho dos 12 vigilantes é cumprida em dois turnos, numa escala de 12 horas por 36. Neste grupo, um único vigilante cumpre a jornada de trabalho em horário administrativo.

O fluxo de caminhões no estacionamento da Usina é intenso, devendo os motoristas passar pela portaria, recepção e protocolo. Paralelamente, os caminhões contendo metanol, óleos vegetais, gorduras animais, ácido clorídrico, metilato e hidróxido de sódio são inspecionados pela vigilância patrimonial da UPBQ.

As inspeções se fazem por uma lista de itens que incluem exame do estado de conservação do veículo, características do carregamento, carteira de habilitação, condições dos uniformes e equipamento de proteção individual (EPI) dos motoristas. O modelo da lista de verificação encontra-se no anexo V.

Os vigilantes apresentam também o *briefing*² de segurança, em sala específica, com informações de segurança contidas no plano de emergência, áreas de circulação restrita e obrigatoriedade do uso de EPI a todos os motoristas e visitantes. Além da apresentação do *briefing* de segurança, cabe aos vigilantes ainda a entrega de EPI aos visitantes.

² Briefing é um termo em inglês que significa repassar.



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

Na cabine de vigilância, encontra-se a central de controle do circuito fechado de TV. Ali, são monitorados, através de trinta e duas câmaras, os ambientes internos e externos da usina.

Todos os vigilantes portam arma de fogo, utilizam uniformes, coturno e coletes a prova de balas, pesando, no total, pouco mais de três quilogramas. O peso dos coletes, a monotonia nas horas de vigília e o sono no turno da noite são as principais exigências a vencer, na atividade de vigilante.

B. Recepção

O processo de liberação da entrada ou saída de mercadorias na usina obedece a um sistema diferenciado. Quando os motoristas chegam para descarregar suprimentos e abastecer o processo ou, carregar biodiesel, glicerina e borra, primeiro aguardam a liberação na recepção. Se a usina estiver no período de almoço, a recepcionista libera a entrada para o refeitório. São recolhidas as notas fiscais e a lista de verificação do caminhão, anotados os dados respectivos e, depois encaminhadas ao setor de protocolo.

A recepcionista também autoriza a entrada de visitantes, recebe correspondências, realiza o controle do período de validade do *briefing* de segurança, armazena informações em planilhas no computador, além de atender e transferir ligações telefônicas.

A recepção funciona em horário administrativo e possui um único posto de trabalho.

C. Protocolo

O setor de Protocolo é responsável pela conferência das notas fiscais de todas as mercadorias que chegam à usina, como também pela emissão das notas fiscais de biodiesel, glicerina e borra. Após esta conferência, o motorista recebe um equipamento conhecido como TAG. Este dispositivo aciona a balança para a pesagem do caminhão, e, ao mesmo instante, as informações de peso, data e hora chegam a um terminal de computador na sala de protocolo.

Os caminhões-tanques empregados no descarregamento contendo metanol, ou outros insumos são pesados na entrada. No entanto, aqueles utilizados no carregamento de biodiesel, glicerina e borra, além de serem pesados, recebem lacres numerados, que devem ser empregados para selar as bocas de visitas. O volume e numeração dos lacres são inseridos nas notas fiscais emitidas.

Este setor também é responsável pelo recolhimento semanal dos uniformes de todos os trabalhadores do setor de Operação & Manutenção para a lavagem. Controla também o estoque de EPI do almoxarifado, os horários dos transportes dos ônibus, vans e automóveis de atendimento à usina. Cabe-lhe ainda, o controle e distribuição da correspondência.

Na figura 4, encontra-se o fluxo da chegada de matérias primas e insumos desde a portaria até o setor de Carregamento & Descarregamento.

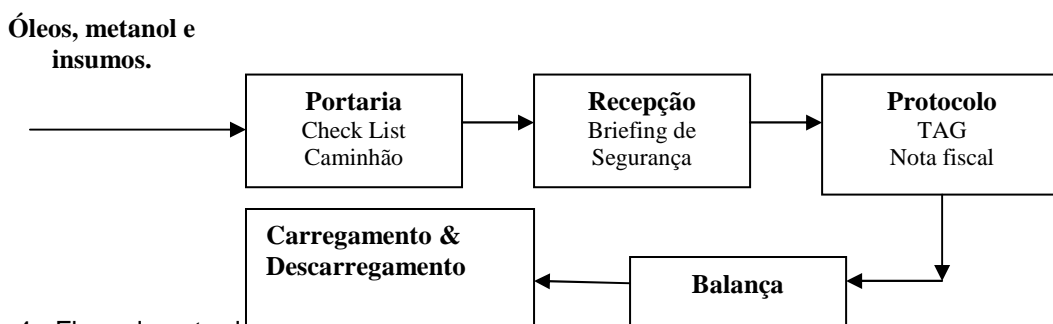


Figura 4 - Fluxo de entrada de matéria-prima
Fonte: Fluxograma UPBQ, 2009

D. Carregamento & Descarregamento

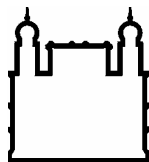
Após entrarem, os caminhões dirigem-se ao setor de Carregamento & Descarregamento. Esta área possui quatro baias, com plataformas suspensas, de quatro metros de altura, aproximadamente. Destinam-se duas delas, ao carregamento de biodiesel, glicerina e borra, enquanto a outra, ao descarregamento dos óleos vegetais e sebo bovino. A última é destinada ao descarregamento de metanol, metilato e hidróxido de sódio.

Os cinco trabalhadores deste setor laboram em horário administrativo e se organizam em rodízio, nas operações de descarregamento, carregamento e inspeção de qualidade. Um desses trabalhadores executa atividades na baia de descarregamento enquanto dois se ocupam do carregamento. Ao mesmo tempo, estes dois realizam, respectivamente, as atividades sobre o caminhão e no painel de controle de abastecimento, localizado sobre uma das plataformas. A troca destas atividades é diária, porém, em caso de necessidade, os três trabalhadores se auxiliam e se revezam durante a jornada de trabalho. Já os dois inspetores de qualidade, se revezam entre tarefas administrativas, em posto de trabalho fora deste setor, e acompanhamento do carregamento de biodiesel e glicerina.

D.1 - Atividades de descarregamento

O motorista estaciona o caminhão e é orientado a afastar-se durante o acoplamento do mangote. Após essa operação, trabalhador solicita o alinhamento do tanque à sala de controle por rádio, ou seja, a abertura das válvulas para enchimento dos tanques de armazenamento com metanol, metilato ou hidróxido de sódio.

A exposição ao metanol ocorre durante o acoplamento e desacoplamento do mangote no caminhão, e drenagem da válvula da linha de metanol uma vez por semana. O descarregamento leva aproximadamente 3 horas. São seguidos procedimentos específicos de



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



segurança, pois a área é classificada como explosiva. Existe todo um rigor com relação às normas de segurança.

Em geral, os trabalhadores reconhecem os danos que a soda e o metilato podem ocasionar à pele. No entanto reconhecem o metanol somente como altamente inflamável.

“O cheiro do metanol é quase nada, ele chega geladinho, ele só é explosivo. O metilato e o ácido são os mais perigosos, a gente fez um teste com um balde de plástico e outro de alumínio e derreteu tudo”. (2245)³

Para o descarregamento de metanol, metilato de sódio e soda, os trabalhadores necessitam utilizar EPI específicos. São utilizados respiradores com filtro químico, luvas de cano longo e vestimenta descartável de corpo inteiro, feita de um material que impede a passagem de substâncias químicas para a pele, conhecido como “tyvek”.

Nas baias de descarregamento de óleos de soja, algodão ou sebo de origem animal, é necessário verificar, antes do alinhamento dos tanques, se a gordura está na forma bruta ou refinada. O sebo chega à usina em caminhões térmicos com tempo aproximado de descarregamento de seis horas. Precisa de injeção vapor para torná-lo fluido e o seu descarregamento demanda muita atenção e vigilância. O trabalhador compreende a complexidade desta operação, quando diz:

“O mais trabalhoso aqui é retirar sebo, é um serviço danado de difícil. Precisamos montar as conexões, o sebo tem que derreter todo, senão entope tudo”. (1320)

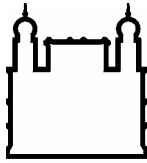
O ácido clorídrico, óleo combustível BPF (Baixo Ponto de Fluidez) para as caldeiras e nitrogênio não chegam ao setor de Carregamento & Descarregamento. São conduzidos diretamente para os respectivos vasos, com acompanhamento dos técnicos de operação.

D.2 – Atividades de carregamento biodiesel e glicerina e, inspeção de qualidade

A operação de carregamento de biodiesel dura, aproximadamente, 40 minutos. São carregados, em média, de oito a dez caminhões por dia. O caminhão-tanque estaciona na área delimitada por uma faixa amarela no piso. O motorista desliga o motor e inicia o procedimento de aterramento dos tanques.

Um trabalhador sobe no caminhão para abrir as bocas de visita. Somente após sua descida, um dos inspetores de qualidade pode subir para fazer a inspeção visual do interior do tanque que receberá o biodiesel. Nesta operação, não é permitida a permanência de dois trabalhadores sobre o caminhão. Após a inspeção, o responsável volta para cima do caminhão e dá início ao carregamento. Na plataforma suspensa, outro trabalhador auxilia no

³ O número entre parênteses corresponde a identificação escolhida pelos trabalhadores.



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

direcionamento do bico de abastecimento para a boca do tanque. Ainda sobre a plataforma, esse trabalhador digita, em um painel eletrônico, o volume a ser carregado e solicita o alinhamento das bombas dos tanques à sala de controle por rádio. Com o tanque abastecido, outro empregado munido de um termômetro afere a temperatura de abastecimento e coleta amostra suficiente para encher dois recipientes de dois litros cada. Em seguida, as amostras são encaminhadas para o laboratório de controle de qualidade. O trabalhador, que se encontra na plataforma, anota horário, volume, número do tanque liberado para o carregamento e densidade de saída do líquido. Estas informações são repassadas aos inspetores de qualidade.

Após o carregamento, as bocas de visitas são devidamente fechadas com lacres numerados. Enquanto a nota fiscal está sendo emitida, o motorista confere o fechamento dos lacres. O caminhão é liberado mediante conferência dos dados da nota fiscal feita pelo inspetor.

Os dois trabalhadores responsáveis pela inspeção dos caminhões ora acompanham os carregamentos, ora realizam atividades administrativas de geração de dados, para serem encaminhados ao escritório que controla as vendas do produto acabado. Duas vezes por dia, em horário determinado, estas informações são enviadas por e-mail em planilhas do Excel.

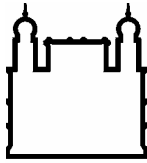
Os principais riscos inerentes à atividade de carregamento são a exposição de vapores de biodiesel e risco de queda do caminhão. Estas atividades também requerem esforço físico ao subir no caminhão várias vezes ao dia, abrir as tampas de visita e direcionar o canhão do braço do bico de biodiesel nos tanques dos caminhões. Em virtude deste acréscimo de atividade física, ocorre o aumento na troca de oxigênio pelo indivíduo, possibilitando a inalação de maiores quantidades de vapores de biodiesel para o organismo. Um trabalhador, a propósito da proibição de circularem os chamados caminhões bi-trens no Estado do Ceará, nos declarou que obter redução de carga de trabalho é uma questão de sorte:

“Há carros com cinco bocas, mas quando o carro é bi-trem é mais trabalho no carregamento, são nove bocas e o carro precisa ser deslocado do lugar duas vezes. Precisamos subir e descer quatro vezes, agora a sorte é que está proibido este tipo de caminhão”. (1320)

Os trabalhadores utilizam cinto de segurança tipo pára-quadras, luvas de látex, óculos e calçado de segurança e capacete nesta operação.

E - Operação & Manutenção:

Os vinte e dois operadores da planta industrial trabalham em regime de rodízio, em três turnos, organizados da seguinte forma: dois dias de 7h às 15h, dois dias de 15h às 23h, dois dias de 23h às 7h. Depois podem folgar três ou quatro dias seguidos. Já a equipe de manutenção, constituída de cinco trabalhadores, segue horário administrativo.



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



Durante o período de coleta de dados para a pesquisa, foi instituída uma nova função, na usina, a de supervisor da operação de controle de processo. Esta nova figura de liderança, segundo relatos dos trabalhadores do setor, trouxe certo alívio para a equipe, no que se refere à responsabilidade das decisões finais. Ouvimos também comentários decorrentes sobre a forma de escolha para este cargo. Fixamos até um relato de um trabalhador:

“Eu tive sorte com o supervisor do meu turno, pois meu grupo já era bem unido, mas tem gente de que odiou o supervisor escolhido”.

Os supervisores, além de acumularem a função de operador, repassam instruções operacionais e fazem a distribuição de escala e férias. Também acompanham os avanços de níveis nas carreiras e o programa de gestão de desempenho pessoal, e ainda coordenam a passagem de turno.

Durante a reunião de troca de turno, os operadores informam os parâmetros das variáveis de controle de processo, anomalias observadas, execução de algumas tarefas inacabada que necessitem de autorização ou posterior baixa na Permissão de Trabalho (PT). A PT é um procedimento administrativo utilizado pela empresa para a liberação de trabalhos em área de risco.

Todas as solicitações de intervenção no processo ou execução de serviços sejam “On Site” ou “Off Site”, são de responsabilidade da operação. Os planejamentos para o dia seguinte são realizados no turno de 15h às 23h.

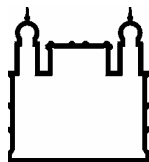
E.1 - Sala de Controle

As atividades na sala de controle consistem em acompanhar, através do console, variáveis do processo tais como temperatura, pressão, nível, vazão em dez monitores de vídeo. Os operadores geralmente se organizam de modo a permanecerem sempre dois na sala de controle, enquanto três realizam rotinas de campo. Obedecem a um revezamento, porém, segundo, depoimento colhido, nem todos estão habilitados a operar o console. O domínio do trabalho de campo é um pré-requisito para iniciar a prática na sala de controle. Todos os operadores portam rádio e recebem instrução operacional diretamente da sala de controle e, quando necessário, intervêm manualmente na planta.

As atividades, na sala de controle, exigem concentração e senso de responsabilidade, pois que, não raro, necessitam tomar decisões rápidas e efetivas. Este nível de exigência se mantém, sobretudo pelas falas atentas de um operador:

“O que mais me exige é a atenção de acompanhar as telas. Isso me cansa, pois precisa muita atenção. Em procedimento de partida, a gente coleta muito mais amostras, isso me cansa também”.

A sala de controle também é responsável pela abertura das válvulas dos tanques de armazenamento, acompanha os resultados de análises laboratoriais como densidade, teor de



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

metanol, acidez, etc. A eles, ainda cabe solicitar as manutenções preventivas e corretivas, quando necessárias.

Segundo Noriega¹⁶ a “organização do trabalho desempenha um papel muito importante na determinação das características físicas e mentais do trabalho”. A rotina de atividades do setor de operação possui estas características.

E.2 – Pré-tratamento

Na seção de pré-tratamento, os operadores desempenham principalmente a coleta de amostras de óleo, monitoramento dos silos de alimentação de terra diatomácea e sílica, controle da geração de resíduos e limpeza dos filtros, monitoramento visual dos equipamentos controladores da vazão, temperatura, pressão e nível.

E.2.1 - Movimentação de Carga na seção de pré-tratamento

A terra diatomácea e sílica, empregada no processo para a correção do pH do óleo, chega ao terceiro pavimento da seção de pré-tratamento com o auxílio de um caminhão munk. Os sacos de terra são içados em um tablado de madeira conhecido como palet, enquanto os tambores de sílica, por cintas.

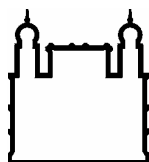
Quando o carregamento chega ao terceiro piso, dois ou três trabalhadores realizam a movimentação das sacas ou tambores e abastecem os filtros. Nesta operação a equipe de apoio operacional, o operador de guindal e operadores estão expostos à poeira de sílica e diatomácea. A respeito desta exposição, um trabalhador nos declarou:

“A pré é a área mais suja da unidade, lá tem muito pó, muita vala de óleo, e é uma catinga o cheiro de óleo”. (1221)

Os trabalhadores utilizam respirador semi-facial sem manutenção para poeira, óculos e calçado de segurança, protetor auricular e capacete. Entretanto, ainda assim, a poeira é um agente químico que traz incômodos evidentes, como acentua um trabalhador:

“O risco da minha atividade é o calor do vapor e a poeira solta que sobe lá na pré. Eu sinto até um pigarro na garganta e olha que eu nunca fumei”. (5683)

A equipe de apoio operacional é constituída de cinco trabalhadores, que são responsáveis pela retirada das dezessete placas do filtro para a limpeza e conservação. Levam-se as placas a um ponto que possam ser içadas pelo munk. Das exigências físicas para esta tarefa, comentou um operador:



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



“Antigamente, a gente retirava as placas para a limpeza dos filtros. É um trabalho difícil. As placas são muito pesadas. Agora, a gente não faz mais essa atividade. O problema não foi resolvido, só mudou de dono. É o pessoal do apoio operacional que sofre agora. Precisamos encontrar uma maneira de melhorar essa atividade. É um trabalho danado”. (1221)

O levantamento de peso é um componente que contribui para o desgaste físico da equipe de apoio operacional. Além do levantamento das placas dos filtros, na unidade de pré-tratamento, os trabalhadores também são responsáveis pela coleta de todos os tambores contendo resíduos de biodiesel e glicerina do setor de Carregamento & Descarregamento, rejeitos químicos do Laboratório e recolhimento das fuligens oriundo das caldeiras.

Um dos acidentes de trabalho, sem afastamento, relatados pelos trabalhadores aconteceu com um membro da equipe de apoio operacional em 2008. Este acidente provocou queimadura de segundo grau no trabalhador e pode ser evidenciado pela fala de um trabalhador:

“Teve um acidente no pré-tratamento. A lança de vapor estava direcionada para a perna do trabalhador, a roupa dele era para trabalhar em escritório, ele teve queimadura de segundo grau”. (0409)

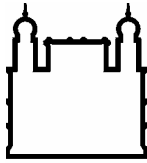
É importante destacar que, após o acidente, a vestimenta dos trabalhadores foi padronizada, acrescentando-se até o calçado de segurança para as atividades administrativas.

E.3 - Transesterificação

Na seção de transesterificação, as atividades rotineiras são o monitoramento visual dos níveis dos vasos decantadores, verificação da temperatura da bomba de vácuo, monitoramento de pressão e vazão dos reatores, controle manual de acidez e coleta de amostras de metanol, biodiesel e glicerina.

O maior número de pontos de coleta de amostras foi observado nesta seção e, quando o processo segue o ritmo normal, a coleta é feita de 4 em 4 horas. Se a usina estiver em início de partida de produção, o intervalo entre as coletas diminui para 2 horas. No quadro 8 pode ser visualizada a lista com os locais dos pontos de coletas de amostra.

Códigos	Pontos de Coleta
B20	Saída da bomba do absorvedor de óleo
A1B	Saída da fase leve do vaso decantador
A1G	Saída da bomba do vaso decantador
SR2	Saída do reator de biodiesel



A2B	Saída da fase leve do vaso decantador
A2G	Saída da bomba de alimentação do decantador
A3	Saída da bomba de alimentação da stripper de biodiesel
A4	Saída do lado quente do sub-resfriador de produto biodiesel
A5	Saída do filtro de biodiesel produto
A6	Saída do lado quente do resfriador de metanol seco
SP22	Saída do lado quente do trocador de calor da stripper de glicerina neutralizada
A7	Saída do lado quente do resfriador de metanol seco
B37	Saída da bomba do absorvedor de água

Quadro 8 - Localização dos pontos de amostragem na seção de transesterificação
Fonte: Laboratório UPBQ, 2009

Essa rotina de controle de parâmetros do processo só é concluída com o recebimento do resultado das análises laboratoriais. A figura 5 mostra um diagrama de blocos da seção de transesterificação, indicando os treze pontos de coleta de amostras, com respectivos códigos de identificação. Essas identificações ficam disponíveis em um quadro na sala de controle e laboratório, como também em etiquetas fixadas nos equipamentos. Esta linguagem padronizada evidencia o modo pelo qual os trabalhadores se organizam e executam suas tarefas.

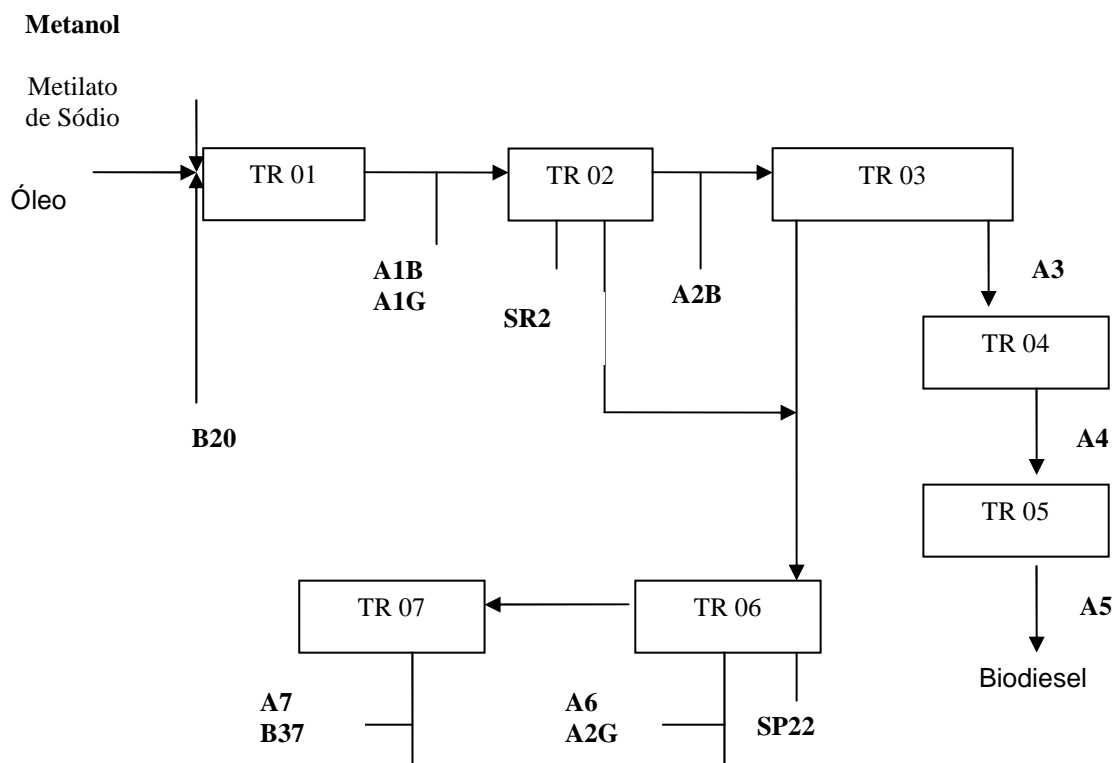


Figura 5 - Diagrama de blocos da seção de Transesterificação
Fonte: Sala de Controle UPBQ, 2009

Na transesterificação os operadores possuem como fontes de exposição o ácido clorídrico durante as operações de descarregamento. Sobre esta exposição, um trabalhador relata as dificuldades:

“No descarregamento de ácido sai muito vapor e se tiver chovendo temos que parar tudo”.
(2245)

Nessa operação, os trabalhadores utilizam respiradores semi-facias com filtro químico e vestimenta de tivek. Naquela oportunidade, houve relatos sobre a incompatibilidade entre a especificação do projeto e o aço usado na tubulação de ácido clorídrico. Até que se detectasse a raiz do problema, houve vários vazamentos. Alguns reparos foram realizados, o que não conseguiu impedir o rompimento da tubulação, ocasionando parada da unidade. Um trabalhador pontuou a ocorrência deste acidente, dizendo:

“O acidente na linha de ácido foi grande, ficaram quatro dias vazando, formou uma nuvem”.
(5432)

Outro comentário de trabalhadores sobre a linha de ácido diz respeito à dificuldade de controlar manualmente a acidez, um deles declarou textualmente:

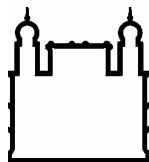
“O controle de nível e pH não existe, é manual, e isso é um absurdo”. (1221)

A exposição ao catalisador metilato de sódio pode ocorrer eventualmente, quando o produto chega à usina em horário noturno. Os operadores descarregam a carga na baía do setor de Carregamento & Descarregamento, utilizando vestimenta de “tivek”, respirador com filtro químico, óculos, calçados de segurança e luvas de borracha.

E.3.1 - Filtragem e lavagem do biodiesel

As principais atividades desta seção são a coleta de amostras do metanol retificado e biodiesel, e o monitoramento de parâmetros de controle de processo.

A maioria das dificuldades sinalizadas pelos trabalhadores na seção de filtragem relaciona-se aos tipos de leitores e bombas. O comentário de um trabalhador pode evidenciar tais dificuldades:



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



“O que me irrita é que quando compramos essa planta, diziam que era automática ,e na realidade, não é. Estamos utilizando bombas inadequadas, a gente é obrigado a by passar alguns procedimentos como, por exemplo, encher um tanque, a XV para nível alto estava by passada – é uma improvisação. Temos um controlador de nível que não dá pra ver o nível. Temos três decantadores que lê interface e nunca funcionou”. (0409)

Outras fontes de exposição são o calor e frações de vapores de metanol contidos no biodiesel, durante as atividades manutenção das linhas. Os trabalhadores mais expostos são da equipe de apoio operacional e manutenção. Os mesmos utilizam respiradores semifaciais, óculos e calçado de segurança, luvas de látex e capacete.

E.3.2 - Pré-tratamento da glicerina

Na seção de pré-tratamento de glicerina, faz-se rotineiramente coleta da amostra, monitoramento e manutenção das linhas. As equipes de apoio operacional e manutenção são expostas a vapores de metanol contido na glicerina, quando executam atividades de limpeza do filtro, manutenção das linhas e fazer a limpeza dos recheios. Os trabalhares utilizam respiradores semifaciais, óculos, calçados de segurança, capacete e luvas de látex durante a execução dessas atividades.

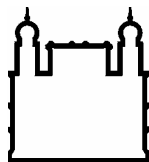
E.3.3 - Recuperação do Metanol

Nesta fase do processo, são coletadas amostras de metanol. Nesta fase e em todas as outras coletas, utilizam-se pequenos recipientes com septo de borracha no bocal, objetivando diminuir ao máximo a exposição ao metanol.

Os trabalhadores da equipe de manutenção e apoio operacional também se expõem aos vapores de metanol durante a troca de filtros no vaso de metanol. Outra fonte que leva à exposição ao metanol é a decorrente de uma falha latente do processo, como o confirmam os trabalhadores, nas manifestações feitas:

“Tem um vazamento de metanol, tem um ponto que é crônico, inclusive o detector acusa, mas não é feito nada. Quando a planta está operando, qualquer um que passe por ali (o empregado apontou) sente o cheiro de metanol”. (1221)

“Sinto cheiro de metanol, quando eu passo pela trans. Tem muito serviço que não fazemos, aí outro pessoal da operação faz. Acho que a parte de combate a incêndio não está funcionando e isso é um risco, pois o metanol é altamente inflamável”. (1510).



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

“Sinto cheiro de metanol durante o alinhamento da linha, que é sempre manual. Quando a gente passa pelo permutador, há sempre um vazamento. Na minha atividade tem também o risco ergonômico, calor, explosão e ruído”. (3112).

Um trabalhador, que não é exposto de forma habitual ao metanol, comenta sobre as queixas entre os trabalhadores da operação:

“Todo mês os operadores reclamam de dor de cabeça, depois da drenagem na linha de metanol. Outro problema é a linha de ácido, que ainda está sem controle. Precisamos correr atrás para aprender a operar essa planta, os americanos estavam aqui nos ensinando. A gente fica correndo contra o tempo para aprender tudo e ajudar a resolver os problemas da planta”. (3773)

E.4 - Estocagem

Na seção de Estocagem, os operadores acessam, através de uma escada, os tanques de aproximadamente seis metros de altura, a fim de colher amostras de óleo e biodiesel para posterior análise laboratorial. Esta tarefa ocupa três trabalhadores, um ajudante para abrir a tampa do tanque e dois operadores para a coleta das amostras. A tampa só é aberta após a retirada de dez parafusos, com o auxílio de uma chave de boca. Sobre as dificuldades enfrentadas no acesso à área de tancagem, os trabalhadores pontuaram:

“Tento passar por baixo da tubulação lá na tancagem e sempre bato com o capacete, outro risco é a queda”. (2073)

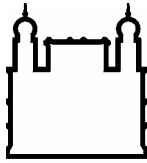
Além do risco de queda, existem outras exigências físicas para os trabalhadores, relacionadas à postura e força, e pode ser corroborada com a seguinte fala:

“Corremos o risco de lesão muscular, pois temos que pular as tubulações lá na tancagem. As válvulas ficam muito emperradas, faço muita força. Já recebi uma pancada que ficou até roxo”. (1221)

Outro relato importante foi a dificuldade de acesso aos tanques, principalmente nos dias chuvosos, pois o solo é argiloso.

“O acesso das bombas não é nada fácil. É terrível chegar à instrumentação, que fica lá na tancagem. Você já passou por lá?” (1510)

E.5 Estação de tratamento de água e caldeiras



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

A Estação de Tratamento de Água (ETA) é operada por um único trabalhador, cujas principais atividades são monitorar o tratamento da água que sai dos poços artesianos, acompanhar a chegada dos caminhões pipas para abastecimento da cisterna, realizar e monitorar testes para o tratamento da água, fazer relatório de consumo de água e encaminhar resultados dos testes de água para a sala de controle.

No processo, a água é usada para resfriamento, e só pode ser liberada, após apresentação de relatórios de controle de qualidade. A água é tratada com solução de salmoura, para correção do pH, e mistura de antiincrustante. O trabalhador prepara a solução de salmoura e despeja o antiincrustante em tambores de 200 litros. Em seguida, realiza testes com quite de pH específico para água. Nesta operação, utiliza luvas de látex, respirador semi-facial sem manutenção, óculos, calçados de segurança e capacete.

Nas caldeiras os operadores verificam possíveis vazamentos nos instrumentos e bombas, níveis de óleo diesel, aspectos da chama. Monitoram a geração de fuligens, realizam a limpeza dos bicos e fazem testes nas válvulas de alívio, conhecidas como PSV (válvula de pressão de segurança). Coletam ainda amostras de condensados de água de caldeira para testes de pH e condutividade.

Durante a visita, constatamos a ausência de profissional devidamente treinado para operar a caldeira. O treinamento é específico e obrigatório. A operação só é possível, segundo relato de trabalhadores, com trabalhadores mais antigos e de maior experiência.

E.6 - Atividades administrativas do setor de Operação & Manutenção

O único engenheiro de processamento existente exerce sua função em horário administrativo. Tem, como principais atividades, revisão de projetos para ampliação de capacidade, alterações de projeto, analisar problemas da planta tais como biodiesel fora de especificação, eficiência e variação de insumos, elaboração dos balanço de massa e energia da usina; repasse de instruções de operação e processo unitário para a sala de controle assim como na participação da elaboração de procedimentos.

A auxiliar administrativa trabalha diretamente com o gerente de Operação & Manutenção e suas principais atividades consistem em acompanhar o volume total do estoque de todos os insumos e matérias primas do processo, bem como os volumes de saída de biodiesel, para o preenchimento do relatório mensal enviado à ANP, conferir o estoque contábil de setor de Manutenção e Laboratório, encaminhar para o setor de Recursos Humanos as solicitações de férias, solicitar agendamento de hotéis e passagens aéreas, monitorar o número de horas extras, receber todas as notas fiscais de compra solicitadas pelo setor de Operação & Manutenção, solicitar a contratação de treinamentos e fazer a inspeção da limpeza realizada pela equipe de apoio operacional nas seções de pré-tratamento, transesterificação e parque de caldeiras. Esta supervisão acontece após autorização da sala de controle.

F- Oficina Mecânica

O setor de manutenção possui uma equipe de cinco trabalhadores distribuídos nas áreas de elétrica, mecânica e instrumentação. A oficina mecânica ocupa um salão com bancada, escritório e almoxarifado, destinado à guarda de ferramentas, peças de reposição e equipamentos. De acordo com o relato de um funcionário, cerca de 70% das atividades de seu setor fora da oficina.

O serviço de manutenção corretiva e preventiva, segundo depoimentos de trabalhadores da equipe, não possuem um cronograma bem estruturado, uma vez que a usina funciona em tempo curto e dispõem de uma equipe muito pequena. Este fato pode ser corroborado pela fala do trabalhador:

“Dentro do possível, quando precisamos fazer uma manutenção corretiva, a gente aproveita e faz a preventiva. A gente sabe a importância das manutenções preventivas, mas aparece muito problema. Temos que fazer correções o tempo todo pra não dizer outra coisa. E o pior! Nós não somos valorizados. Tudo que a gente pede é negado. Se a gente pede uma ferramenta ou um curso para melhorar nosso trabalho, a resposta é sempre não. Até que fim que, pelo menos, foi comprado o troler que a gente já pediu nem sei quando.” (0619)

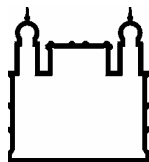
As manutenções preventivas nas duas caldeiras são realizadas por empresa especializada de acordo com o previsto na NR 13, que dispõe sobre Segurança em Caldeiras e Vasos de Pressão. No entanto, a limpeza e o desentupimento dos bicos da linha do óleo combustível são realizados pela equipe de manutenção e apoio operacional.

As manutenções só podem ser realizadas com autorização, por escrito, via PT dos operadores do turno. Caso a manutenção seja nas linhas de ácido clorídrico, metilato de sódio e metanol, além da PT, serão necessárias as Avaliações Preliminares de Risco (APR), com requisitos de segurança, para minimizar os riscos destas atividades. Um trabalhador apontou a importância da APR e comentou, sobre o uso de EPI:

“A gente bloqueia a linha de ácido, limpa as duas bombas e trocamos as válvulas, mas ainda fica ácido, o cheiro é forte. Sorte é que a máscara protege”. (5683)

Os trabalhadores também deixaram evidente a importância do cumprimento das normas de segurança, para garantia das instalações e das vidas humanas, como pode ser observado no seguinte depoimento:

“A gente tem a responsabilidade de não deixar as pessoas em risco quando comunicamos para a operação que o serviço foi terminado”. (5683)



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

A equipe de manutenção se expõe ao metanol durante a troca dos selos mecânicos dos agitadores assim como na limpeza dos bicos da torre de metanol.

F.1 – Elétrica

Na área de elétrica, a principal atividade consiste na liberação de qualquer equipamento com circuito elétrico que necessite de prévia desenergização - motores elétricos alternados, painéis de distribuição, geradores, circuitos elétricos dos sistemas instrumentados de segurança e baterias.

F.2 – Mecânica

A manutenção preventiva das bombas e válvulas compreende ajustes de parafusos, troca de óleo, limpeza dos filtros, manutenção nos compressores. Por outro lado, a manutenção corretiva inclui troca de eixos, rolamentos, selos mecânicos e retentores, desentupimento de linhas, engrenagens em bombas rotativas e também o destravamento de bombas a vácuo.

Para a movimentação das seis centrífugas da unidade são necessários quatro trabalhadores para conduzi-las até a posição de alcance do caminhão munk. As peças da centrífuga desmontadas têm peso unitário de até 70 Kg, sendo necessário que o caminhão munk repita a operação por três vezes para descer cada equipamento. A respeito da carga desse trabalho, as seguintes exigências são enumeradas por um trabalhador:

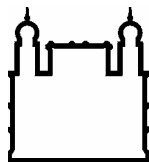
“O que mais me exige é o esforço mental e como trabalhamos com defeito a gente busca resolver, em segundo plano, o físico e, em terceiro, o estresse emocional com coisas que a gente não concorda. Mas precisamos fazer, pois somos profissionais!” (0619).

O serviço de manutenção das bombas a vácuo concentra-se no destravamento das mesmas por causa da umidade. Os parafusos ficam emperrados, exigindo limpeza com spray de bissulfeto de molibdênio. Já nos compressores de ar, troca-se o óleo do filtro e fazem-se ajustes na vedação.

Um trabalhador, referindo-se aos problemas de exposição a substâncias químicas e da constante rotina de mais trabalho, fala:

“O maior problema da manutenção são os vazamentos, pois o padrão de bomba é o mesmo. A mesma bomba que passa água, passa óleo e areia. Nem precisava de projetista. Precisava?” (5683)

F.3 – Instrumentação



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

A área de instrumentação é a que se mostra mais sensível nos procedimentos de manutenção, visto que depende de mão-de-obra especializada externa. Além da ausência de profissional habilitado para a tarefa, outro componente torna inviável a atividade ali - a falta de ferramentas e calibradores. Ainda assim a mão-de-obra local se responsabiliza pela manutenção nas 148 válvulas XV, bem como de todos os sistemas pneumáticos distribuídas na tancagem, pré-tratamento e transesterificação.

As válvulas, compostas por blocos pneumáticos, com um atuador e uma bobina solenóide, costumam apresentar problemas causados pela umidade, impedindo seu fechamento. Em consequência, ocorre o travamento da linha acionada. De acordo com os depoimentos, por se tratar de planta industrial relativamente nova, os trabalhadores, baseados na prática que possuem, encontram maneiras para resolver os defeitos à medida que aparecem. Logo, é consenso, que o saber do trabalhador adquirido na experiência de campo, é um componente importantíssimo para o bom desempenho do processo e organização do trabalho na usina.

Em sua fala, um trabalhador que ouvimos destaca com propriedade esta componente:

“Sabemos que, quando o óleo começa a ficar escuro, é porque tá na hora de trocar o rolamento. Já sabemos que, de 4 em 4 meses, precisamos fazer a troca”. (5683)

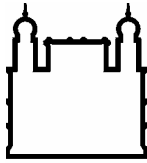
G - Laboratório de Análises Químicas e Controle de Qualidade

No quadro de trabalhadores do laboratório, há sete técnicos em química e dois auxiliares de laboratório. Os técnicos trabalham em regime de turno, como os operadores, a escala é: dois dias de 7h às 15h, dois dias de 15h às 23h, dois dias de 23h às 7h, e depois podem folgar três ou quatro dias seguidos. Já os auxiliares de laboratório, trabalham em regime de 12 horas por 36.

As paredes externas do laboratório são de alvenaria e, no interior, há divisórias em aglomerado e vidro. O laboratório é subdividido em salão principal, sala de análises, sala de lavagem, câmara de refrigeração, escritório, sala de recepção de amostras e depósito de reagentes e vidraria.

Como atividades principais, o Laboratório de Controle de Qualidade realiza os vinte e dois testes necessários à liberação do biodiesel para comercialização, como o exige a ANP, ainda analisa amostras de parâmetros de controle de processo, prepara soluções, analisa pureza da matéria prima e insumos e faz testes em condensados da água de caldeira.

Semanalmente, os profissionais do laboratório emitem um laudo para os três tanques de armazenamento de biodiesel. Esse laudo, individualizado para cada tanque, contém o resultado das análises de todos os parâmetros relativos às exigências comerciais para o biodiesel. A glicerina também é submetida a uma bateria de ensaios, com especificações



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



definidas para revenda. Ao final, pela análise da borra do processo, é verificada a eficiência da separação. Então, é vendida para indústrias de fertilizantes.

O laboratório está em fase de preparação de suas rotinas. O mesmo recebeu certificação em 15 de setembro de 2009, segundo a resolução ANP nº 31 de 21 de outubro de 2008, que dispõem sobre a padronização dos ensaios de controle de qualidade do biodiesel comercializado no Brasil¹²⁹. O quadro 10 mostra os tipos de ensaios ao qual o laboratório possui o cadastro para realizar ensaios de biodiesel.

Cadastro de ensaio de biodiesel nº 016	
	Sódio + potássio
Aspecto	Cálcio + magnésio
Massa específica a 20°C	Fósforo
Viscosidade cinemática a 40°C	Corrosividade ao cobre
Teor de água	Ponto de entupimento de filtro a frio
Contaminação total	Índice de acidez
Ponto de fulgor	Glicerol livre
Teor de éster	Glicerol total
Resíduo de carbono	Mono, di e triacilglicerol
Cinzas sulfatadas	Metanol ou etanol
Enxofre total	Estabilidade à oxidação a 110°C
Total : 22 ensaios	

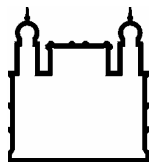
Quadro 9 - Cadastro de ensaio da Usina de Quixadá junto à ANP

Fonte: ANP, (2009).

G.1 – Salão principal

Neste salão, há duas bancadas e duas capelas, onde se prepara a maioria das soluções e ensaios.

Durante a preparação do padrão para a cromatografia, utiliza-se a substância piridina, que possui um odor característico e seus vapores ficam no ambiente por um período relativamente longo. A principal queixa dos trabalhadores do laboratório é a insuficiente exaustão. Durante a visita ao laboratório, constatamos que o cheiro permanece por mais de trinta minutos. Um trabalhador ressalta a preocupação de todos com a qualidade do ar, da seguinte maneira:



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



“Se eu abrir o frasco de piridina aqui na bancada, a piridina em pouco tempo faz com que o ambiente fique saturado” (1313).

Outro trabalhador demonstra também sua preocupação a respeito:

“Quando estamos fazendo análise de fósforo, cálcio e magnésio, o laboratório fica completamente terrível. Estamos preparando piridina com máscara” (0524).

Os técnicos em química manipulam em sua rotina de trabalho uma infinidade de produtos que será apresentado, dentre elas destaca-se: xileno utilizado como branco para fazer a curva de calibração, para a leitura por espectrometria de absorção atômica, e o heptano, na análise de contaminação total de biodiesel no cromatógrafo.

As soluções que encontramos já preparadas na bancada foram as de dicromato de potássio, iodeto de potássio e tiosulfato de sódio. Outras são preparadas na hora da análise, exigindo habilidade dos trabalhadores para a entrega do resultado.

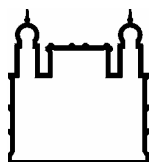
As duas capelas existentes no laboratório não são suficientes para atender às demandas de análises solicitadas pela produção como, por exemplo, os ensaios de cinza de borra e chama de biodiesel. Estes ensaios produzem muita fumaça e, mesmo sendo realizados nas capelas, deixam o ambiente saturado pela fumaça.

Apesar de não ter sido realizada avaliação do nível ruído no laboratório, quando as duas capelas estão ligadas ao mesmo tempo, o desconforto auditivo se faz presente. Os equipamentos de uso individual obrigatório no laboratório são óculos e calçado de segurança. Durante as análises específicas, os trabalhadores utilizam luvas de procedimento e respiradores sem manutenção em análises específicas.

G.2 – Sala de análises

Os espectrômetros localizam-se na sala de análises. A análise para verificação da umidade no metanol é realizada em um colorímetro chamado Cal Fisher. Com auxílio de uma seringa, cerca de 5 ml de metanol é retirada do recipiente de vidro com septo e introduzidos na solução do Cal Fisher. Esta tarefa leva 15 minutos e representa a principal fonte de exposição ao metanol. Segundo relatos de trabalhadores, avaliações de metanol no ar, com critérios previstos nas normas de higiene ocupacional, alcançaram resultado acima do valor esperado pelo avaliador. O mesmo avaliador informou que o laboratório especializado neste tipo de análise sugeriu a repetição da avaliação ambiental. O laudo das avaliações ambientais encontra-se no anexo VI, sem as informações que identifiquem as empresas envolvidas.

Os equipamentos cromatógrafos, plasma e absorção atômica possuem arranjo muito próximo um do outro, em local de difícil movimentação. Existe o risco intrínseco de operação destes equipamentos, pois os mesmos trabalham com temperaturas que variam de 380°C a



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



1200°C. Os trabalhadores percebem o risco desta proximidade e lamentam a falta de planejamento na concepção do projeto. É o que se pode perceber na declaração do trabalhador:

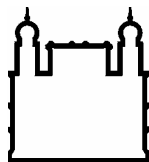
“O cromatógrafo está muito próximo da absorção. O H₂ está próximo da absorção e a casa de gás lá fora não possui iluminação a prova de explosão. A gente corre risco também de ser mordido por cobra, escorpião e aranhas o tempo todo. Dá medo ir lá fora no gás durante a noite. Já entraram duas cobras aqui no laboratório e já encontramos escorpião no meio de uns documentos” (0524).

Os resultados são comunicados à sala de controle, por rádio, a medida que as análises ficam prontas. O quadro 10 mostra as principais análises do controle de processo e o tempo médio que leva para sair cada resultado.

Pontos	Análises	Duração
B20	Acidez, teor de metanol e umidade.	15 min
A1B	Mono, di e triglicerídeos (conversão), glicerina livre e total	1h 30 min
A1G	Biodiesel na fase separada	1h 30 min
SR2	Mono, di e triglicerídeos (conversão), glicerina livre e total (separação)	1h 30 min
A2B	Mono, di e triglicerídeos (conversão), glicerina livre e total (separação)	1h 30min
A2G	Biodiesel na fase pesada (separação)	1h 30 min
A3	Glicerina total (separação, neutralização e lavagem)	1h
A4	Acidez (secagem)	20 min
	Umidade (secagem)	5 min
A5	Biodiesel final: acidez, aspecto visual, ponto de fulgor, sódio e umidade	3h 30min
SP22	Glicerina final (MONG)	1h 5min
A6	Glicerol e umidade (glicerina final)	1h 5min
A7	Umidade (metanol final)	15 min
B37	Teor de metanol	15 min

Quadro 10 - Rotina de análises solicitadas pela sala de controle, duração dos ensaios
Fonte: Laboratório UPBQ, 2009

Os trabalhadores também reconhecem o risco ergonômico como exigência física e psíquica nas atividades, tanto no salão principal quanto na sala de análises. O espaço restrito do laboratório impede a colocação de assentos, bancos para sentar, pelo menos no período



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

dos procedimentos de análise. Sobre a importância da utilização de EPI, e ainda à falta de bancos, para descanso, colhemos este depoimento:

“Se faltar luva eu não trabalho, mas nunca faltou. Se eu não tiver máscara para trabalhar com a piridina, eu também não trabalho. O que é mais puxado aqui é que passamos muito tempo de pé. É fundamental a harmonia, respeito e o entendimento das limitações de cada um”.
(1313)

Outro trabalhador descreve como a falta de bancos sobrecarrega os membros inferiores e, da mesma forma, a pressão dificulta, se não prejudica, a obtenção de resultados corretos:

“A gente fornece um serviço e a operação é nosso cliente, nós nos expomos a várias substâncias, inclusive derivados de benzeno. Aqui, as posturas de trabalho não foram bem dimensionadas, não temos estrutura para trabalhar em pé o tempo todo – isso cansa. A pressão da operação é grande. Eu já me acostumei, mas tenho amigos que não conseguem, eles sentem bem mais”. (1422).

Os dois trabalhadores que auxiliam os técnicos em química realizam a limpeza e conservação das bancadas e equipamentos.

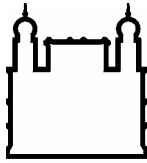
G.3 – Sala de Lavagem

A sala de lavagem de vidraria possui pia, bancada, três estufas e exaustão. As vidrarias são lavadas com álcool, água e sabão, álcool isopropílico, água destilada, sendo depois secas em estufa. A percepção dos riscos nesta atividade pode logo se manifestar na fala do trabalhador:

“A estufa quente é um risco pra mim. Se o objeto estiver molhado pode quebrar, uso máscara quando uso o xileno e estou lavando a vidraria. Eu uso EPI, aí, eu neutralizo o risco, mas o que mais me exige no trabalho é a atenção ao anotar as coisas direito e não misturar. Tenho também que limpar bem as agulhas contendo metanol, pois corro o risco de me furar mesmo de luva. Vamos lá pra eu te mostrar como eu limpo!” (0830)

Durante a atividade de lavagem, os auxiliares utilizam, além de óculos de segurança e luvas, respirador semi-facial com filtro químico.

Outra atividade dos auxiliares de laboratório é o recebimento de amostras de biodiesel. Enquanto houver carregamento de produto acabado, os auxiliares recebem no laboratório amostras de biodiesel retirado diretamente do caminhão que foi carregado. Anotam



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



em planilhas próprias os dados de identificação desta duplicata de amostra, chamada de contra prova e testemunha, que fica armazenada por dois meses na câmara de refrigeração a 7°C. Os auxiliares registram também a temperatura e umidade do laboratório, três vezes ao dia.

Os resíduos das análises são inteiramente descartados em tambores localizados na área externa, que dá acesso ao setor de Carregamento & Descarregamento. A equipe de apoio operacional, duas vezes por semana, recolhe os resíduos.

G.4 - Escritório, sala de recepção de amostras e depósito de reagentes e vidraria.

No escritório do laboratório, os laudos referentes aos tanques com biodiesel são emitidos para venda. Os técnicos realizam outras atividades administrativas, tais como pesquisa de preço de suprimentos, equipamentos e serviços para o laboratório; especificação técnica de equipamentos; envio de equipamentos ou instrumentos para calibração; digitação de resultados de todas as análises; e controle de estoque de substâncias de uso do laboratório.

Quando as baterias de ensaios terminam, os resultados são lançados no computador da sala de recepção de amostras, num software chamado Labware, que, por sua vez, possui interface com o software utilizado na sala de controle.

Há uma sala para armazenamento de reagentes e vidraria novos, mas por falta de espaço partes destes materiais são guardadas no depósito da oficina mecânica.

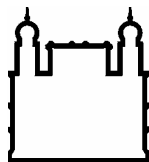
H - Atividades administrativas

Além das atividades diretamente relacionadas à operação, existem outras tarefas, tão importantes quanto à produção do biodiesel propriamente dita. Estas atividades foram relacionadas por setor e cargo, em virtude de envolverem reduzido número de trabalhadores. Os depoimentos destes trabalhadores foram destacados isoladamente para evitar a identificação dos mesmos.

H.1 - Recursos Humanos (RH) - Assistente Administrativo

O assistente administrativo responsável pelas rotinas de RH controla a frequência, horas extras, férias, cadastramento e supervisão do plano de assistência à saúde; organiza eventos na usina e estrutura ações do Programa de Responsabilidade Social; faz contato com fornecedores para a organização de eventos, agendamento de viagens, despacha a documentação e eventualmente assessora o gerente geral da usina.

H.2 - Contratação de Serviços - Assistente Administrativo



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



O assistente administrativo, responsável pelo processo de contratação, faz o levantamento da situação da cadastral das empresas, inicia e acompanha os processos de licitação ou outras compras pela modalidade convite, acompanha todos os contratos. Por fim, o pagamento dos respectivos contratos somente é liberado pelo gerente geral da usina após apresentação de seu relatório.

H.3 - Limpeza - Auxiliar Serviços Gerais

A limpeza de todas as áreas administrativas, incluindo a sala de controle, laboratório, auditório, três copas, portaria, recepção, ambulatório médico e oficina mecânica, fica sob a responsabilidade de quatro auxiliares de serviços gerais, que obedecem ao horário administrativo, e se organizam para executar as tarefas, em regime de rodízio.

A equipe de limpeza diariamente varre e passa pano úmido no chão, tira poeira dos móveis, retira lixo de todos os cestos, lava todos os sanitários e instalações do ambulatório médico. Durante três dias na semana, fazem limpeza diferenciada nos banheiros, nos outros dois, se revezam na limpeza interna e externa de todas as janelas e portas de vidros.

Os principais agentes químicos manipulados durante a limpeza são o sabão em pó, detergente, hipoclorito de sódio (água sanitária), óleo mineral, detergente multiuso, desinfetante, naftalina e ácido salicílico para a limpeza de vidros.

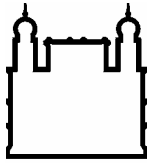
Durante a limpeza no laboratório, esses trabalhadores se expõem aos mesmos gases e vapores que os técnicos em química. Revelaram que, em certas ocasiões, o laboratório está tão “poluído”, que os técnicos sugerem se faça a limpeza em outro horário. Sobre a percepção que têm do risco químico, manifesta-se uma trabalhadora:

“Quando eu tô no laboratório tenho que ter toda a atenção. Eu acho lá muito sério tudo, tem todo tipo de química, tenho que entrar de máscara. Agora o que mais me cansa é ficar olhando para cima, limpando os vidros pelo lado de fora”. (0607)

Durante a visita ao almoxarifado do setor de Limpeza Geral, verificou-se que os respiradores sem manutenções disponibilizadas às trabalhadoras da limpeza geral são do tipo PFF1 (Peça Facial Filtrante 1). Este tipo de EPI possui especificação técnica para tarefas que envolvam poeiras e particulados, não sendo compatíveis para a proteção individual necessária para gases e vapores, existentes no laboratório.

H.4 - Supervisão de Limpeza - Supervisor de Serviços Gerais

A supervisora de serviços gerais coordena as tarefas desempenhadas pelas equipes de limpeza e conservação, que consistem na distribuição do material de limpeza, assim como a



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



inspeção da limpeza nas dependências do prédio da administração, sala de controle, oficina mecânica, laboratório, portaria, recepção, protocolo e auditório.

A supervisão na equipe de conservação inclui a verificação do cumprimento dos serviços de capinação, pintura de faixa para pedestre, colocação de placas de sinalização, conservação de jardim e limpeza de filtro de ar-condicionado.

A supervisora também realiza atividades de limpeza, e também serviços de café e abastecem as garrafas térmicas para a recepção, administração, oficina mecânica e sala de controle.

Em dois horários específicos, 10h e 15h, essa supervisora também se encarrega de receber o malote do setor de protocolo, agrupar correspondências chegadas à usina, separar as que devem ser despachadas e protocoladas em livro próprio e entregues ao setor específico. Uma vez por mês, distribui os contracheques de todos os trabalhadores da usina.

Além de documentos, a supervisora controla também o estoque de materiais no almoxarifado, entrega os EPI e fiscaliza a tabela de as horas-extras das duas equipes sob sua supervisão.

H.5 - Fiscalização de contrato - Auxiliar Administrativo

A fiscal de contrato verifica o desempenho dos serviços solicitados e firmados, em cláusulas contratuais. A partir daí, um relatório, chamado medição de contrato, é gerado, para acompanhamento da qualidade e quantidade dos serviços prestados por fornecedores.

Os principais contratos supervisionados são de abastecimento de água, gás, prestadores de serviços de transporte de ônibus e vans, hotéis destinados aos visitantes ou motoristas que não conseguiram abastecer o caminhão de biodiesel.

Esta profissional também supervisiona o contrato das refeições e lanches no refeitório.

Há um acordo contratual entre a usina e seus prestadores de serviços e clientes sobre a disponibilização de refeições aos motoristas que necessitam carregar ou descarregar mercadorias, assim como providências quanto a refeições e hospedagem, no caso da fila de abastecimento de caminhões ultrapassarem o horário administrativo.

A seguir foram listados alguns depoimentos dos trabalhadores da gerência administrativa. As principais queixas dos trabalhadores deste setor são de ordem ergonômica, fisiológica e cognitiva, e podem ser corroboradas pelas seguintes falas:

“Eu precisava de um radiophone e apoios de punho, digito o dia inteiro. O SMS dá mais importância aos riscos da produção e esquecem os riscos administrativos”. (2244)

“Fico muito tempo digitando e não é uma ergonomia boa, não tenho apoio de pé e de punho”. (1107)

“O que mais me exige no trabalho é o emocional. Na hora de chamar a atenção, descontam em mim na organização do trabalho e também é difícil lidar com as pessoas. A gente precisa ter jeitinho pra falar”. (2004)

“O que mais me exige no trabalho é o emocional, pois tem horas que eu preciso me impor na sala cheia de homens. Na minha atividade o principal risco é o ergonômico e tenho tido muitas dores no pescoço. O ruído também me gera muita tensão. Lembro de um acidente que o funcionário queimou a perna”. (1952)

“Apesar da minha atividade ser administrativa eu carrego caixas pesadas. Meu psicológico anda abalado, pois tenho que dar conta do meu trabalho nem que eu tenha que ficar até 23h. Lembro de um acidente com carregamento de óleo e uma barra de ferro, mas não houve vítimas” (1905)

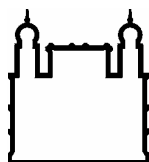
“Tem coisas que não são passadas pra gente e depois somos cobrados, já até me disseram que eu estava despreparado para a função de uma forma arrogante, eu não discuto ne! Isso dói! Me perguntaram o que eu estava fazendo ali. Aí eu voltei a fazer minha rotina e recebi até um elogio. Eu já escorreguei, pois não estava sinalizado, não aconteceu nada, mas foi feita a ocorrência do acidente. Já presenciei vazamento de metilato e comuniquei diretamente ao pessoal da operação. Eles ligaram a bomba e não tinha alinhamento e eu sabia que a válvula não estava aberta e pelo barulho estranho, que nunca tinha ouvido, passei um rádio ligeiro para o controle”. (1544)

Sobre a exposição ao metanol um trabalhador disse:

“Quando a gente abre a porta da sala de controle, dá pra sentir um cheiro. Pra mim era cheiro de álcool. Depois que me disseram que é desse tal de metanol”.

6.4 IDENTIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS FONTES DE EXPOSIÇÃO AO METANOL

As principais fontes de exposição ao metanol no processo de fabricação do biodiesel foram relacionadas na tabela 1 por setor e atividades. Foi relacionada também uma estimativa de trabalhadores expostos, incluindo os respectivos cargos ou funções. É importante destacar que o trabalhador, que realiza a inspeção nos caminhões, são expostos de maneira eventual, na chegada desses veículos com sinais de transbordamento à usina.



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



Tabela 1 - Identificação das fontes de exposição ao metanol e estimativa de trabalhadores expostos

Setor	Fontes de exposição	Cargo ou função	Nº trabalhadores Expostos
Portaria	Inspeção caminhão metanol	Vigilante	01
Carregamento & Descarregamento	Conectar e desconectar mangote no caminhão carga de metanol*	Auxiliar de Serviços Gerais	03
Operação & Manutenção	Coleta de amostra de metanol na torre de metanol	Técnico de Operação	17
		Supervisor	05
	Troca de selos mecânicos na torre de metanol, pá e permutador**	Técnico em Manutenção	02
	Limpeza bicos na torre de metanol**	Técnico em Manutenção	03
		Auxiliar de Serviços Gerais (Equipe de Apoio Operacional)	06
	Troca do filtro beg na torre de metanol**	Técnico em Manutenção	03
		Auxiliar de Serviços Gerais (Equipe de Apoio Operacional)	06
Laboratório	Análise de teor e umidade do metanol no laboratório	Técnico em Química	07
	Lavagem seringas com resíduos de metanol	Auxiliar de Serviços Gerais (auxiliar de laboratório)	02

* Os supervisores e operadores realizam esta atividade eventualmente, quando o carregamento de metanol chega à usina fora do horário administrativo.

**Os supervisores e operadores acompanham as operações de manutenção na torre de metanol.

As situações em que o odor de metanol foi reconhecido, corresponderam a 61,9% dos trabalhadores que participaram do estudo, sendo importante frisar que poderiam responder a mais de uma situação. A tabela 2 mostra a distribuição do número de trabalhadores, que se referiram ao fato de sentir o cheiro de metanol em determinadas operações.

Tabela 2 - Distribuição do número de trabalhadores que referiram sentir o cheiro de metanol em operação específica

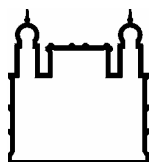
Situação ou área	Trabalhadores que referiram sentir o cheiro de metanol
	n= 42
Análise laboratorial	3
Descarregamento de metanol	9
Drenagem bomba de metanol	2
Inspeção de caminhão	1
Troca de peças (pá e permutador)	3
Vazamento	7

Nesta tabela observa-se que o maior número de locais ou postos de trabalho que os trabalhadores percebem o cheiro de metanol se inscreve na atividade de descarregamento do metanol. Outra fonte importante de exposição é atribuída à vazamentos. Onde não há procedimentos específicos para o uso de EPI.

Estudos revelam que o limiar de percepção do odor de metanol depende da pureza deste produto. As concentrações entre 10 e 20 ppm já podem ser perceptíveis em seres humanos¹²⁴.

Estudo científico de exposição ocupacional ao metanol, em jornada de trabalho de 8h na atividade de abastecimento de veículos, demonstrou que a concentração deste álcool no ar foi menor que 10 ppm na zona respiratória do trabalhador. Por outro lado, na atividade de troca de refil do filtro de combustível, os níveis de concentração foram de 50 ppm com tempo de exposição de apenas dois minutos¹²⁵.

6.5 ANÁLISE DESCRITIVA DA POPULAÇÃO



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

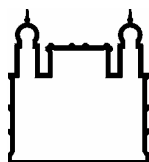
A UPBQ possui um total de 96 trabalhadores com vínculo empregatício regido pela Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT). No organograma da empresa há uma gerência geral e, subordinadas a esta, estão às gerências administrativa, operacional e coordenação SMS.

A gerência administrativa é composta por trinta e seis trabalhadores, subdivididos nos setores de: Vigilância e Recepção, Protocolo, Refeitório, Recursos Humanos, Compras, Fiscalização de Contratos, Suprimentos, Infra-estrutura, Limpeza e Transporte.

A gerência operacional é composta por cinquenta trabalhadores, subdivididos nos setores de Carregamento & Descarregamento, Laboratório de Controle de Qualidade e, Operação & Manutenção. Já a coordenação de SMS, possui um total de dez trabalhadores. O quadro 11 mostra a distribuição do número de trabalhadores por gerência e cargo.

Apesar de não fazer parte do organograma da empresa, a Comissão de Investigação de Prevenção de Acidentes (CIPA), é composta de quatro membros e foi instituída por exigências legais e protocolada no Ministério do Trabalho em abril de 2009. Esse arranjo normativo é considerado, por alguns autores, uma tentativa de garantir o controle social e a participação do trabalhador na definição de suas condições e processos de trabalho^{126,127}.

Gerência/ Coordenação	Cargo	Número de trabalhadores
Administração	Gerente Geral	01
	Gerente Setorial de Administração	01
	Administrador Jr.	01
	Assistente Administrativo	03
	Auxiliar Administrativo	03
	Auxiliar de Cozinha	02
	Auxiliar de Serviços Gerais – Limpeza	03
	Chefe de Cozinha	01
	Motorista	06
	Secretária	01
	Supervisor/Alimentação	02
	Supervisor/Serviços Gerais	01
	Supervisor/Vigilância	04
	Vigilante	07
SMS	Coordenador SMS	01
	Enfermeiro	03
	Médico	01
	Motorista Socorrista	03



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

	Técnico em Meio Ambiente	01
	Técnico Segurança Trabalho	01
Operação & Manutenção	Gerente Setorial O&M	01
	Auxiliar de Serviços Gerais – Apoio operacional	06
	Auxiliar de Serviços Gerais – Carregamento&Descarregamento	03
	Auxiliar de Serviços Gerais – Laboratório	02
	Engenheiro de Processamento	01
	Inspetor Jr.	02
	Operador de Guindal	01
	Secretária	01
	Supervisor de Operação	05
	Técnico de Manutenção	06
	Técnico de Operação	17
	Técnico Químico do Petróleo	07
Total		96

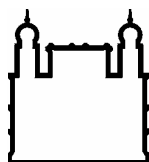
Quadro 11 - Distribuição do número de trabalhadores da Gerência Administrativa, segundo o cargo, outubro/2009

Fonte: Planilha disponibilizada pela Coordenação de SMS outubro, (2009).

É importante ressaltar que o cenário encontrado, durante as duas semanas que ocorreu a coleta de dados, foi atípico. A usina estava iniciando uma operação com nova matéria prima – o óleo de algodão. Até então, o óleo de soja era utilizado na fabricação do biodiesel. A amostra foi restrita a 79,16 % da população elegível devido às circunstâncias operacionais e, mesmo assim, 74,8% da população de estudo estavam subordinados à gerência operacional. A tabela 3 mostra a distribuição da população de estudo por setor.

Em consequência deste fato diferenciado e não rotineiro, os trabalhadores da sala de controle, do laboratório e da manutenção estavam em um ritmo de trabalho maior que o habitual. Trabalhadores de outros turnos dos referidos setores foram convocados nos dois primeiros turnos, a fim de auxiliar na bateria de testes que estavam sendo realizados adequações no processo e novos parâmetros de controle para o óleo de algodão.

Muitas dificuldades foram constatadas neste início da produção de biodiesel com o óleo de algodão, pois o mesmo já havia sido testado no mês anterior e, segundo relato dos trabalhadores, o biodiesel produzido não estava nas especificações adequadas para venda. Desta forma, havia muita expectativa, entre os trabalhadores, para esta nova tentativa.



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



Tabela 3 - Distribuição da população de estudo por setor de trabalho

Posto de trabalho	Frequência	Percentual (%)
Administração, recepção, protocolo	6	14,3
Carregamento e Descarregamento	5	11,9
Laboratório Controle de Qualidade	6	14,3
Operação & Manutenção	19	45,2
Portaria – Vigilância	4	9,5
Transporte	1	2,4
Movimentação de carga – O&M	1	2,4
Total	42	100

Em outubro de 2009, a usina completou quatorze meses de operação. No entanto, há trabalhadores com mais tempo de trabalho, uma vez que participaram das fases de construção e testes de partida da planta industrial. Durante a entrevista os trabalhadores diferenciaram suas respostas com o tempo de serviço na empresa e aquele na usina. Um dos trabalhadores respondeu que já possuía vinte e três anos de serviços prestados à empresa. A tabela 4 mostra a distribuição do número de trabalhadores por tempo de trabalho na empresa.

Tabela 4 - Distribuição da população de estudo por tempo de trabalho na empresa, outubro/2009.

Tempo de trabalho na empresa (meses)	Número de trabalhadores
1 a 10	12
11 a 20	14
21 a 30	9
> 31	7
Total	42

6.5.1 Distribuição de trabalhadores por Sexo, Idade e Escolaridade

A população estudada foi composta de 71,4% trabalhadores do sexo masculino e 28,6% do sexo feminino. A faixa de idade de 20 a 29 anos corresponde 66,6% da população. A idade mínima e máxima foi respectivamente de 19 e 48 anos de idade e, média de 28,6 anos. A tabela 5 mostra a distribuição da população de estudo por faixa etária.

Tabela 5 - Distribuição da população de estudo por faixa etária, outubro/ 2009.

Faixa Etária (anos)	Número de trabalhadores
15 a 19	2
20 a 29	28
30 a 39	7
40 a 49	5
Total	42

Em relação ao nível de escolaridade, 61% dos trabalhadores que responderam o questionário possuem ensino médio e 31%, nível superior. Os trabalhadores que responderam ter ensino fundamental completo, também informaram que estão em fase de conclusão do ensino médio. A tabela 6 mostra a distribuição da população de estudo por nível de escolaridade.

Tabela 6 - Distribuição da população de estudo, segundo o nível de escolaridade, outubro/ 2009.

Nível de Escolaridade	Freqüência	Percentual (%)
Ensino Fundamental	2	4,8
Ensino Médio	26	61,8
Ensino Superior	13	31,0
Mestrado	1	2,4
Total	42	100

6.5.2 Estilo de Vida

Existem alguns fatores que intervêm na interpretação dos resultados resultantes do monitoramento biológico, e que estão ligadas ao indivíduo, à exposição, à amostragem e à condição de saúde. Estes fatores podem ser de origem fisiológica, como a idade, sexo, obesidade, posturas inadequadas, ritmo circadiano ou alimentação; podem ser ambientais; patológicos; toxicocinéticos; ligados à coleta e armazenagem das amostras biológicas; fatores relacionados à variações analíticas e biológicas¹²⁸.

São considerados fatores ambientais o hábito fumar, o consumo de bebidas alcoólicas e medicamento. A dieta é também considerada uma fonte de exposição humana.

Especialmente com relação à exposição ao metanol valores de até 180µg pode ser encontrado no cigarro. Outros estudos mostraram que bebidas alcoólicas contêm concentrações de metanol que variam de 6 a 27 mg L⁻¹ em cervejas, enquanto que, em vinhos, esses valores oscilam de 96 a 329 mg L⁻¹ ¹²⁹.

A população de estudo apresentou um percentual de fumantes igual a 7,2%, considerado relativamente baixo, quando comparados com os 92,8% de trabalhadores que nunca fumaram ou são ex-fumantes. A tabela 7 mostra a distribuição do hábito de fumar na população de estudo.

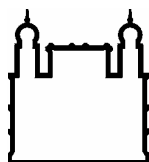
Tabela 7 - Distribuição do hábito de fumar

Hábito de fumar	Freqüência	Percentual (%)
Nunca Fumou	35	83,3
Ex-fumante	4	9,5
Fumante	3	7,2
Total	42	100,0

Segundo o teste CAGE, a partir de duas respostas positivas já se pode indicar como positiva a dependência ao álcool¹³⁰. O hábito de ingerir bebida alcoólica referido pelos trabalhadores apresentou percentual de 59,5% em relação aos ex-etilista e indivíduos que nunca bebeu. Deste total 19/25 (76%) são do sexo masculino e 9/25 (24%) do sexo feminino. Todos os trabalhadores entrevistados apresentaram CAGE - negativo. Somente um trabalhador respondeu o questionário afirmando receber críticas pelo modo de tomar bebidas (questão 5.2.3) e outro declarou sentir-se chateado consigo mesmo pela maneira como costuma tomar bebidas alcoólicas (questão 5.2.4).

A percentagem entre aqueles que declararam nunca ter feito uso de bebida ou se consideravam ex-etilista foi, respectivamente de 31,0% e 9,5%. A tabela 8 mostra a distribuição do consumo de bebida alcoólica. A tabela 8 mostra a distribuição do consumo de bebida alcoólica.

Tabela 8 - Hábito de ingerir bebida alcoólica.



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



Hábito de ingerir álcool	Freqüência	Percentual (%)
Nunca Bebeu	13	31,0
Ex-etilista	4	9,5
Etilista	25	59,5
Total	42	100,0

Os trabalhadores não referiram o consumo de medicamentos para dormir ou qualquer outro medicamento de uso periódico.

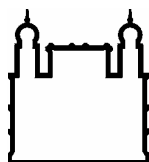
6.6 SITUAÇÃO DE SAÚDE DOS TRABALHADORES

Após reconhecer o processo de trabalho e acompanhar as principais atividades, foram considerados expostos a agentes químicos 32 (trinta e dois) trabalhadores e 10 (dez) trabalhadores não expostos, dadas as características das atividades. Assim, 76% do total (42) desses indivíduos cumpriam sua rotina permanentemente sob alguma condição de exposição a agentes químicos. Desta população, considerada potencialmente exposta a agentes químicos (27), vinte e sete trabalhadores têm exposição ao metanol. O número de trabalhadores expostos e não expostos às substâncias químicas, bem como aqueles que possuem exposição ao metanol pode ser encontrado na tabela 9.

Tabela 9 - Distribuição do número de trabalhadores expostos a agentes químicos e número de trabalhadores potencialmente expostos ao metanol

Exposição ao Metanol	Exposição a agentes químicos		Total
	Sim	Não	
Exposto	27	0	27
Não exposto	05	10	15
Total	32	10	42

6.6.1 Tipos de doenças, sinais e sintomas pré-existent



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



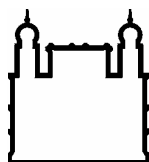
ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

Estudos revelaram que as doenças pré-existentes tais como de pele, de visão, problemas no aparelho respiratório, casos neurológicos circunstanciais, diminuições das funções do fígado e rim podem predispor indivíduos aos efeitos adversos do metanol^{130,131}.

As manifestações mais referidas pela população de estudo se relacionavam ao sistema neurológico (SN), respiratório (SR) e trato gastrointestinal (SGI), sendo que as principais queixas foram dores de cabeça e formigamento (SN), alergias e falta de ar (SR) e azia, queimação e dores de estômago (TGI). A manifestação renal mais referida foi infecção urinária, enquanto que, no campo visual, destacaram-se astigmatismo e a miopia. Por outro lado, alergias e micoses foram as afecções de pele mais referidas. Na tabela 10, encontra-se a distribuição do número de trabalhadores, que apontaram tais manifestações por grupo de exposto e não exposto.

Tabela 10 - Distribuição das principais manifestações pregressas relatadas pelos trabalhadores como pré-existente, trabalhadores expostos e não expostos a substâncias químicas

Sistema Doenças	ou Sinais e sintomas preexistentes	Expostos às Substâncias Químicas n = 42	
		Sim	Não
Cardiovascular	Pressão alta	3	1
	Dor peito e palpitação	4	1
Neurológico	Dor de cabeça	30	4
	Desmaio	4	2
	Formigamento	17	4
	Perda de memória	1	1
	Convulsão	1	1
Respiratório	Asma	2	1
	Adenóide	2	0
	Alergia trato respiratório	8	3
	Bronquite	4	1
	Desvio Septo	1	0
	Falta de ar	9	2
	faringoamidalite	1	0
Gastrointestinal	Pneumonia	1	1
	Tosse seca	6	1
	Azia	11	4



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz

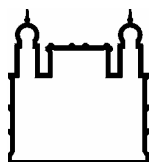


ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

	Diarréia	3	0
	Dor de estômago	9	1
	Gastrite	2	1
	Gastrenterite	6	0
	Queimação	14	2
	Refluxo	1	0
Hepático	Esteose	1	0
	Hepatite	1	2
Renal	Cálculo renal	1	1
	Dor ao urinar ou ardência	7	2
	Dor renal	1	0
	Infecção urinária	8	2
	Pielonefrite	0	1
Psíquicas	Claustrofobia	2	0
	Depressão	2	1
	Fobia de multidão	2	0
Visão	Astigmatismo	8	0
	Conjuntivite	0	1
	Hipermetropia	2	1
	Miopia	7	1
Pele	Alergia pele	7	2
	Coceira	6	1
	Dermatite	1	1
	Irritação pele	6	0
	Melasma	1	0
	Micose	6	6

6.6.2 Sinais e sintomas recentes

As principais queixas referidas pelos trabalhadores nos últimos dois meses foram dores de cabeça 27/42 (64,3%), irritação nos olhos 16/42 (38,1%), sentir-se ansioso 15/42 (35,7%), dificuldades para respirar 10/42 (23,8%) e insônia 9/42 (21,43%). A tabela 11 mostra a frequência dos sinais e sintomas recentes.



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



Tabela 11 - Frequência dos sinais e sintomas nos últimos dois meses, percentual, outubro/2009

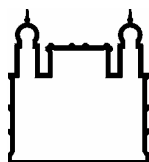
Sinais e Sintomas recentes	Frequência	
	Sim	Percentual %
1. Dor de Cabeça	27	64,3
2. Sentir-se irritado	17	40,5
3. Sentir-se ansioso	15	35,7
4. Insônia	09	21,43
5. Falta de humor	8	19,0
6. Tremores	3	7,1
7. Câimbra	8	19,0
8. Diminuição força muscular	3	7,1
9. Palpitação ou taquicárdica	7	16,7
10. Perda de apetite	6	14,3
11. Enjôo ou vômito	6	14,3
12. Dificuldade para respirar	10	23,8
13. Diminuição no volume de urina	2	4,8
14. Irritação nos olhos	16	38,1
15. Coceira na pele	3	7,1

Do grupo de vinte e sete trabalhadores expostos ao metanol, quinze referiram sentir dor de cabeça. Entretanto, quatro indivíduos expostos a agentes químicos e não expostos ao metanol também disseram sentir dores de cabeça. Por outro lado, no grupo categorizado como não exposto, oito trabalhadores relataram ter dores de cabeça com certa frequência nos últimos dois meses.

Entre os indivíduos com exposição a substâncias químicas, onze trabalhadores expostos ao metanol e três, sem esse tipo de exposição, disseram sentir-se irritado. Igualmente no grupo não exposto, três pessoas narraram sentir-se irritadas.

Dez trabalhadores expostos a metanol mostraram sentirem-se ansiosos. A ansiedade também se encontra presente em dois indivíduos com exposição a outros agentes químicos, assim como em três funcionários não expostos a substâncias químicas.

Do grupo de vinte e sete trabalhadores expostos ao metanol, oito referiram sentir insônia regularmente. Um único trabalhador exposto a agentes químicos e dois trabalhadores não expostos disseram sentir insônia.



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



Entre os expostos ao metanol, quatro relataram a falta de humor, enquanto que apenas um trabalhador exposto a outros agentes químicos e outros três não expostos narraram esse sintoma. Por outro lado, a presença de tremores foi relatada por apenas um indivíduo em cada um desses grupos estudados.

A câimbra foi referida por seis trabalhadores expostos ao metanol, enquanto que, entre os expostos a outros agentes químicos e sem exposição, apenas um indivíduo em cada categoria relatou ser acometido por câimbras. A redução da força muscular foi percebida por um único funcionário exposto ao metanol e dois trabalhadores expostos a outros agentes químicos.

Palpitações ou taquicardia foram citadas por quatro trabalhadores expostos a metanol, dois expostos a outros agentes químicos e um único não exposto. No entanto, oito pessoas com exposição ao álcool metílico e duas expostas a outros agentes químicos contaram perceber dificuldades ao respirar.

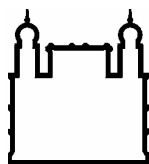
Entre os trabalhadores expostos a metanol e a outros agentes químicos, respectivamente, somente cinco e apenas um relataram a perda de apetite. Entretanto, a presença de enjôo ou vômito foi referida por um único indivíduo sem qualquer exposição e cinco trabalhadores expostos ao metanol.

Onze trabalhadores expostos ao metanol, três com exposição a outras substâncias químicas e mais dois não expostos disseram sentir irritação nos olhos. Já a coceira na pele apareceu no relato de um único indivíduo com exposição ao álcool metílico e dois trabalhadores expostos a outros agentes químicos.

A diminuição no volume de urina foi referida por um único trabalhador exposto ao metanol e outro sem exposição. A tabela 12 mostra a distribuição da associação entre os sinais e sintomas referidos pela população de estudo agrupados como expostos a agentes químicos, inclusive ao metanol e trabalhadores não expostos. A tabela 12 mostra a distribuição da associação entre os sinais e sintomas referidos pela população de estudo agrupados como expostos a agentes químicos, inclusive ao metanol e trabalhadores não expostos.

Tabela 12 - distribuição da associação entre os sinais e sintomas recentes referidos pelos trabalhadores, expostos e não expostos a agentes químicos; outubro 2009.

Sinais e Sintomas recentes	Exposto a agentes químicos		Não exposto a agentes químicos n = 10
	Exposto ao metanol n = 27	Não exposto ao metanol n = 5	
1. sentiu dores de cabeça	15	4	8
2. Sentir-se irritado	11	3	3
3. Sentir-se ansioso	10	2	3



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

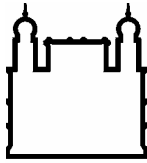
4. Insônia	8	1	2
5. Falta de humor	4	1	3
6. Tremores	1	1	1
7. Câimbra	6	1	1
8. Diminuição força muscular	1	2	0
9. Palpitação ou taquicárdica	4	2	1
10. Perda de apetite	5	1	0
11. Enjôo ou vômito	5	0	1
12. Dificuldade para respirar	8	2	0
13. Diminuição no volume de urina	1	0	1
14. Irritação nos olhos	11	3	2
15. Coceira na pele	1	2	0

6.7 ANÁLISE DOCUMENTAL

6.7.1 Análise do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA)

Segundo o item 9.1.5 da NR, consideram-se riscos ambientais os agentes físicos, químicos e biológicos existentes nos ambientes de trabalho que, em função de sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição, são capazes de causar danos à saúde do trabalhador⁹⁰. No documento base do PPRA/2008, foram especificados os resultados das avaliações quantitativas dos agentes físicos ruído e temperatura, no entanto, o biodiesel e os agentes químicos envolvidos em seu processo de fabricação não foram descritos em nenhum momento no documento analisado. A única identificação contida neste documento, que sinaliza para a fabricação de biocombustíveis foi encontrada na razão social da empresa através do número da “Classificação Nacional de Atividade Econômica” (CNAE). De acordo com esta classificação, a atividade da empresa foi catalogada como “fabricação de biocombustíveis, exceto álcool”, cujo número é 19.32-2-00⁹⁰.

Na fase de reconhecimento, previstos no item 9.3.3 da NR9, os agentes químicos não foram objeto de análise durante a etapa de identificação das substâncias aos quais os trabalhadores estão expostos. Esses agentes químicos foram especificados somente por seu estado físico, gases ou vapores. Com esta forma genérica de identificação dos agentes pelo estado físico, não é possível reconhecer, como por exemplo, que os técnicos de operação



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

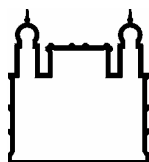
possuem o metanol como fonte de exposição, durante a coleta de amostras para análise laboratorial na torre de transesterificação. Neste caso a caracterização da exposição é eventual, pois acontece em intervalos de duas ou quatro horas. Entretanto, uma exposição de curto prazo já pode resultar em sonolência, dor de cabeça, confusão mental, vômito e dor abdominal, possivelmente com 30 minutos de exposição⁸². Outro exemplo de caracterização de exposição eventual para o mesmo cargo é a exposição ao ácido clorídrico durante a operação de descarregamento do caminhão-tanque.

O mesmo acontece com a caracterização da exposição para o cargo de técnico em manutenção. Em vários momentos do processo de produção, os trabalhadores são expostos a inúmeras substâncias, no entanto, as mesmas não são identificadas. A caracterização da exposição é eventual, porém não é atribuída, segundo o documento, a nenhuma substância específica. Para os dois cargos a fonte geradora de exposição engloba toda a planta industrial. A despeito da ausência do nome das substâncias aos quais os trabalhadores estavam expostos durante a jornada de trabalho, foram apontados possíveis danos à saúde tais como problemas pulmonares para os dezessete técnicos de operação e sete técnicos de manutenção. O item 9.3.3g da NR9 explicita a identificação dos possíveis danos à saúde relacionada aos riscos identificados, disponíveis na literatura técnica. Todavia esse possível dano à saúde necessita de identificação prévia do tipo de substância. O quadro 12 mostra um resumo da caracterização da exposição para os cargos de técnico de operação e técnico de manutenção apresentados no PPRA/2008.

Cargo	Técnico de operação (17) e técnico de Manutenção (07)
Categoria do agente	Químicos
Agentes de riscos	Gases e Vapores
Exposição	Exposição Eventual
Fonte geradora	Área Industrial da planta
Trajectoria	Ar
Possíveis danos	Problemas pulmonares

Quadro 12 - Agentes químicos identificados na fase de reconhecimento. Análise qualitativa segundo o cargo
Fonte: PPRA, (2008).

Para atender o item 9.3.3 e da NR9, caracterização das atividades, foram apresentadas somente a descrições de competências de cargos. Nesta descrição, são apresentadas algumas rotinas do processo de exploração e produção de petróleo e seus derivados. A maioria das rotinas é pertinente para as atividades de técnico em química, o que, no entanto, não caracteriza a atividade em uma usina de produção de biodiesel. No caso do



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz

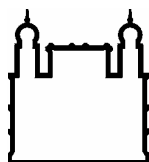


ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

técnico de operação, todas as competências apresentadas pelo cargo podem ser equiparadas às atividades desempenhadas pelos operadores, que participam do processo de fabricação do biodiesel. O quadro 13 mostra a descrição de dois cargos técnicos.

Cargo	Descrição de atividades
Técnico Químico	Executar e participar de: análises e testes qualitativos e quantitativos, de natureza física, química, físico-química e biológica, interpretando e disponibilizando os resultados; desenvolvimento de novas metodologias e análises, novos processos e produtos; amostragens de fluidos, petróleo e derivados, efluentes, produtos químicos e resíduos; planejamento e preparo, tratamento e injeção dos fluidos utilizados nos processos de perfuração, avaliação, completação, estimulação e restauração de poços; testes e ensaios de proficiência e planos inter/intralaboratoriais visando garantir a qualidade dos resultados de ensaios laboratoriais; realizar as demais tarefas necessárias à execução de suas atividades como: participar da elaboração e implantação, revisão, avaliação e validação de procedimentos e normas técnicas operacionais; preparar, controlar, armazenar e padronizar soluções e reagentes químicos; elaborar e interpretar laudos, boletins, certificados e participar de elaboração de relatórios técnico-científicos; inspecionar, conferir e controlar produtos químicos, equipamentos, materiais e reagentes químicos recebidos; Atuar no processo para o atendimento das normas relativas a segurança, proteção ao meio ambiente, saúde, sistemas de gestão e responsabilidade social, a fim de assegurar a boa operação do negócio e o alcance das metas.
Técnico Operação	Executar e participar da operação das instalações, equipamentos, de controle, sistemas supervisórios e de monitoramento dentro dos padrões técnicos estabelecidos e das normas operacionais; controlar variáveis operacionais; observar a existência de anormalidades; corrigir e comunicar anomalias aos seus superiores; atuar no processo de manutenção suprindo as necessidades de primeiro nível; direcionar as demais demandas conforme normas predefinidas; acompanhar e testar as correções; coletar amostras, preparar soluções de agentes químicos de uso no processo e efetuar análises que não exijam certificados.

Quadro 13 - Descrição de atividades dos cargos técnicos em química e técnico de operação
Fonte: PPRA, (2008).



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



Segundo a NR9, item 9.3.4, existem três requisitos para a necessidade de avaliação quantitativa dos agentes:

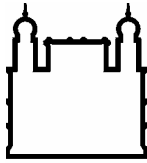
- a) comprovar o controle da exposição ou a inexistência de riscos identificados na etapa de reconhecimento;
- b) dimensionar a exposição dos trabalhadores;
- c) subsidiar o equacionamento das medidas de controle.

No documento base do PPRA/2008 foram identificados as medidas de controles existentes tais como sistema de combate a incêndio, realização de exames médicos ocupacionais conforme o PCMSO, normas internas das empresa e a utilização de EPI.

É importante destacar que foram apresentados neste documento os EPI recomendados segundo a competência dos cargos. A utilização de todos os EPI discriminados pode ser constatada durante a visita técnica. Neste quesito, observou-se todo o rigor que os riscos exigem, inclusive para os agentes químicos. Os trabalhadores reconhecem a importância do uso e em alguns pontos da usina, são identificados, através de placas, os EPI são necessários para circulação na área.

No documento, também não foram especificados as substâncias manipuladas no laboratório de controle de qualidade da usina na fase de reconhecimento dos agentes químicos para o cargo de técnico em química. Esse registro caracteriza a exposição dos agentes químicos como habitual e permanente, ou seja, os técnicos em química estão expostos a estes agentes em toda jornada de trabalho. A fonte geradora especificada é a manipulação de agentes químicos. O laboratório é considerado como trajetória da exposição e os possíveis danos não foram citados. O quadro 14 mostra a forma como os agentes químicos foram identificados na fase de reconhecimento dos riscos.

Posto de trabalho		Cargo		Quantidade de trabalhadores expostos	
Laboratório Industrial		Técnico de química		09	
Categoria do agente	Agente de risco	Exposição	Fonte Geradora	Trajectoria	Possíveis Danos
Químicos	Gases e vapores de agentes químicos	Exposição Habitual e Permanente	Manipulação de Agentes Químicos	Laboratório industrial	Citados abaixo*



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



Quadro 14 - Agentes químicos identificados – análise qualitativa, cargo técnico de química
Fonte: PPRA, (2008).

* Os possíveis danos não foram citados no documento de análise.

Na descrição da estratégia de amostragem do PPRA/2008 não é descrito o motivo pelo qual foram coletadas apenas dez amostras para avaliação quantitativa. Destas amostras foram analisadas dezessete substâncias, nem foram descritas a metodologia de avaliação escolhida. O laboratório, além de utilizar como reagentes, cerca de setenta substâncias diferentes, outras tantas são produzidas durante a queima ou aquecimento das amostras de biodiesel analisadas. Os resultados das avaliações quantitativas no laboratório foram anexados ao PPRA e encontram-se no anexo VI.

A amostra 83459.5, coletada em 27 de janeiro no laboratório de controle de qualidade, apresentou valores de 79538,2 ppm de metanol em 1,20 litros de ar. Nesta avaliação não foram identificados os pontos de coleta. O laboratório que realizou as análises das amostras para fins ocupacionais recomendou novo procedimento. Em 23 março foram coletadas as amostras de número 84463.2 e 84463.3 cujos resultados foram menores que 2 ppm de metanol em 6,0 litros de ar. O quadro 15 mostra o número das amostras, as respectivas substâncias analisadas e dia da coleta.

Nº Amostra	Substâncias químicas analisada	Data da coleta
83459.1	Acetona, etilbenzeno, n-butanol, tolueno, benzeno, isopropanol, orto, meta e para-xileno	
83459.2	Ácido sulfúrico e cloreto de hidrogênio	27/01/2009
83459.3	Clorofórmio, n-heptano, éter de petróleo	
83459.4	Ácido acético	
83459.5	Metanol	
84463.1	Éter etílico	
84463.2	Metanol	
84463.3	Metanol	23/03/2009
84463.4	Piridina	
84646.1	Cloreto de hidrogênio	31/03/2009

Quadro 15 - Amostras de ar atmosférico, resultados de avaliação quantitativo
Fonte: PPRA, (2008).

6.7.2 Análise do Programa de Controle Médico Ocupacional (PCMSO)

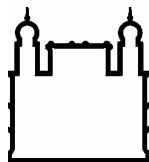
O PCMSO/2008 analisado, os agentes químicos são citados também como gases e vapores. Os possíveis danos a saúde apontados são problemas pulmonares para todos os cargos cuja caracterização da exposição foi eventual ou habitual e permanente. Esse programa marca a necessidade de avaliação clínica individual realizada anualmente, e também contempla uma série de procedimentos médicos, preconizada pela NR7 e também outros procedimentos padronizados pela empresa.

A audiometria tonal e vocal; o raio X de tórax e espirometria são exemplos de procedimentos exigidos pela NR7. Um exemplo de exames complementares padronizados pela empresa, por cargo, pode ser visualizado no quadro 16.

Cargo	Procedimento complementares
Técnico de operação	Colesterol total, HDL e LDL; triglicérides, glicose, creatina, ácido úrico, Transaminase Oxalacética (TGO); Transaminase Pirúvica (TGP); gama GT; parasitológico de fezes; eritrograma; leucograma; contagem de plaquetas; antígeno prostático específico PSA; sumário de urina/EAS/urina tipo 1; avaliação oftalmológica; avaliação psicológica; teste ergométrico e; avaliação urológica.
Técnico de manutenção	Colesterol total, HDL e LDL; triglicérides, glicose, creatina, ácido úrico, Transaminase Oxalacética (TGO); Transaminase Pirúvica (TGP); gama GT; parasitológico de fezes; eritrograma; leucograma; contagem de plaquetas; anti-HBC-IGG; anti-HCV; antiprostático específico PSA; avaliação oftalmológica; avaliação psicológica; teste ergométrico e; avaliação urológica.
Técnico em química	Colesterol total, HDL e LDL; triglicérides, glicose, ácido úrico, Transaminase Oxalacética (TGO); Transaminase Pirúvica (TGP); gama GT; parasitológico de fezes; eritrograma; leucograma; contagem de plaquetas; antígeno prostático específico PSA; sumário de urina/EAS/urina tipo 1; avaliação odontológica; avaliação urológica.

Quadro 16 - Procedimentos complementares, segundo o cargo
 Fonte: PCMSO, (2008).

Neste documento, não foram contemplados exames toxicológicos, mas durante a visita técnicas, os operadores e técnico de química foram convocados a fazer exame periódico,



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

nestes exames já foram contemplados o monitoramento biológico de metanol em urina.

7 CONCLUSÕES

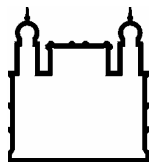
No presente estudo pretendeu-se caracterizar o processo de trabalho em uma usina de biodiesel a fim de identificar as fontes de emissão e grupo de trabalhadores “potencialmente expostos” ao metanol. As fontes de exposição de metanol e conseqüentemente, os trabalhadores expostos a esta substância não se restringem somente aos técnicos de laboratório, conforme levantados pela empresa no PPRA/2008. Outras fontes de exposição foram evidenciadas em atividades desempenhadas na unidade de transesterificação, assim como no setor de descarregamento de metanol. Logo, entre os grupos possivelmente expostos, encontram-se os trabalhadores da equipe de operadores, técnicos em manutenção, apoio operacional, auxiliares de laboratório e, ainda, o pessoal que desempenha as atividades durante o descarregamento do produto em questão.

A análise da situação de saúde dos trabalhadores revelou que a maioria dos indivíduos “potencialmente expostos” já apresenta sintomatologias pré-existentes tais como dores de cabeça, formigamento, azia e queimação.

Irritação (40,5%), ansiedade (35,7%), insônia (21,43%) e, principalmente, dor de cabeça são as queixas recentes mais importantes associadas aos sintomas neurotóxicos. Por outro lado, os sinais e sintomas recentes, que podem estar relacionados à exposição de metanol foram irritação nos olhos (38,1%), dificuldades para respirar (23,8%) e câimbras (19%).

A análise documental evidenciou as falhas existentes nos documentos de prevenção de risco e de saúde ocupacional. O PPRA identifica genericamente os agentes químicos, não levando em conta a natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição dessas substâncias e, conseqüentemente, a toxicidade de cada uma delas. Por outro lado, o PCMSO, que, embora contenha exames complementares padronizados pela empresa além daqueles exigidos pela NR 7, também não faz essas identificações. Assim, os possíveis danos à saúde apontados são generalizados como problemas pulmonares para todos os cargos. Havendo falhas na concepção da avaliação dos riscos, o monitoramento e todas as ações de vigilância à saúde ficam comprometidos.

Embora não conclusivo com relação à situação de saúde dos trabalhadores, este estudo pode contribuir para investigações futuras realizadas pelos profissionais da coordenação de SMS e CIPA, da UPBQ e de outras usinas que utilizam metanol em seu processo produtivo.



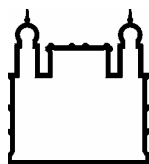
Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP



Ministério da Saúde

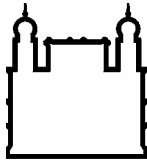
FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



REFERÊNCIAS

1. Renner M, Sweeney S, Kubit J. Green Jobs: working for people and environment. Washington, DC: Worldwatch Institute; 2008. (Wordwatch report, 177).
2. International Programme on Chemical Safety [homepage na Internet]. 2008. [acesso em 21 ago 2010]. Disponível em: www.inchem.org
3. International Programme on Chemical Safety. Programme on Chemical Safety: methods for chemicals assessment. [S.l.]: IPCS; 2008.
4. Brasil. Ministério de Minas e Energia. Plano estratégico brasileiro de geração de energia. [S.l.]: MME; 2004.
5. International Energy Agency. World oil supply and demanda. [S.l.]: IEA; 2005.
6. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível (Brasil). Balanço Energético Nacional 2008, base de dados 2007. Rio de Janeiro: ANP; 2008.
7. Peres JRR, Freias Junior E, Gazzoni DL. Biocombustíveis, uma oportunidade para o agronegócio brasileiro. Rev polit agric. 2005;14(1):31-41.
8. Silva PRF, Freitas TFS. Biodiesel: o ônus e o bônus de produzir combustível. Cienc Rural. 2008;38:843-51.
9. Miao X, Wu Q. Biodiesel production from heterotrophic microalga oil. Bioresour Technol. 2006;97(6):841-9.
10. Brasil. Ministério da Ciência e Tecnologia. Plano Nacional de agroenergia. Brasília: MCT; 2005.
11. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (Brasil). Superintendência de refino e processamento de gás natural: SRP boletim mensal de biodiesel. [S.l.]: ANP; 2010.
12. Mello FOT, Paulilo LF, Vian CEF. O biodiesel no Brasil: panorama, perspectivas e desafios. Inf econ. 2007;37(1):28-40.
13. International Programme on Chemical Safety. Methanol. [S.l.]: IPCS; 1997. (Environmental Health Criteria, 196).
14. Dal SR. Mais trabalho!: a intensidade do labor na sociedade contemporânea. [S.l.]: Biotempo editorial; 2008.

15. Marx K. Grundrisse: Foundation of Political of Economy. New York: Vintage Books; 1973.
16. Noriega M. Para a investigação de la salud de los trabajadores. Washington: OPS; 1993. (Série Paltes).
17. Pereira AN, Cavalcanti M. Inovações tecnológicas no Brasil: dilemas contemporâneos. Revista inteligência empresarial. 2005;(25).
18. Lima C. Programa de produção e uso do biodiesel. Brasília. Monografia [MBA em Gestão de Comunicação Organizacional] – FIA; 2004.
19. Parente EJS. Biodiesel: uma aventura tecnológica [acesso em 28 ago 2008]. Fortaleza: Unigrafica; 2003. Disponível em: www.tecbio.com.br
20. Penteadó MCPS. Identificação dos gargalos e estabelecimento de plano de ação para o sucesso do programa de biodiesel. Dissertação [Mestrado] - Escola Politécnica da USP, São Paulo; 2005.
21. Brasil. Ministério de Minas e Energia. Plano estratégico brasileiro de geração de energia. [S.l.]: MME; 2005.
22. Brasil. Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005. Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira; altera as Leis nºs 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.847, de 26 de outubro de 1999 e 10.636, de 30 de dezembro de 2002; e dá outras providências. Diário Oficial da União 14 jan 2005.
23. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (Brasil). Resolução ANP nº 7, de 19 de março de 2008. Diário Oficial da União 20 mar 2008.
24. Brasil. Ministério de Minas e Energia. Resolução CNPE nº 2, de 13 de março de 2008. Estabelece em três por cento, em volume, o percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor final, nos termos do art. 2º da Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005. Diário Oficial da União 14 mar 2008
25. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível (Brasil). Resolução CNPE nº 6, de 16 de setembro de 2009. Estabelece em cinco por cento, em volume, o percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor final, de acordo com o disposto no art. 2º da Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005. Diário Oficial da União 26 out 2009.
26. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível (Brasil). Produção Nacional de Biodiesel Puro - B100 (metros cúbicos). 2010 [acesso em 12 maio 2010]. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/?id=472>
27. Mapa das Usinas de Biodiesel 2010 [acesso em 11 maio 2010]. São Paulo: UDOP; 2010. Disponível em: http://www.udop.com.br/index.php?item=mapa_bra



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



28. *Programa Nacional de produção e uso de Biodiesel [acesso em 12 maio 2010]. 2010. Disponível em: <http://www.biodiesel.gov.br/programa.html>*

29. *Câmara de Políticas de Integração Nacional e Desenvolvimento Regional [acesso em 12 maio 2010]. Disponível em: <http://www.mesosul.org.br/nou-raw/document/get.php/411/Agenda%20%20-%20Metade%20Sul%2029%2006.doc>*

30. Are biodiesel sustainable?: First Report of Session 2007-08. London: The House of Commons; 2008.

31. New partnership calls for Copenhagen climate agreement to tackle growing transport emissions [acesso em 11 maio 2010]. New York: News and Media Division, Department of Public Information; 2009. Disponível em: <http://www.un.org/News/Press/docs/2009/envdev1080.doc.htm>

32. Uslu A, Greenleaf J. Energy and environment report 2008: EEA Report No 6/200. Copenhagen: EEA; 2008.

33. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível (Brasil). Apresentação ANP: Seminário Biocombustível Petrobras. [S.l.]; out 2009.

34. Directive 2003/30/EC of the European parliament and of the council of 8 May 2003: on the promotion of the use of biofuels or other renewable fuels for transport. Official Journal of the European Union, 17 maio 2003.

35. Baier S, Clements M, Griffiths C, Ihrig J. Biofuels Impact on Crop and Food Prices: Using an Interactive Spreadsheet. [S.l.]: Board of Governors of the Federal Reserve System; 2009. (International Finance Discussion Papers, 967).

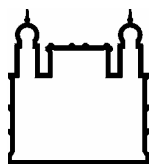
36. American Society for Testing and Materials. ASTM D6751-03: Standard Specification for Biodiesel Fuel (B100): Blend Stock for Distillate Fuels [acesso em 13 maio 2010]. [S.l.]: ASTM, [200-?]. Disponível em: <http://www.astm.org/Standards/D6751.htm>

37. Biodieselbr.com [homepage na Internet]. Boletim 619 [acesso em 20 maio 2010]. 02 fev 2010. Disponível em: <http://www.biodieselbr.com/biodiesel/boletim/619.htm>

38. História da Toxicologia aplicada [acesso em 20 maio 2009]. Disponível em: <http://lfc.nutes.ufrj.br/toxicologia/ml.hist.htm>

39. Parreira FV, Cardeal ZDL. Amostragem de compostos orgânicos voláteis no ar utilizando a técnica de microextração em fase sólida. Quim Nova 2005, 28(4):646-54.

40. Gomes PCFL, D'Andrea ED, Mendes CB, Siqueira MEPB. Determination of Benzene, Toluene and N-Hexane in Urine and Blood by Headspace Solid-Phase Microextraction/Gas-Chromatography for



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

the Biomonitoring of Occupational Exposure. *J Braz Chem Soc.* 2010;21(1):119-26.

41. Österberg K. et al. A comparison of neuropsychological tests for the assessment of chronic toxic encephalopathy. *Am J Ind Med.* 2000;(38):666-80.

42. Edling C, Ekberg K. No acute behavioral effects of exposure to styrene: a safe level of exposure? *B J Ind Med.* 1985;(42):301-4.

43. Cranmer JM, Goldberg L. Proceeding of the work-shop on neuro-behavioral effects of solvents. *Neurotoxicology.* 1987;(7):1-95.

44. Wood RL, Lioffi C. Long-term neuropsychological impact of brief occupational exposure to organic solvents. *Arch Clin Neuropsychol.* 2005;20(10):655-65.

45. Akila R. et al. Memory performance profile in occupational chronic solvent encephalopathy suggests working memory dysfunction. *J Clin Exp Neuropsychol.* 2006;28(8):1307-26.

46. Palmer K. *Dementia and Occupational Exposure to Organic Solvents.* *Occup Environ Med.* 1998;55(10):712-5.

47. Spurgeon A. *An Investigation Of the Possible Chronic Neuropsychological Effects of Long term Occupational Exposure to Organic Solvents.* Birmingham: University of Birmingham; 1990.

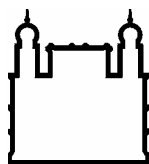
48. Feldman RG. *Basic Concepts of Neurological Toxicity.* Boston: University School of Medicine; 1998.

49. Amler RW. *National Workshop: Rational and Summary.* In: *Adult Environmental Neurobehavioral Test Battery.* Atlanta: ATSDR; 1995.

50. Lundberg I. *Organic Solvents and Related Compounds.* In: *Textbook of Clinical Occupational and Environmental Medicine.* Philadelphia: W. B. Saunders Company; 1994. p. 766-84.

51. Callender TJ et al. Social and economic impact of neurotoxicity in hazardous waste workers in Lenoir, North Carolina. *Environ Res.* 1997;(73):166-74.

52. Ramos A et al. Aspectos psiquiátricos da intoxicação ocupacional pelo mercúrio metálico: relato de um caso clínico. *Rev Bras Psiq.* 1998;(20):200-4.



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

53. Ramos AAM, Silva Filho J F. Transtornos neuropsiquiátricos e exposição a solventes. Arq Bras Psiquiatr Neurol Med Legal. 2001;(78):8-13.
54. Lindström K, Rihimäki H, Hänninen H. Occupational solvent exposure and neuropsychiatric disorders. Scand J Work Environ Health. 1984;(10):321-3.
55. International Methanol Producers & Consumers. Methanol Reference Specifications [acesso em 27 fev 2009]. [S.l.]: IMPAC; 2008. Disponível em: <http://www.methanol.org/pdfFrame.cfm?pdf=IMPCAMethanolSpec2008.pdf>
56. Office of Environmental Health Hazards and Assessment. Chronic toxicity summary: Methanol [acesso em 18 fev 2009]. [S.l.]: OEHHA; 2007. Disponível em: http://oehha.ca.gov/air/chronic_rels/pdf/67561.pdf
57. Gaffney S, Moody E, McKinley M, Knutsen J, Madl A, Paustenbach D. Worker exposure to methanol vapors during cleaning of semiconductor wafers in a manufacturing setting. J Occup Environ Hyg. May 2008;5(5):313-24.
58. Brudin S, Hjalmarsson T, Ljungkvist G, Mathiasson L, Lillienberg L. Supercritical fluid extraction (SFE) for determination of metalworking fluid aerosols. J Occup Environ Hyg. July 2006;3(7):358-65.
59. Solvents in common use. Health risks to workers. Cambridge: Royal Society of Chemistry, Commission of the European Communities; 1996:1-7;157-86.
60. Soffritti M, Belpoggi F, Cevolani D, Guarino M, Padovani M, Maltoni C. Ann N Y Acad Sci. 2002;982:46-69.
61. Gold MD, Moulis CE. Effects of emissions standards on methanol vehicle-related ozone, formaldehyde, and methanol exposure. Presentation of the 81st Annual Meeting of the Air Pollution Control Association, Detroit, Michigan; 1998 June 19–24.
62. Carson BL, McCann JL, Ellis HV, Ridlen RL, Herndon BL, Baker LH. Human health implication of the use of methanol as a gasoline additive: Report to Environmental Health Directorate, Health Protection Branch. Ottawa: Department of National Health and Welfare; 1987.
63. International Programme on Chemical Safety. Methanol. [S.l.]: IPCS; 1997. (Environmental Health Criteria, 196).
- 64. Lee EW, Terzo TSDA, Scheck RM. Lack of blood formate accumulation in humans following exposure to methanol vapor at the current permissible exposure limit of 200 ppm. Am Ind Hyg Assoc J. 1992;53:99-102.**

65. Osterloh JD, D'Alessandro A, Chuwers P, Mogadeddi H, Kelly TJ. Serum concentrations of methanol after inhalation at 200 ppm. J Occup Environ Med. 1995;38:571-6.

66. Methyl Alcohol. Washington, DC: OSHA; 2009. [acesso em 27 fev 2009]. Disponível em:
<http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/organic/org091/org091.html>

67. McMartin KE, Martin Amat G, Noker PE, Tephy TH. Lack of a role formaldehyde in methanol poisoning in the monkey. *Biochem Pharmacol.* 1979;28:645-9.

68. Azevedo FA, Borges EL. Breves referências aos aspectos toxicológicos do Metanol. Salvador: Fundação José Silveira; 1990.

69. Jacobsen D, McMartin KE. Methanol and ethylene glycol poisoning. Mechanism of toxicity, clinical course, diagnosis and treatment. *Med Toxicol.* 1986;1:309-34.

70. Frederick LJ, Schulte PA, Apol A. Investigation and control of occupational hazards associated with the use of spirit duplicators. *Am Ind Hyg Assoc J.* 1986;45:51-5.

71. Metanol. In: Emergency and Continuous Exposure Guidance Levels for Selected Submarine Contaminants [acesso em 27 fev 2009]. Washington, DC: The National Academies Press; 2007. cap. 7:167-94. Disponível em:
http://books.nap.edu/openbook.php?record_id=11170&page=167

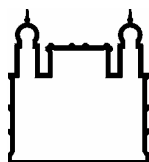
72. Methanol Safe Handling Manual. San Diego: Methanol Institute; 2008.

73. Gravett MG, Hitti J, Hess DL, Eschenback DA. Intrauterine infection and preterm delivery: evidence for activation of the fetal hypothalamic: pituitary: adrenal axis. *Am J Obstet Gynecol.* 2000;182:1404-13.

74. Guggenheim MA, Couch JR, Weinberg W. Motor dysfunction as a permanent complication of methanol ingestion: presentation of a case with a beneficial response to levodopa treatment. *Arch Neurol.* 1971;24:550-4.

75. Ramos A, Silva Filho JF, Jardim SR. Dados sociodemográficos e condições de trabalho de pintores expostos a solventes em uma universidade pública da cidade do Rio de Janeiro. *Rev bras saúde ocup.* 2007;32(116):38-49.

76. Boyle T. Health and safety: risk management. 2. ed. Leicestershire: Lavenham Press; 2002.



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

77. Faustman E, Omenn G. Risk assessment. In: Klaassen CD. Casarett Doull's Toxicology: the basic science of poison. 5. ed. [S.l.]: McGraw-Hill; 1996. p. 75-88.

78. Gill F. Prevention and control of exposure. In: Sadhra S, Rampal KG. Occupational Health: risk assessment and management. London: Blackwell Science; 1999. p. 197-218.

79. World Health Organization. Biological Monitoring of Chemical Exposure in the Workplace. Geneva: WHO; 1996.

80. International Programme on Chemical Safety. Biomarkers in Risk Assessment: Validity and Validatin. [S.l.]: IPCS; 2001. (Environmental Health Criteria, 214).

81. Pivetta F, Machado HJM, Araújo UC, Moreira MFR, Apostoli P. Monitoramento biológico: conceitos e aplicações em saúde pública. Cad Saude Publica. 2001;17:545-54.

82. International Programme on Chemical Safety. Biomarkers and Risk Assessment: Concepts and Principles [acesso em 14 jul 2009]. [S.l.]: IPCS; 1993. (Environmental Health Criteria, 155). Disponível em <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc155.htm#SectionNumber:1>

83. Amorim LCA. Os biomarcadores e sua aplicação na avaliação da exposição aos agentes químicos ambientais. Rev Bras Epidemiol. 2003;6(2):159-170.

84. Manzo L et al. Biochemical markers of neurotoxicity. A review of mechanistic studies and applications. Human Exp Toxicol. 1996;15(1):20-35.

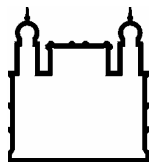
85. Costa LG. Biochemical and molecular neurotoxicology: relevance to biomarker development, neurotoxicity testing and risk assessment. Toxicol Lett. 1998;102:417-21.

86. Silbergeld EK. Neurochemical approaches to developing biochemical markers of neurotoxicity: review of current status and evaluation of future prospects. Environ Res. 1993;63:274-86.

87. Hawkins KA. Occupational neurotoxicology: some neuropsychological issues and challenges. J Clin Exp Neuropsychol. 1990;12(5):664-80.

88. Johnson BL. Neurobehavioral toxicology in the 21st century: a future or a failure? Environ Res. 1993;62:114-24.

89. Iregren A. Using psychological tests for early detection of neurotoxic effects of low level manganese exposure. Neurotoxicology. 1994;15:671-8.



Ministério da Saúde

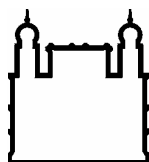
FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SÉRGIO AROUCA
ENSP

90. Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria nº 3214, de 08 jun 1978. Aprova as Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas a Segurança e Medicina do Trabalho. Diário Oficial da União 06 jul 1978.
91. Lenin W. Cahiers Philosophiques. Paris: Ed. Sociales M.; 1965.
92. Bakhtin M. Marxismo e Filosofia da Linguagem. 3. ed. São Paulo: Hucitec; 1986.
93. Minayo MCS, Sanches O. Quantitative and Qualitative Methods: Opposition or Complementarity? Cad Saude Publica. 1993;9(3):239-62.
94. Durkheim E. As Regras do Método Sociológico. São Paulo: Abril; 1978. (Coleção Pensadores).
95. Weber M. The methodological foundation sociology. In: Coser LA, Rosemberg B, editors. Sociological Theory: A Book of Readings. 3. ed. Toronto: The MacMillan Company; 1970. p. 248-58.
96. Fontes M. Contribuição à crítica da economia política Karl Marx. [S.l.: s.n.]; 1977.
97. Miranda AC. A vigilância em saúde na indústria naval: o caso dos trabalhadores em atividades de pintura em um estaleiro do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Dissertação [Mestrado] – Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca; 1997.
98. Hobsbawm EJ. A era das revoluções 1789-1848. 24. ed. São Paulo: Paz e Terra; 2009.
99. Hobsbawm EJ. A era do capital 1848-1875. 14. ed. São Paulo: Paz e Terra; 2009.
100. Hobsbawm EJ. A era dos extremos: o breve século XX 1914-1991. 2. ed. São Paulo: Companhia das Letras; 2008.
101. Mendes R, Dias EC. Da Medicina do trabalho à Saúde do trabalhador. Rev Saude Publica. 1991;25(5):341-9.
102. Laurel AC, Noriega M. Processo de produção e saúde: trabalho e desgaste operário. [S.l.]: Ed. HUCITEC; 1989.
103. Lacaz FAC. O campo Saúde do trabalhador: resgatando conhecimento e práticas sobre as relações trabalho-saúde. [S.l.: s.n.]; 2007.
104. Gomes CM, Fonseca SM. A construção do campo da saúde do trabalhador: percursos e dilema. [S.l.: s.n.]; 1997.
105. Machado JMH. Processo de vigilância em saúde do trabalhador. Cad Saude Publica. 1997;13(Supl. 2):33-45.



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

106. Brito J, Athayde M. Trabalho, educação e saúde: o ponto de vista enigmático da atividade. [S.l.: s.n.]; 2003.

107. Miranda AC, Baecellos C, Moreira JC, Nonken M, organizadores. Território, Ambiente, e Saúde. Rio de Janeiro: Ed. Fiocruz; 2008.

108. Arouca S. O dilema preventivista. São Paulo: UNESP; 2003.

109. Donnangelo MCF. Medicina e Sociedade. São Paulo: Livraria Pioneira; 1975.

110. Escorel S. Reviravolta na Saúde: origem e articulação do movimento sanitário. Rio de Janeiro: Ed Fiocruz; 2009.

111. Brasil. Ministério da Saúde. Lei Orgânica da Saúde, nº 8.080, de 19 de setembro 1990. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. Diário Oficial da União 20 nov 1990.

112. Dias EC, Hoefel MG. O desafio de implementar as ações de saúde do trabalhador no SUS: a estratégia da RENAST. [S.l.: s.n.; 200-?].

113. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 3120, de 1 de julho 1998. Diário Oficial da União 02 jul 1998; Seção 1: 36.

114. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 3.908, de 30 de outubro de 1998. Estabelece procedimentos para orientar e instrumentalizar as ações e serviços de saúde do trabalhador no Sistema Único de Saúde (SUS). Diário Oficial da União 10 nov 1998.

115. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 1679, de 19 de setembro 2002. Dispõe sobre a estruturação da rede nacional de atenção integral à saúde do trabalhador no SUS e dá outras providências. Diário Oficial da União out 2002.

116. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 777/GM, de 28 de abril de 2004. Dispõe sobre os procedimentos técnicos para a notificação dos agravos à saúde do trabalhador em rede de serviços. Diário Oficial da União maio 2004.

117. Medronho RA, Block KV, Luiz RR, Werneck GL. Epidemiologia. São Paulo: Atheneu; 2002.

118. Benseñor IM, Lotufo PA. Epidemiologia: Abordagem Prática. [S.l.]: Sarvier; 2005.

119. Azevedo FA, Chasin AAM. As bases toxicológicas da ecotoxicologia. São Carlos: RiMa; São Paulo: Intertox; 2003.

120. Chronic Effects of organic solvents on the central nervous system and diagnostic criteria. Copenhagen: WHO; Oslo: Nordic Council of Ministers; 1985.

121. Muttray R, Kurte D, Jung K, Schicketanz H, Konietzky J. Acute effects of the human EEG after external exposure to 200 ppm methanol. *Int Arch Occup Environ Health*. 2001;74:43-8.

122. [Schopenhauer](#) A. O mundo como vontade e representação São Paulo: UNESP; 2007.

123. Prefeitura de Quixadá [homepage na Internet]. 2010. [acesso em 15 jul 2009]. Disponível em: <http://www.quixada.ce.gov.br/>

124. Pritchard JD. HPA Compendium of Chemical Hazards: Methanol [acesso em 13 jul 2009]. [S.l.]: HPA; 2007. Disponível em: http://www.hpa.org.uk/web/HPAwebFile/HPAweb_C/1194947364086.

125. Piacitelli G, Roder M, Jensen PA, Votaw D. Health and safety evaluation of methanol as a transit vehicle fuel. Cincinnati, OH: National Institute for Occupational Safety and Health; 1989.

126. Miranda CR, Dias CR. PPRA-PCMSO: auditoria, inspeção do trabalho e controle social. *Cad Saude Publica*. 2004;20(1):224-32.

127. Assunção AA. Uma contribuição ao debate sobre as relações saúde e trabalho. *Rev C S Col*. 2003;8(4):1005-18.

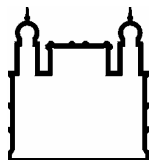
128. Couto HA. Monitorização biológica de trabalhadores expostos a substâncias químicas: guia prático. Belo Horizonte: Ergo; 1992.

129. Monte WC. Methanol: A chemical Trojan horse as the root of the inscrutable U. *Medical Hypotheses*. 2009.

130. Mayfield D, McLeod G, Hall P. The CAGE questionnaire: validation of a new alcoholism instrument. *Am J Psychiatry*. 1974;131:1121-3.

131. Shelby M et al. NTP-CERHR Expert Panel report on the reproductive and developmental toxicity of methanol. [Reprod Toxicol](#). 2004 May;18(3):303-90.

132. Cook MR et al. Effects of methanol vapor on human neurobehavioral measures. *Res Rep Health Eff Inst*. 1991;42:1-45.



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

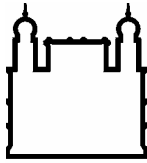


ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

ANEXOS

ANEXO 1 - Roteiro para entrevista

1. DADOS SETOR DE TRABALHO / UNIDADE DE PROCESSAMENTO:



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

(1.1) Setor: _____

(1.2) Cargo: _____ (1.3) Nº trabalhadores na mesma função: _____

Descrição da atividade:

2. RISCOS INERENTES À ATIVIDADE

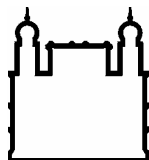
(2.1) Quais os principais riscos da sua atividade?

3. HISTÓRICO DE ACIDENTE DE TRABALHO:

(3.1) O senhor(a) lembra de alguns acidente envolvendo substância química aqui na unidade no período de 2008 a 2009?

4- OUTRAS OBSERVAÇÕES DO TRABALHADOR:

5. OBSERVAÇÕES DO PESQUISADOR:



Ministério da Saúde

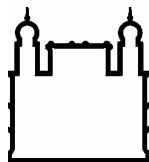
FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ANEXO 2 – Questionário

Código Identificação: _____
Data: ____/____/____

1. DADOS GERAIS DO TRABALHADOR:	
(1.1) Sexo: <input type="checkbox"/> Masculino (1) <input type="checkbox"/> Feminino (0)	(1.4) Formação: _____
(1.2) Se feminino esteve grávida em 2008 e 2009. <input type="checkbox"/> Sim (1) <input type="checkbox"/> Não (0)	(1.5) Tempo de trabalho na função: _____
(1.3) Idade em 2009: _____	(1.6) Cargo/Atividade: _____
	(1.7) Setor ou serviço: _____
2. DADOS DE EXPOSIÇÃO:	
(2.1) Você trabalhou com alguma substância química? <input type="checkbox"/> Sim (1) <input type="checkbox"/> Não (0)	(2.2) Quais substâncias químicas? _____ _____ _____
(2.3) Você reconhece o cheiro de metanol? <input type="checkbox"/> Sim (1) <input type="checkbox"/> Não (0)	(2.5) Qual(is) operação(ões) específicas: _____ _____
(2.4) Você sente esse cheiro: <input type="checkbox"/> Durante toda jornada de trabalho <input type="checkbox"/> Raramente <input type="checkbox"/> Nunca <input type="checkbox"/> Durante uma operação específica	(2.6) Na sua atividade você se expõe a outro tipo de risco? <input type="checkbox"/> Sim (1) <input type="checkbox"/> Não (0)
	(2.7) Qual (is) atividade (s): _____
	(2.8) Quais são os riscos? _____
3. HISTÓRIA PATOLÓGICA PREGRESSA	
(3.1) O senhor(a) tem ou já teve diagnóstico de doenças cardiovasculares como por exemplo pressão alta, dor no peito ou infarto: <input type="checkbox"/> Sim (1) <input type="checkbox"/> Não (0) <input type="checkbox"/> Não Sabe (2)	
(3.1.1) Outros sintomas: _____	
(3.2) O senhor(a) tem ou teve diagnóstico de doenças neurológicas como por exemplo convulsão, perda de memória, desmaio, confusão mental, dor de cabeça ou formigamento: <input type="checkbox"/> Sim (1) <input type="checkbox"/> Não (0) <input type="checkbox"/> Não Sabe (2)	
(3.2.1) Qual(is): _____	
(3.4) O senhor(a) tem ou já teve diagnóstico de doenças respiratórias como por exemplo falta de ar, bronquite, asma ou tosse seca: <input type="checkbox"/> Sim (1) <input type="checkbox"/> Não (0) <input type="checkbox"/> Não Sabe (2)	
(3.4.1) Qual(is): _____	
(3.5) O senhor(a) tem o já teve diagnóstico de doenças gastrointestinais como por exemplo: úlcera, gastrite, dor no estômago, azia ou queimação: <input type="checkbox"/> Sim (1) <input type="checkbox"/> Não (0) <input type="checkbox"/> Não Sabe (2)	



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

(3.5.1) Qual(is): _____

(3.6) O senhor(a) tem ou já teve diagnóstico de doenças hepáticas (fígado) como por exemplo hepatite ou cirrose: Sim (1) Não (0) Não Sabe (2)

(3.6.1) Qual(is): _____

(3.7) O senhor(a) tem ou já teve diagnóstico de doenças renais como por exemplo infecção urinária, dor ao urinar, inchaço generalizado : Sim (1) Não (0) Não Sabe (2)

(3.7.1) Outros sintomas: _____

(3.8) O senhor(a) tem ou já teve diagnóstico de doenças psíquicas como por exemplo: depressão, euforia, fobia (medo incontrolado) Sim (1) Não (0) Não Sabe (2)

(3.8.1) Qual(is): _____

(3.9) O senhor(a) tem ou já teve diagnóstico de doenças da visão como por exemplo: visão dupla, perda de foco, diminuição da acuidade ou do campo de visão Sim (1) Não (0) Não Sabe (2)

(3.9.1) Qual(is): _____

(3.10) O senhor(a) tem ou já teve diagnóstico de doenças da pele como por exemplo: coceira, irritação, ressecamento ou alergias de pele Sim (1) Não (0) Não Sabe (2)

(3.10.1) Qual(is): _____

4. Estilos de Vida

(4.1) TABAGISMO

(4.1.1) Você é:

- Fumante
- Ex-fumante (Passe para a questão 4.1.4)
- Nunca fumou (Passe para a questão 5.2.1)

(4.1.2) Quantos cigarros você fuma por dia?

- Menos de 10 (0)
- De 11 a 20 (1)
- De 21 a 30 (2)
- Mais de 31 (3)

(4.1.3) Há quantos anos você fuma?

- Menos de 5 anos
- De 05 a 10 anos
- De 10 á 15 anos
- Mais de 15 anos

(4.1.4) Quantos anos você fumou?

- Menos de 5 anos
- De 05 a 10 anos
- De 10 á 15 anos
- Mais de 15 anos

(4.1.5) Quando tempo você parou de fumar?

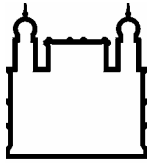
- Menos de 6 meses
- Mais de 1 ano
- Mais de 5 anos
- Mais de 10 anos

(5.2) ALCOOLISMO

(5.2.1) Você é:

- Etilista (Consome bebida alcoólica com frequência)
- Ex-etilista (Já consumiu bebida alcoólica) - Passe para a questão 5.2.6
- Nunca consumiu bebida alcoólica - Passe para a questão 5.3.1

(5.2.3) As pessoas o(a) aborrecem porque criticam o seu modo de tomar bebidas alcoólicas? Sim Não



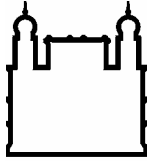
Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

(5.2.4) O(a) senhor(a) se sente chateado(a) consigo mesmo(a) pela maneira como costuma tomar bebidas alcoólicas? <input type="checkbox"/> Sim (1) <input type="checkbox"/> Não (0)	
(5.2.5) Costuma tomar bebidas alcoólicas pela manhã para diminuir o nervosismo ou ressaca? <input type="checkbox"/> Sim (1) <input type="checkbox"/> Não (0)	
ALCOOLISMO (Teste CAGE) → Respostas afirmativas _ _	
(5.2.6) Há quanto tempo você parou de beber: _ _ <input type="checkbox"/> D-Dia; M-Mês; A-Ano; I-Ign.	(5.2.7) Durante quanto tempo você bebeu: _ _ <input type="checkbox"/> D-Dia; M-Mês; A-Ano; I-Ign.
(5.2.8) Quando você bebia, quantas doses você bebia, em média, por dia: _ _	
(5.3) CONSUMO DE OUTROS MEDICAMENTOS	
(5.3.1) Atualmente usa algum medicamento para dormir: <input type="checkbox"/> Sim (1) <input type="checkbox"/> Não (0) (Passe para a questão 6.1)	
(5.3.2) Qual(is): _____	
(5.3.3) Frequência: <input type="checkbox"/> 1 a 2 vezes por semana <input type="checkbox"/> 3 a 4 vezes por semana <input type="checkbox"/> 5 a 6 vezes por semana <input type="checkbox"/> Diariamente <input type="checkbox"/> Outra: _____	
6. SINAIS E SINTOMAS ATUAIS → DATA: _ _ _ _ _ _ _ _	
(6.1) SISTEMA NERVOSO CENTRAL E PERIFÉRICO	
(6.1.1) Nos últimos dois meses o senhor(a) sentiu dores de cabeça? <input type="checkbox"/> Sim (1) <input type="checkbox"/> Não (0) <input type="checkbox"/> Não sabe referir (2)	
(6.1.3) Nos últimos dois meses o senhor(a) sentiu-se irritado mais do que de costume? <input type="checkbox"/> Sim (1) <input type="checkbox"/> Não (0) <input type="checkbox"/> Não sabe referir (2)	
(6.1.5) 'Nos últimos dois meses o senhor(a) sentiu-se ansioso mais do que de costume? <input type="checkbox"/> Sim (1) <input type="checkbox"/> Não (0) <input type="checkbox"/> Não sabe referir (2)	
(6.1.6) Nos últimos dois meses o senhor(a) teve insônia? <input type="checkbox"/> Sim (1) <input type="checkbox"/> Não (0) <input type="checkbox"/> Não sabe referir (2)	
(6.1.7) Nos últimos dois meses o senhor(a) percebeu alguma alteração de humor sem causa aparente? <input type="checkbox"/> Sim (1) <input type="checkbox"/> Não (0) <input type="checkbox"/> Não sabe referir (2)	
(6.1.8) Nos últimos dois meses o senhor(a) apresentou tremores? <input type="checkbox"/> Sim (1) <input type="checkbox"/> Não (0) <input type="checkbox"/> Não sabe referir (2)	
(6.1.9) Nos últimos dois meses o senhor(a) apresentou câibras? <input type="checkbox"/> Sim (1) <input type="checkbox"/> Não (0) <input type="checkbox"/> Não sabe referir (2)	
(6.1.10) Nos últimos dois meses o senhor(a) percebeu uma diminuição da sua força muscular? <input type="checkbox"/> Sim (1) <input type="checkbox"/> Não (0) <input type="checkbox"/> Não sabe referir (2)	
6.2 SISTEMA CARDIOVASCULAR	
(6.2.1) Nos últimos dois meses o senhor(a) sentiu palpitação (" coração descompassado") ou Taquicardia ("coração acelerado")? <input type="checkbox"/> Sim (1) <input type="checkbox"/> Não (0) <input type="checkbox"/> Não sabe referir (2)	
6.3 SISTEMA DIGESTIVO	
(6.3.1) Nos últimos dois meses o senhor(a) teve perda de Apetite?	



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

Sim (1) Não (0) Não sabe referir (2)

(6.3.3) Nos últimos dois meses o senhor(a) teve enjoos e/ou vômitos?

Sim (1) Não (0) Não sabe referir (2)

6.4 SISTEMA RESPIRATÓRIO

(6.4.1) Nos últimos dois meses o senhor(a) teve dificuldades para respirar?

Sim (1) Não (0) Não sabe referir (2)

6.5 SISTEMA GENITO-URINÁRIO E SISTEMA ENDÓCRINO

(6.5.1) Nos últimos dois meses o senhor(a) teve diminuição do volume de urina?

Sim (1) Não (0) Não sabe referir (2)

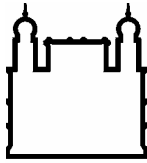
6.6 PELE E MUCOSAS

(6.6.1) Nos últimos dois meses o senhor(a) teve irritação nos olhos?

Sim (1) Não (0) Não sabe referir (2)

(6.6.3) Nos últimos dois meses o senhor(a) teve coceira na pele?

Sim (1) Não (0) Não sabe referir (2)



Ministério da Saúde

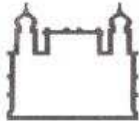
FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

ANEXO 3 - Cópia Parecer nº 148/2009



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz
Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca
Comitê de Ética em Pesquisa



Rio de Janeiro, 15 de setembro de 2009.

O Comitê de Ética em Pesquisa da Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca – CEP/ENSP, constituído nos Termos da Resolução CNS nº 196/96 e, devidamente registrado na Comissão Nacional de Ética em Pesquisa - CONEP, recebeu, analisou e emitiu parecer sobre a documentação referente ao Protocolo de Pesquisa, conforme abaixo, discriminado:

PROTOCOLO DE PESQUISA CEP/ENSP - Nº 148/09
CAAE: 0161.0.031.000-09

Título do Projeto: “Análise da situação de saúde dos trabalhadores expostos ao metanol no processo de fabricação de biocombustível”

Classificação no Fluxograma: Grupo III

Pesquisadora Responsável: Cristiane Silva de Assis

Orientadores: Ana Maria Cheblé Bahia Braga e Maria de Fátima Ramos Moreira

Instituição onde se realizará: Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca – ENSP/FIOCRUZ

Data de recebimento no CEP-ENSP: 22 / 07 / 2009

Data de apreciação: 05 / 08 / 2009

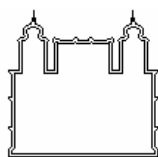
Parecer do CEP/ENSP: Aprovado.

Ressaltamos que a pesquisadora responsável por este Protocolo de Pesquisa deverá apresentar a este Comitê de Ética um relatório das atividades desenvolvidas no período de 12 meses a contar da data de sua aprovação (*item VII.13.d., da resolução CNS/MS Nº 196/96*) de acordo com o modelo disponível na página do CEP/ENSP na internet.

Esclarecemos, que o CEP/ENSP deverá ser informado de quaisquer fatos relevantes (incluindo mudanças de método) que alterem o curso normal do estudo, devendo a pesquisadora justificar caso o mesmo venha a ser interrompido.

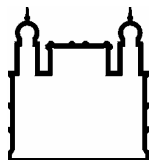

PROF. SERGIO REGO
Coordenador do Comitê de
Ética em Pesquisa
CEP/ENSP

ANEXO 4 - Termo de consentimento livre e esclarecido



Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa “Avaliação das condições de trabalho no processo de produção de biocombustível e a exposição ao metanol”. Após ser esclarecido(a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa você não será penalizado(a) de forma alguma. Em caso de dúvida você poderá procurar o Comitê de Ética em Pesquisa da Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca ou o pesquisador responsável.

- Esta pesquisa avaliará questões ligadas a exposição ocupacional ao agente químico metanol e sua influência nos acidentes de trabalho na planta de biocombustível de Quixadá (CE) buscando conhecer as relações de trabalho e aspectos relacionados à saúde dos trabalhadores envolvidos nesse processo.
- Sua participação nesta pesquisa não é obrigatória. A qualquer momento você poderá desistir de participar e retirar o seu consentimento. Isso não trará nenhum prejuízo à sua relação com o pesquisador nem com ENSPSA/FIOCRUZ. É importante dizer que você não receberá nenhum dinheiro por sua colaboração.
- As informações obtidas nessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação e contribuições.
- Sua participação, caso aceite, será responder a um questionário e a uma entrevista gravada sobre sua condição de trabalho, situação de saúde frente ao trabalho, preocupações, expectativas e sugestões. Em momento algum, serão citados seu nome ou qualquer outro dado que o identifique, não havendo, assim, possibilidade de quebra de sigilo ou quaisquer outros riscos.



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

O benefício relacionado à sua participação é trazer para a comunidade científica a realidade do trabalho que você desempenha, de forma a consubstanciar o estabelecimento de políticas públicas voltadas para a conservação da saúde dos trabalhadores envolvidos.

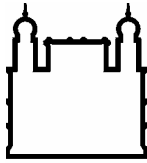
<p>Cristiane Silva de Assis (aneouassis@gmail.com) CESTEH/ENSPSA/Fiocruz Rua Leopoldo Bulhões, 1480. Manguinhos. CEP 21041-210, Rio de Janeiro – RJ. Tel. (21) 2598-2824</p>	<p>Comitê de Ética em Pesquisa/ENSP Rua Leopoldo Bulhões, 1480. Sala 314. Manguinhos. CEP 21041-210, Rio de Janeiro – RJ. Tel. (21) 25982863 cep@ensp.fiocruz.br</p>
--	---

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

Entrevistado

Declaro que não me afastarei dos objetivos da presente pesquisa, e, em hipótese alguma, permitirei a exposição da identidade de qualquer dos entrevistados.

Pesquisador Responsável



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

ANEXO 5 - Lista de Verificação para o caminhão tanque

LISTA DE VERIFICAÇÃO PARA CAMINHÃO TANQUE (CT)

Data: ___ / ___ / ___ Responsável: _____

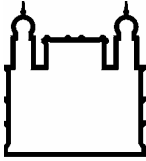
CT a serviço da Companhia: _____ Transportadora: _____

Verificação: Aleatória Periódica

Motorista	Tanque(s)	Cavalo
Prontuário CNH	Capacidade	Placa Estado
Nº Identidade	Placa Estado	Nº Cert. Aferição
Nome do Motorista	Nº Cert. Aferição	Vencimento
Assinatura do Motorista	Vencimento	
	Ano de fab.	

IT	TIP O	DESCRIÇÃO	N.A	SIM	NÃO
01	O	Motorista apresentou habilitação categoria "E".	()	()	()
02	O	Motorista apresentou certificado do curso de MOP e direção defensiva.	()	()	()
03	-	Uniforme em duas peças (calça e camisa), em tecido de algodão, sem bolso na camisa.	()	()	()
04	-	Calçado de segurança com solado anti-derrapante sem biqueira de aço.	()	()	()
05	-	Capacete de segurança com jugular.	()	()	()
06	-	Óculos de Segurança tipo ampla visão.	()	()	()
07	O	Ficha de emergência e envelope para transporte.	()	()	()
08	O	Tacógrafo ligado diretamente à bateria do veículo.	()	()	()
09	-	Lanterna com 2 ou 3 pilhas.	()	()	()
10	O	Cinto de segurança em boas condições.	()	()	()
11	O	Limpadores de pára-brisas em boas condições.	()	()	()
12	O	Espelhos retrovisores em boas condições.	()	()	()
13	O	Chave geral blindada dentro da cabina ou perto da bateria (no caso de basculante).	()	()	()
14	O	Baterias protegidas e isoladas.	()	()	()
15	O	Faróis, lanternas, setas e luzes funcionando perfeitamente, lentes sem trincas e bem fixadas.	()	()	()
16	-	50 metros de fita ou corda para isolamento.	()	()	()
17	-	4 placas de 340 x 470mm - "PERIGO, AFASTE-SE!"	()	()	()
18	-	4 cones, cavaletes ou tripés.	()	()	()
19	-	Balde de drenagem de alumínio e com cordoalha de aterramento.	()	()	()
20	-	EPI'S (Luvas impermeáveis em PVC, cano médio, mascaram com filtro para vapores orgânicos, cinto de segurança e protetor auricular).	()	()	()
21	O	Cabo-terra com capa transparente.	()	()	()
22	O	2 extintores de pó químico seco, capacidade mínima de 8 Kgf em local de fácil acesso e retirada no prazo de validade.	()	()	()
23	-	2 calços de madeira medindo 150 x 200 x 150mm.	()	()	()
24	O	Pneus em bom estado e sulcos de no mínimo 1,6mm – Conforme legislação CTB; sem faltar porcas e parafusos de sustentação	()	()	()

Este documento é o **Anexo A** do PE-300-XXXX-#.



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

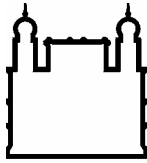
25	<input type="radio"/>	Plaquetas de aterramento padronizadas (75 x 65 x 05mm com ressalto de 65 x 07 x 04mm de cada lado na borda inferior).	()	()	()
26	<input type="radio"/>	Instalações elét. em dutos metálicos ou PVC rígido, com emendas só em cx. de passagem.	()	()	()
27	<input type="radio"/>	Tanque isento de amassões e furos.	()	()	()
28	<input type="radio"/>	Tanque interligado ao chassis por cabo-terra.	()	()	()
29	<input type="radio"/>	Tanque isento de produtos residuais	()	()	()
30	<input type="radio"/>	Rótulo de risco e painéis de segurança para identificação dos produtos.	()	()	()
31	<input type="radio"/>	Números de telefones de emergência em local visível.	()	()	()
32	-	Caixa porta-mangote.	()	()	()
33	-	Piso anti-derrapante nos passadiços, cofre de expansão e laterais do cofre.	()	()	()
34	-	Escadas com anti-derrapante.	()	()	()
35	<input type="radio"/>	Válvulas de alívio de pressão e vácuo em cada compartimento.	()	()	()
36	<input type="radio"/>	Válvulas de fundo e de fecho rápido permitindo boa vedação.	()	()	()
37	<input type="radio"/>	Seta soldada, cravada ou rosqueada (neste último caso, com lacre do INMETRO que estará registrado no certificado de aferição).	()	()	()
38	<input type="radio"/>	No caso de carreta, as placas do cavalo e semi-reboque coincidem com as registradas no certificado de aferição.	()	()	()
39	<input type="radio"/>	CT. Isento de água e impureza.	()	()	()
40	<input type="radio"/>	Descarga com corta chama acoplado	()	()	()

TIPOS: "O" – Obrigatório e "-" – Pode-se dar um prazo de 08 (oito) dias para regularização.
Obs.: Verificar com mais intensidade os tanques com mais de 10 anos de fabricação; possibilidade de furos.

PLANO DE AÇÃO:

CORREÇÕES DOS ITENS LEVANTADOS NO CHECK-LIST:

ITEM	DESCRIÇÃO	QUANDO	RESPONSAVEL	STATUS
Verificado por:		Liberado por:		
Aprovado por:		Data:		



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

ANEXO 6 - Relatório de Análises -Ar atmosférico amostrado para fins de higiene ocupacional

Relatório de Análise nº 83459.02.09



Amostra: Ar atmosférico amostrado para fins de Higiene Ocupacional

Recebida em: 02/02/2009

Data da análise: 03/02/2009 a 10/02/2009

Método: Environ IT. 10-07/03, Environ IT. 10-11/01, NIOSH 1603, NIOSH 7903, OSHA 91.

Amostra	Nº do Cliente	Vol./Tempo	Coleta	Resultados
83459.1	00172980	6,00 L	27/01/2009	Acetona 12,4 ppm Etilbenzeno <0,1 ppm n-Butanol <0,8 ppm Tolueno <0,3 ppm Benzeno 0,02 ppm Isopropanol <1,1 ppm o, m e p-Xileno <0,2 ppm ---
83459.2	05170675	12,00 L	27/01/2009	Ácido Sulfúrico <0,42 mg/m³ Cloreto de Hidrogênio <0,3 ppm
83459.3	CG 4597	120 min.	27/01/2009	Clorofórmio <1,2 ppm n-Heptano (todos os Isômeros) 0,8 ppm Éter de Petróleo <1,3 ppm ---
83459.4	00070969	0,60 L	27/01/2009	Ácido Acético 120,8 ppm ---
83459.5	11773230/ 747	1,20 L	27/01/2009	Metanol 79538,2 ppm ---

Notas

- 1 - Amostragem: não realizada pela Environ Científica, foram usados os dados fornecidos pelo interessado.
- 2 - BC: não fornecido.
- 3 - Onde aplicável, o resultado foi corrigido pelo branco de meio que não apresentou massa acima do limite de quantificação.
- 4 - A fase secundária das amostras apresentaram as respectivas concentrações de Acetona: 83459.1: 122,1 %, Ácido Acético: 83459.4: 42,5 % e Metanol: 83549.5: 39,7 %. Onde aplicável, a fase secundária da amostra não apresentou os agentes químicos acima de 10 % em relação à fase frontal. Concentrações superiores a 10 % na fase secundária indicam a possibilidade de perda.
- 5 - As amostras 83459.1 e da 83459.3 a 83459.5 apresentaram outras substâncias, recomendamos a identificação e medição.
- 6 - O resultado precedido de "<" significa que não foi detectado o agente químico acima do limite de quantificação.
- 7 - As amostras foram recebidas acondicionadas conforme previsto na metodologia, exceto as amostras 83549.1 e 83459.5 que não foram recebidas acondicionadas sob refrigeração, conforme previsto na metodologia.

Limites de Tolerância da ACGIH 2008:

São colocados apenas para fins de referência. É da responsabilidade do interessado a utilização dos limites apropriados à finalidade da avaliação. Acetona 750 ppm STEL (A4), 500 ppm TWA; Benzeno 2,5 ppm STEL (A1), 0,5 ppm TWA; Cloreto de Hidrogênio 2 ppm TETO (A4); Clorofórmio 100 ppm TWA (A3); Etilbenzeno 125 ppm STEL (A3), 100 ppm TWA; Isopropanol 400 ppm STEL (A4), 200 ppm TWA; Metanol 250 ppm STEL, 200 ppm TWA; Tolueno 20 ppm TWA (A4); n-Butanol 20 ppm TWA; n-Heptano (todos os Isômeros) 500 ppm STEL, 400 ppm TWA; o, m e p-Xileno 150 ppm STEL (A4), 100 ppm TWA; Ácido Acético 15 ppm STEL, 10 ppm TWA; Ácido Sulfúrico 0,2 mg/m³ TWA (A2); Éter de Petróleo 300 ppm TWA (A3).

Limites de Quantificação:

Acetona 16 µg; Benzeno 0,22 µg; Cloreto de Hidrogênio 5 µg; Clorofórmio 23 µg; Etilbenzeno 2 µg; Isopropanol 16 µg; Metanol 14 µg; Tolueno 6 µg; n-Butanol 16 µg; n-Heptano (todos os Isômeros) 11 µg; o, m e p-Xileno 6 µg; Ácido Acético 3 µg; Ácido Sulfúrico 5 µg; Éter de Petróleo 22 µg.

Símbolos:

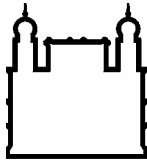
BC = branco de campo; LQ = limite de quantificação; ppm = parte por milhão; mg/m³ = miligrama por metro cúbico; µg = miligrama; µg = micrograma; NI = não informado; "<" = abaixo do LQ; f/cc = Fibra por centímetro cúbico.

São Bernardo do Campo, 16/02/2009

Santiago J. Martínez
CRQ IV 4402598
Gerente Técnico

Não é permitida a reprodução parcial deste documento sem a autorização por escrito.

Pág. 1 / 1



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP



Relatório de Análise nº 84463.03.09

Amostra: Ar atmosférico amostrado para fins de Higiene Ocupacional

Recebida em: 27/03/2009

Data da análise: 31/03/2009 a 08/04/2009

Método: Environ IT, 10-11/01, NIOSH 1613, OSHA 91.

Amostra	Nº do Cliente	Vol./Tempo	Coleta	Resultados
84463.1	CT 3904 (829711)	480 min.	23/03/2009	Éter Etilico 27,8 ppm
84463.2	11777841	6,0 L	23/03/2009	Metanol <2,0 ppm
84463.3	11777840	6,0 L	23/03/2009	Metanol <2,0 ppm
84463.4	00077099	6,0 L	23/03/2009	Piridina <0,2 ppm

Notas

- 1 - Amostragem: não realizada pela Environ Científica, foram usados os dados fornecidos pelo interessado.
- 2 - BC: não fornecido.
- 3 - Onde aplicável, o resultado foi corrigido pelo branco de meio que não apresentou massa acima do limite de quantificação.
- 4 - Onde aplicável, a fase secundária das amostras não apresentou os agentes químicos acima de 50 % para Éter Etilico e 10 % para os demais em relação à fase frontal. Concentrações superiores a 50 % para Éter Etilico e 10 % para os demais na fase secundária indicam a possibilidade de perda.
- 5 - O tempo de amostragem para Éter Etilico foi superior ao recomendado pelo fabricante.
- 6 - A amostra 84463.1 apresentou outras substâncias, recomendamos a identificação e medição.
- 7 - O volume de ar amostrado para Metanol foi superior ao recomendado pelo método.
- 8 - As amostras foram recebidas acondicionadas conforme previsto na metodologia, exceto as amostras de Metanol, que não foram recebidas acondicionadas sob refrigeração, conforme previsto na metodologia.
- 9 - O resultado precedido de "<" significa que não foi detectado o agente químico acima do limite de quantificação.

Limites de Tolerância da ACGIH 2008:

São colocados apenas para fins de referência. É da responsabilidade do interessado a utilização dos limites apropriados à finalidade da avaliação.
Metanol 250 ppm STEL, 200 ppm TWA; Piridina 1 ppm TWA (A4); Éter Etilico 500 ppm STEL, 400 ppm TWA.

Limites de Quantificação:

Metanol 14 µg; Piridina 4 µg; Éter Etilico 11 µg.

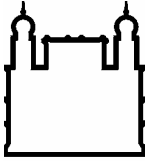
Siglas:

BC = branco de campo; LQ = limite de quantificação; ppm = parte por milhão; mg/m³ = miligrama por metro cúbico;
mg = miligrama; µg = micrograma; NI = não informado; "<" = abaixo do LQ; f/cc = Fibra por centímetro cúbico.

São Bernardo do Campo, 09/04/2009


Santiago J. Martínez
CRQ IV 4402598
Gerente Técnico

Não é permitida a reprodução parcial deste documento sem a autorização por escrito.



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP



Relatório de Análise nº 84646.04.09

Amostra: Ar atmosférico amostrado para fins de Higiene Ocupacional
Recebida em: 03/04/2009
Data da análise: 09/04/2009
Método: NIOSH 7903.

Amostra	Nº do Cliente	Vol./Tempo	Coleta	Resultados
84646.1	05160217	30,00 L	31/03/2009	Cloreto de Hidrogênio <0,1 ppm

Notas

- 1 - Amostragem: não realizada pela Environ Científica, foram usados os dados fornecidos pelo interessado.
- 2 - BC: não fornecido.
- 3 - O resultado foi corrigido pelo branco de meio que não apresentou massa acima do limite de quantificação.
- 4 - A fase secundária da amostra não apresentou o agente químico acima de 10 % em relação à fase frontal. Concentrações superiores a 10 % na fase secundária indicam a possibilidade de perda.
- 5 - A amostra foi recebida acondicionada conforme previsto na metodologia.
- 6 - O resultado precedido de "<" significa que não foi detectado o agente químico acima do limite de quantificação.

Limites de Tolerância da ACGIH 2008:

São colocados apenas para fins de referência. É da responsabilidade do interessado a utilização dos limites apropriados à finalidade da avaliação.
Cloreto de Hidrogênio 2 ppm TETO (A4).

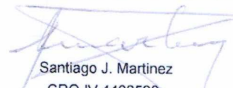
Limites de Quantificação:

Cloreto de Hidrogênio 5 µg.

Siglas:

BC = branco de campo; LQ = limite de quantificação; ppm = parte por milhão; mg/m³ = miligrama por metro cúbico;
mg = miligrama; µg = micrograma; NI = não informado; "<" = abaixo do LQ; f/cc = Fibra por centímetro cúbico.

São Bernardo do Campo, 15/04/2009

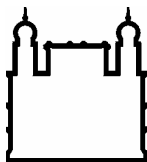

Santiago J. Martinez
CRQ IV 4402598
Gerente Técnico

Não é permitida a reprodução parcial deste documento sem a autorização por escrito.

Pág. 1 / 1

ENVIRON CIENTÍFICA LTDA. - Laboratório e Serviços de Higiene Ocupacional e Meio Ambiente
R. Silva Jardim, 251 - Centro - S.B. Campo - SP - CEP 09715-090 - PABX (011) 4125-3044 - Fax (011) 4125-4520
ESCRITÓRIO REGIONAL NORDESTE Av. Luiz Tarquínio Pontes, 2580, sala 101, bloco A - Lauro de Freitas
Bahia - CEP 42700-000 - Tel.: (071) 3289-5939 - e-mail: environ@environ.com.br - Web Site: www.environ.com.br

ANEXO 7 - Lista de reagentes e padrões utilizados no Laboratório de controle de qualidade da UPBQ

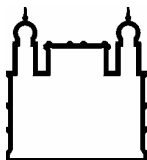


Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



Nº	Reagentes
1	Acetona
2	Acetato de Zinco
3	Acido Acetico
4	Ácido Clorídrico
5	Acido Nítrico
6	Acido Oxálico
7	Ácido Periódico
8	Acido Sulfúrico
9	Ácido Periódico
10	Álcool Butílico
11	Álcool Etilico
12	Álcool Isopropílico
13	Álcool Metílico
14	Amido Solúvel
15	Amino propanol
16	Anilina
17	Azul de Bromotimol
18	Biftalato de Potássio
19	Bromofenol
20	Carbonato de Sódio
21	Ciclohexano
22	Cloreto de Amônio
23	Cloreto de Bário
24	Cloreto de Hidroxilmina
25	Cloreto de Lítio
26	Cloreto de Potássio
27	Cloreto de Sódio
28	Cloreto de Estanho
29	Clorofórmio
30	Cobre Metálico
31	Dissulfeto de Carbono
32	Cromato de Potássio



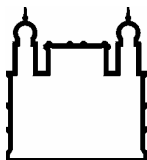
Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

33	Dicromato de Potássio
34	Éter de petróleo
35	Éter Etilico
36	Etilamina
37	Etileno Glicol
38	Fenolftaleína
39	Fosfato de Potássio
40	Glicerina Bidestilada
41	Gossipol
42	Graxa de Silicone
43	Hexano P.A
44	Hidróxido de Potássio
45	Hidroxido de Amônio
46	Hidróxido de Sódio
47	Iodeto de potássio
48	Iodo Ressublimado
49	Iso octano
50	Iso octano
51	Metil-etil-cetona
52	Molibdato de Amônio
53	Molibdato de Sódio
54	N Heptano
55	N.N Dimetilformamida
56	Nitrato de Prata
57	Óleo Mineral
58	Óxido de Zinco
59	Piridina
60	Preto de Eriocromo
61	Querosene
62	Sal Dissódico EDTA
63	Sílica gel Azul
65	Solução de KF Coulométrico
66	Solução de KF Volumétrico
67	Solução de Wijs



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

68	Sulfato de Prata
69	Sulfato de hidrazina
70	Tiosulfato de Sódio
71	Tolueno
72	Vaselina
73	Vaselina Sódica
74	Xileno

Lista de Padrões utilizados no laboratório da UPBQ

Nº	Padrões utilizados no Laboratório
1	Glicerina
2	Monoleína
3	1,3 Dioleína
4	Trioleína
5	Tricaprina
6	MSTFA
7	Butanotriol