

Uso do metanol e risco de exposição dos trabalhadores de uma usina de biodiesel

Use of methanol and workers' risk of exposure at a biodiesel plant

Cristiane Silva de Assis¹, Leda Diva Freitas de Jesus²,
Ary Carvalho de Miranda², Maria de Fátima Ramos Moreira²

RESUMO | **Contexto:** O metanol é usado como matéria-prima na fabricação de biodiesel e pode causar, em especial, danos oftalmológicos e neurológicos. A exposição ocupacional acontece principalmente pela inalação de vapores. No entanto, os dados relacionados aos efeitos da exposição crônica ao metanol em humanos são limitados. **Objetivos:** Mostrar situações e atividades com risco de exposição ao metanol em uma planta de biodiesel e a presença de possíveis sintomas de contaminação nos trabalhadores. **Métodos:** Questionário, entrevistas, observação direta e análise documental possibilitaram a coleta dos dados. **Resultados:** O processo produtivo apresentou oito situações de exposição ao metanol. Entre os 42 sujeitos da pesquisa, 27 trabalhavam diretamente expostos e relataram ter dor de cabeça (71,42%), formigamento (42,00%), entre outros sintomas. As mais importantes queixas relacionadas com os efeitos neurotóxicos foram irritação (40,50%), ansiedade (35,70%) e dor de cabeça (64,30%). Funcionários das áreas administrativas também apresentavam sintomatologia idêntica à de contaminação pelo químico. **Conclusões:** Trabalhadores em diferentes atividades estavam expostos ao metanol, e a análise dos sintomas associados à exposição a esse solvente revelou que a maioria apresentava alguma sintomatologia compatível com a contaminação por ele.

Palavras-chave | metanol; biocombustíveis; fontes geradoras de energia; riscos ocupacionais; toxicidade.

ABSTRACT | **Background:** Methanol is used as raw material for biodiesel production and might cause especially visual and neurological disorders. Occupational exposure mainly occurs through vapor inhalation. However, the available data on the effects of human chronic exposure to methanol are limited. **Aims:** To describe situations and activities involving risk of exposure to methanol in a biodiesel plant and the possible presence of symptoms of contamination in workers. **Methods:** Data collection was performed by means of direct observation, interviews, document analysis and application of a questionnaire. **Results:** The production process included eight different situation os methanol exposure. Among the 42 participants in the study, 27 worked under conditions of direct methanol exposure and reported headache (71.42%) and tingling (42.00%) among other symptoms. The most important complaints related to the neurotoxic effects of methanol were irritation (40.50%), anxiety (35.70%) and headache (64.30%). Similarly, workers in administrative areas exhibited the same symptoms of contamination by the chemical. **Conclusions:** Workers performing various different activities were exposed to methanol; analysis of the symptoms associated with exposure to the solvent showed that most of them exhibited symptoms compatible with methanol contamination.

Keywords | methanol; biofuels; energy sources; occupational risks; toxicity.

Trabalho realizado no Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana (CESTEH) da Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca (ENSP) da Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) - Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

¹Petróleo Brasileiro S.A. - Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

²Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana (CESTEH) da Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca (ENSP) da Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) - Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

DOI: 10.5327/Z1679443520177031

INTRODUÇÃO

Os biocombustíveis são produzidos a partir de fontes renováveis como grãos, biomassa, óleos vegetais e resíduos industriais e municipais tratados. Nessa categoria,

o biodiesel é um biocombustível derivado de óleos vegetais ou gordura animal, que pode substituir o óleo diesel derivado de petróleo (Figura 1). É obtido por diferentes processos, tais como craqueamento e transesterificação^{1,2}.

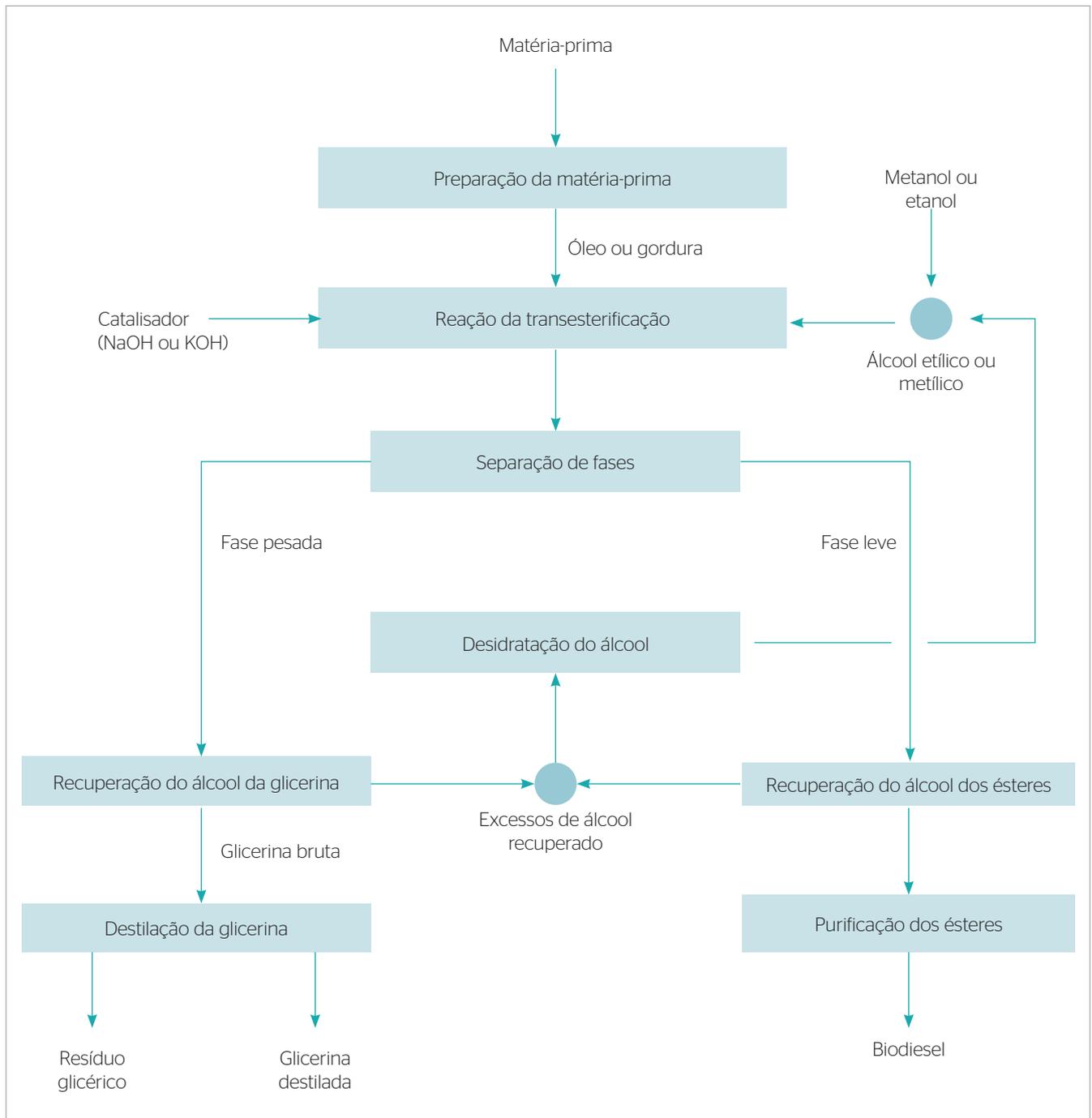


Figura 1. Fluxograma do processo de fabricação do biodiesel.

O método produtivo incentivado pelo governo brasileiro é o da transesterificação, que consiste na reação química de triglicerídeos com metanol ou etanol¹. O metanol é o solvente químico mais utilizado no Brasil e no mundo, por ter maior rendimento na reação de transesterificação em relação ao etanol e formar menor quantidade do subproduto glicerina³.

Diversos problemas de saúde têm sido relacionados com a exposição ao metanol⁴. Destaca-se, no entanto, a ausência de informações sobre a saúde dos trabalhadores participantes de processos produtivos em que se utiliza esse álcool. A exposição ocupacional acontece principalmente pela inalação dos vapores. Inicialmente, as exposições agudas podem resultar em depressão do sistema nervoso central (SNC), com subsequente cegueira. Com a morte podem ocorrer no caso de exposições significativas. Por outro lado, os dados são limitados em relação aos efeitos da exposição crônica ao metanol em humanos. Entretanto, efeitos de longo prazo por inalação de baixas concentrações do solvente podem incluir cegueira e danos permanentes ao SNC^{4,5}.

Como as informações disponíveis sobre a toxicidade do metanol em seres humanos referem-se, em sua maioria, à exposição oral⁶ e acidental⁷, poucos são os estudos relacionados à exposição ocupacional⁸. Em menor número ainda são aqueles que têm trabalhadores de usina de biodiesel como população de estudo⁹.

As condições de trabalho e vida dos trabalhadores são determinantes para o processo de saúde-doença enfrentado na sua relação com o trabalho. A Saúde do Trabalhador compreende o estudo das relações estabelecidas durante esse processo. Novas modalidades de trabalho e processos mais dinâmicos de produção desenvolvidos diante das inovações tecnológicas e das formas contemporâneas de organização e gestão do trabalho são responsáveis pelas transformações sofridas pela Saúde do Trabalhador no cenário atual¹⁰.

O presente estudo se propôs a analisar a realidade de exposição dos trabalhadores ao metanol, em uma planta, para produção de biodiesel assim como a possível existência de sinais e sintomas característicos de contaminação por esse álcool entre os participantes.

MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa qualitativa, observacional, de caráter descritivo-exploratório, realizada em novembro de 2012 e desenvolvida na Usina de Processamento de Biodiesel Quixadá (UPBQ), Ceará, cuja população-alvo era composta por 96 trabalhadores. Essa usina faz parte do conglomerado da maior empresa de óleo e gás do país e utiliza o método da transesterificação com metanol para a produção do biodiesel (Figura 2).

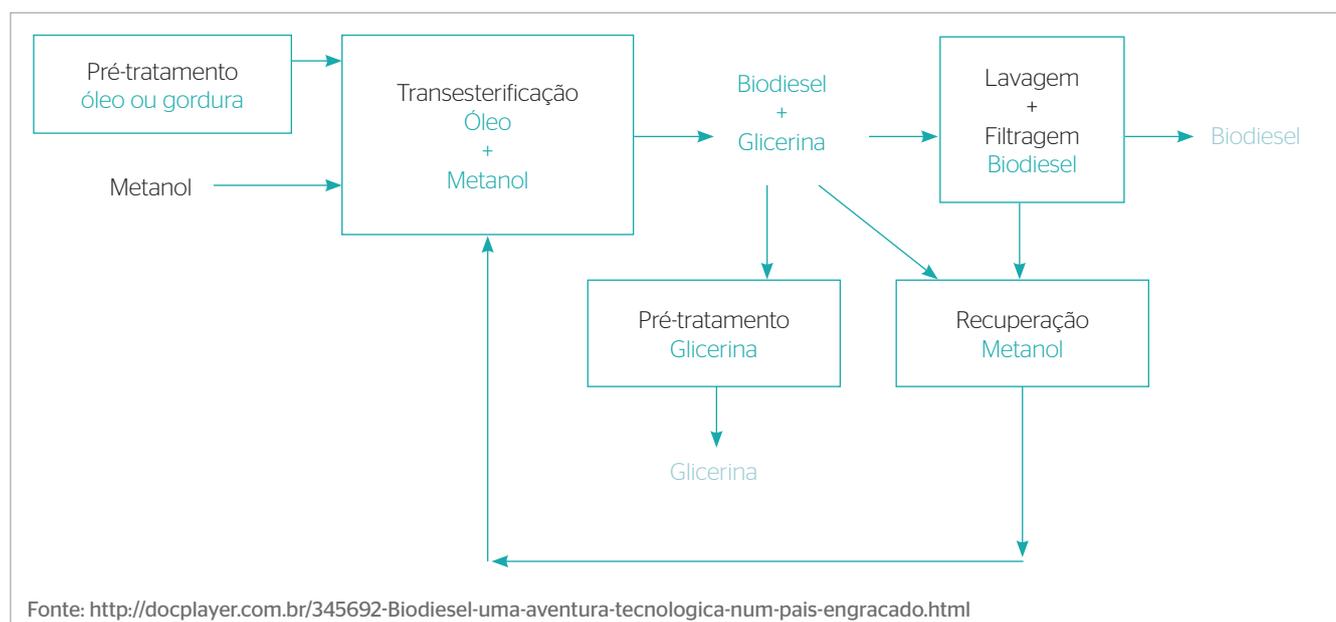


Figura 2. Cinco principais etapas utilizadas no processo de fabricação do biodiesel na planta industrial da Usina de Processamento de Biodiesel Quixadá, Ceará.

Foram excluídos do estudo os indivíduos que se encontravam em período de férias ou afastados por motivo de saúde, aqueles com conhecimento prévio do objetivo do estudo (gerentes, coordenadores e trabalhadores do Setor de Segurança, Meio Ambiente e Saúde) e mulheres grávidas até a data da pesquisa. Assim, a população de estudo foi composta por 42 trabalhadores que aceitaram participar, por meio da assinatura do Termo de Consentimento, voluntariamente. Os sujeitos que exerciam atividades de contato direto com o metanol foram avaliados como diretamente expostos, enquanto os outros foram considerados não expostos.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição dos autores e utilizou os métodos de coleta de dados geralmente empregados nas pesquisas qualitativas, tais como observação, entrevista e análise documental. Além desses métodos, o uso de questionário também é válido, pois serve de apoio à pesquisa¹¹. Assim, a coleta de dados baseou-se na observação direta do processo produtivo e da organização do trabalho, bem como em entrevistas, na aplicação de questionário e na análise de documentos disponibilizados pela empresa, como o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), com seus anexos, e o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO).

O questionário foi composto por 61 perguntas sobre os dados do trabalhador (idade, sexo, formação e tempo na função), de exposição (exposição ao metanol em atividades anteriores ao ingresso na empresa, percepção sobre a inalação e atividades com risco de exposição ao metanol durante o processo produtivo), a história patológica pregressa (identificação de sinais, sintomas ou doenças já diagnosticadas por profissionais habilitados), o estilo de vida (consumo de tabaco, bebida alcoólica e medicamentos), os sinais e sintomas ocorridos somente nos dois meses que antecederam a pesquisa. Anteriormente, dois operadores de uma refinaria de petróleo, dois engenheiros e uma assistente social, que não faziam parte da população estudada, responderam às perguntas a fim de verificar a clareza, o tempo, a objetividade e a coerência das respostas.

RESULTADOS

Entre os 42 investigados, havia 30 homens (71,4%) e 12 mulheres (28,6%), com idade entre 20 e 48 anos (média

de 28,6 anos). O tempo de serviço dos participantes variou de 3 semanas a 23 anos, tendo a maioria (62,0%) até 20 meses de trabalho na empresa (média de 9,5 meses). A jornada de trabalho média era de 40 horas semanais, com metade dos trabalhadores laborando em horário administrativo e a outra metade trabalhando em turnos de 12 horas com escalas diferenciadas.

Observou-se que, dos 42 participantes, 32 (76,2%) eram expostos a agentes químicos, enquanto 10 (23,8%) não se expunham de modo habitual e permanente às substâncias químicas. Os sujeitos da pesquisa se distribuíam em sete postos de trabalho: administração, recepção e protocolo (n=6), carregamento e descarregamento (n=5), laboratório de controle de qualidade (n=6), operação e manutenção (n=19), portaria e vigilância (n=4), transporte (n=1), movimentação de carga (n=1). A Tabela 1 mostra a distribuição da população de estudo por setor.

Foram identificadas oito atividades com exposição ao metanol durante o processo de fabricação de biodiesel. A “inspeção” bem como a “conexão e retirada do mangote” do caminhão carregado de metanol eram situações de risco para vigilantes e auxiliares de serviços gerais. Por outro lado, o pessoal da “operação e manutenção da torre de metanol” se expunha durante a coleta de amostras, troca de selos mecânicos, pás e permutadores, limpeza de bicos e troca de filtros. A “análise de teor e umidade” e a “lavagem das

Tabela 1. Distribuição da população de estudo por setor de trabalho, na Usina de Processamento de Biodiesel Quixadá, Ceará, 2012.

Posto de trabalho	Frequência n	Percentual %
Administração, recepção e protocolo	6	14,3
Carregamento e descarregamento	5	11,9
Laboratório de controle de qualidade	6	14,3
Operação e manutenção	19	45,2
Portaria e vigilância	4	9,5
Transporte	1	2,4
Movimentação de carga - O&M	1	2,4
Total	42	100,0

O&M: operação e manutenção.

seringas com resíduos do metanol” colocavam os trabalhadores do laboratório sob risco de exposição ao solvente. Em todas as atividades, a principal rota de exposição era por inalação. Na Tabela 2, são apresentados os setores e atividades com exposição direta ao metanol e o número de trabalhadores envolvidos.

Os trabalhadores se organizavam em rodízio nas operações de descarregamento, carregamento e inspeção de qualidade. Um deles executava atividades na baia de descarregamento, enquanto os outros dois se ocupavam do carregamento e, ao mesmo tempo, realizavam, respectivamente, atividades sobre o caminhão e no painel de controle de abastecimento. A exposição ao metanol ocorria uma vez por semana, durante o acoplamento e desacoplamento do mangote no caminhão e drenagem da válvula da linha de metanol. Essa operação levava aproximadamente três horas.

Tabela 2. Atividades com risco de exposição ao metanol por setor e estimativa de trabalhadores potencialmente expostos entre os 96 trabalhadores da Usina de Processamento de Biodiesel Quixadá, Ceará, 2012.

Atividades de Risco	Trabalhadores Expostos	
	n	%
Portaria		
Inspeção de caminhão com metanol	1	1,0
Carregamento e descarregamento		
Conectar e desconectar mangote no caminhão de carga de metanol	3	3,1
Operação e manutenção na torre de metanol		
Coleta de amostra	22	22,9
Troca de selos mecânicos, pás e permutadores	2	2,1
Limpeza de bicos	9	9,4
Troca de filtros	9	9,4
Laboratório		
Análise de teor e umidade do metanol	7	7,3
Lavagem de seringas com resíduos de metanol	2	2,1
Total	55	57,3

Para o abastecimento, um trabalhador subia no caminhão para abrir as bocas de visita e, somente após sua descida, um dos inspetores de qualidade podia subir para fazer a inspeção visual do interior do tanque. Após o carregamento, outro empregado aferia a temperatura de abastecimento e coletava amostra, que, em seguida, era encaminhada ao laboratório de controle de qualidade.

Na análise para verificação da umidade no metanol, uma alíquota do solvente era introduzida diretamente no colorímetro, com o auxílio de uma seringa. Essa tarefa levava 15 minutos e representava a principal fonte de exposição ao metanol no laboratório. Segundo os relatos de trabalhadores, a avaliação de metanol no ar alcançou resultado acima do valor esperado pelo avaliador, que recomendou nova amostragem.

Amostras de metanol eram coletadas várias vezes ao dia nas seções de transesterificação, filtragem e lavagem do biodiesel, pré-tratamento de glicerina e recuperação do metanol. Da mesma forma, o monitoramento e a manutenção das linhas eram procedimentos de rotina. As equipes de apoio operacional e manutenção eram expostas a vapores de metanol contidos na glicerina, quando executavam atividades de limpeza do filtro, manutenção das linhas e limpeza dos recheios. Esses trabalhadores também se expunham aos vapores de metanol durante a troca de filtros no vaso de metanol. Outra fonte que levava à exposição ao metanol era decorrente de uma falha latente do processo, citada pelos trabalhadores.

O número de trabalhadores que mencionaram sentir o odor de metanol em determinada operação correspondeu a 59,5% dos participantes do estudo, sendo importante frisar que os participantes tinham a opção de apontar mais de uma atividade ou situação em que sentiam o cheiro desse solvente. A Tabela 3 identifica as atividades em que o odor do metanol era percebido pelos trabalhadores.

Várias falhas foram identificadas no primeiro documento analisado, o PPRA, realizado por uma empresa terceirizada. A primeira delas foi a descrição de atividades, incompatível com os verdadeiros ofícios exercidos pelos trabalhadores. Nesse instrumento, os resultados de avaliações quantitativas dos agentes físicos, calor e ruído, apareciam apenas para alguns postos de trabalho.

A observação do processo produtivo mostrou o uso de 81 tipos de substâncias químicas na usina. A maioria era guardada no almoxarifado por se tratar de reagente para

análise laboratorial e apenas três matérias-primas — metilato de sódio, metanol e ácido clorídrico — eram armazenadas em tanques. Entretanto, o PPRA não mencionava o nome de nenhuma dessas substâncias. Por outro lado, no anexo do PPRA, foi encontrado o laudo emitido por uma empresa encarregada da avaliação quantitativa de 17 substâncias químicas, inclusive do metanol, em amostras de ar atmosférico para fins de higiene ocupacional. O laudo apresentava uma amostra com valor igual a 79.538,2 ppm de metanol em 1,2 litros de ar, e outras duas abaixo do limite de quantificação do método (2,0 ppm de metanol em 6,0 litros de ar). Outra falha foi o PPRA não informar o número de amostras coletado em cada ponto, o número total de pontos e as respectivas localizações.

Todos os 42 participantes relataram a ocorrência de manifestações de danos à saúde, diagnosticados anteriormente por profissional habilitado. A distribuição de sinais e sintomas, tal como expressos pelos trabalhadores, pode ser encontrada na Tabela 4. Cinco trabalhadores relataram “dores no peito” e “palpitação” como sintomas cardiovasculares relevantes. A queixa neurológica que se destacou foi “dor de cabeça” (n=34), enquanto que “depressão” (n=3) foi a manifestação psiquiátrica mais relatada. “Alergias” (n=11) e “falta de ar” (n=11) foram as principais reclamações relacionadas ao sistema respiratório. Quanto ao trato gastrointestinal, houve mais relatos de “azia” (n=15) e “queimação” (n=16). Por outro lado, “dor ou ardência ao urinar” (n=9) e “infecção urinária” (n=10) foram

Tabela 3. Distribuição dos trabalhadores que mencionaram sentir o odor de metanol por atividade entre os 42 participantes. Usina de Processamento de Biodiesel Quixadá, Ceará, 2012.

Atividade	Trabalhadores que sentiam odor de metanol	
	n	%
Análise laboratorial	3	7,1
Descarregamento de metanol	9	21,4
Drenagem da bomba de metanol	2	4,8
Inspeção de caminhão	1	2,4
Troca de peças (pá e permutador)	3	7,1
Vazamento	7	16,7
Total	25	59,5

Tabela 4. Distribuição dos principais distúrbios de saúde relacionados como pré-existentes pelos trabalhadores expostos e não expostos às substâncias químicas. Usina de Processamento de Biodiesel Quixadá, Ceará, 2012.

Sinais e sintomas pré-existent*	Exposição às Substâncias Químicas* (n=42)	
	Sim	Não
Sistema Cardiovascular		
Pressão alta	3 (7,1)	1 (2,4)
Dor peito e palpitação	4 (9,5)	1 (2,4)
Sistema Nervoso		
Dor de cabeça	30 (71,4)	4 (9,5)
Desmaio	4 (9,5)	2 (4,8)
Formigamento	17 (40,5)	4 (9,5)
Perda de memória	1 (2,4)	1 (2,4)
Convulsão	1 (2,4)	1 (2,4)
Claustrofobia	2 (4,8)	0
Depressão	2 (4,8)	1 (2,4)
Fobia de multidão	2 (4,8)	0
Sistema Respiratório		
Asma	2 (4,8)	1 (2,4)
Adenóide	2 (4,8)	0
Alergia trato respiratório	8 (19,0)	3 (7,1)
Bronquite	4 (9,5)	1 (2,4)
Desvio de septo	1 (2,4)	0
Falta de ar	9 (21,4)	2 (4,8)
Faringoamidalite	1 (2,4)	0
Pneumonia	1 (2,4)	1 (2,4)
Tosse seca	6 (14,3)	1 (2,4)
Sistema Gastrointestinal		
Azia	11 (6,2)	4 (9,5)
Diarreia	3 (7,1)	0
Dor de estômago	9 (21,4)	1 (2,4)
Gastrite	2 (4,8)	1 (2,4)
Gastrenterite	6 (14,3)	0
Queimação	14 (33,3)	2 (4,8)
Refluxo	1 (2,4)	0
Sistema Hepático		
Esteatose	1 (2,4)	0
Hepatite	1 (2,4)	2 (4,8)
Sistema Renal		
Cálculo renal	1 (2,4)	1 (2,4)
Dor ao urinar ou ardência	7 (16,7)	2 (4,8)

Continua...

Tabela 4. Continuação.

Sinais e sintomas pré-existent*	Exposição às Substâncias Químicas* (n=42)	
	Sim	Não
Dor renal	1 (2,4)	0
Infecção urinária	8 (19,0)	2 (4,8)
Pielonefrite	0	1 (2,4)
Sistema Visão		
Astigmatismo	8 (19,0)	0
Conjuntivite	0	1 (2,4)
Hipermetropia	2 (4,8)	1 (2,4)
Miopia	7 (16,7)	1 (2,4)
Sistema Pele		
Alergia na pele	7 (16,7)	2 (4,8)
Coceira	6 (14,3)	1 (2,4)
Dermatite	1 (2,4)	1 (2,4)
Irritação na pele	6 (14,3)	0
Melasma	1 (2,4)	0
Micose	6 (14,3)	6 (14,3)

*Valores relativos entre parênteses (%).

os destaques quanto ao sistema urinário. Os sinais mais citados em relação à visão foram “astigmatismo” (n=8) e “miopia” (n=8), ao passo que “micose” (n=12) apareceu como principal queixa relacionada à pele.

A Tabela 5 mostra que os trabalhadores diretamente expostos ao metanol em função de suas atividades laborais apresentavam percentuais mais elevados para a maioria dos sinais e sintomas. Na população exposta, “dificuldade para respirar” e “perda de apetite” foram mencionados por 29,6 e 18,5% dos trabalhadores, respectivamente. Da mesma forma, 40,7% relataram experimentar “irritação nos olhos”, ao passo que outros sintomas como “enjoo” e “vômitos” foram mencionados por 18,5%. Em relação ao SNC, o grupo exposto relatou maior incidência de efeitos como “irritação” (40,7%), “ansiedade” (37,0%) e “insônia” (29,6%).

O PCMSO também apresentou diversos erros, pois citava os agentes químicos genericamente como gases e vapores; os possíveis danos à saúde, apenas como “problemas pulmonares”, para todos os cargos e qualquer tipo de exposição; e não contemplava exames toxicológicos.

Tabela 5. Distribuição dos sinais e sintomas característicos de contaminação por metanol, ocorridos nos dois meses que antecederam à pesquisa, mencionados pelos trabalhadores da Usina de Processamento de Biodiesel Quixadá, Ceará, 2012.

Sinais e sintomas	Não expostos diretamente aos agentes químicos* (n=10)	Expostos ao metanol*		Total
		Diretamente (n=27)	Indiretamente (n=5)	
Dores de cabeça	8 (80,0)	15 (55,6)	4 (80,0)	27
Irritação	3 (30,0)	11 (40,7)	3 (60,0)	17
Ansiedade	3 (30,0)	10 (37,0)	2 (40,0)	15
Insônia	2 (20,0)	8 (29,6)	1 (20,0)	11
Falta de humor	3 (30,0)	4 (14,8)	1 (20,0)	8
Tremores	1 (10,0)	1 (3,7)	1 (20,0)	3
Câimbra	1 (10,0)	6 (22,2)	1 (20,0)	8
Diminuição da força muscular	0	1 (3,7)	2 (40,0)	3
Palpitação ou taquicardia	1 (10,0)	4 (14,8)	2 (40,0)	7
Perda de apetite	0	5 (18,5)	1 (20,0)	6
Enjoo ou vômito	1 (10,0)	5 (18,5)	0	6
Dificuldade para respirar	0	8 (29,6)	2 (40,0)	10
Diminuição do volume de urina	1 (10,0)	1 (3,7)	0	2
Irritação nos olhos	2 (20,0)	11 (40,7)	3 (60,0)	16
Coceira na pele	0	1 (3,7)	2 (40,0)	3

*Valores relativos entre parênteses (%).

DISCUSSÃO

O metanol é um líquido altamente inflamável, que causa sérios efeitos à saúde humana, como cegueira e morte, e é tóxico à reprodução de ratos¹². Os trabalhadores demonstraram conhecer a toxicidade de substâncias utilizadas no processo, tais como a soda e o metilato de sódio. No entanto, reconheciam o metanol somente como altamente inflamável. De acordo com a literatura, a exposição ocupacional ocorre principalmente por inalação dos vapores de metanol¹³, situação observada e relatada pelos trabalhadores neste estudo. A respeito da percepção da exposição ao metanol, quatro trabalhadores declararam:

- “A gente fez um teste com um balde de plástico, o cheiro do metanol é quase nada, ele chega geladinho, ele só é explosivo.” (descarregamento do metanol);
- “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.”;
- “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.”;
- “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.”

Durante as entrevistas, constatou-se que os trabalhadores tinham conhecimento dos locais onde as exposições ocorriam, graças à percepção do odor do metanol. A atividade de “descarregamento de metanol” foi a mais citada entre aquelas identificadas como fontes de emissão do solvente. Destacaram, ainda, a ocorrência de vazamento em uma junta da tubulação de metanol, nas proximidades da sala de controle, desde a época da inauguração da usina em agosto de 2007.

Conforme a *United States Environmental Protection Agency* (USEPA), o limiar de percepção do odor de metanol depende da pureza desse produto, e concentrações entre 10 e 20 ppm já podem ser perceptíveis pelo olfato dos seres humanos¹⁴. Entretanto, a exposição contínua a um odor pode levar à fadiga olfativa, situação que também influencia o limiar de percepção ao odor¹⁵.

Um estudo relacionado com a exposição ocupacional encontrou concentração de metanol, no ar, menor do que 10 ppm na zona respiratória de trabalhadores em atividade de abastecimento de veículos e média de 50 ppm, com tempo de exposição de apenas dois minutos, para os indivíduos responsáveis pela troca do filtro de combustível¹⁶. Esses resultados mostraram que o nível de exposição ao solvente varia de acordo com a atividade desenvolvida. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (em inglês, *World Health Organization* – WHO), os valores de metanol no ar variavam de 23,0 a 38,5 ppm durante o abastecimento de um veículo, e assim o risco de exposição era menor do que aquele oferecido pela gasolina, em função da menor volatilidade do metanol em comparação a esse combustível¹⁷.

O governo estadunidense considera o limite de exposição igual a 200 ppm para metanol no ar¹⁸. No Brasil, a Norma Regulamentadora nº 15 (NR-15) estabelece um limite de tolerância de 156 ppm para o metanol¹⁹. Entretanto, efeitos sobre o sistema nervoso, tais como dores de cabeça, tonturas, náuseas e visão turva, já estão presentes nesses níveis de concentração¹⁶. As pesquisas sobre metanol são antigas, além de, em geral, referirem-se às exposições agudas. Por isso, essas instituições ainda mantêm um limite que não protege devidamente os trabalhadores em situações de exposição em níveis supostamente baixos.

O PPRA visa garantir a preservação da saúde e integridade dos trabalhadores face aos riscos no ambiente laboral. Um dos seus objetivos é identificar os agentes físicos, químicos e biológicos existentes nos ambientes de trabalho e propor medidas de controle²⁰.

Dentre as diversas falhas observadas no PPRA, encontrou-se a descrição de atividades retratadas apenas como atribuições de cargos e competências dos profissionais de uma refinaria de petróleo, e não aquelas desempenhadas por trabalhadores em uma usina de biocombustível. Os riscos envolvidos em uma refinaria de petróleo são totalmente distintos daqueles constatados em uma usina de biocombustível.

Na indústria de petróleo e gás, os principais riscos inerentes à exploração e produção são de incêndio e explosão²¹. Por outro lado, o processo de produção do biodiesel é perigoso e deve ser tratado como processo químico, visto que utiliza substâncias perigosas, tais como o hidróxido de sódio, e inflamáveis como metanol e glicerina bruta. Além disso, altas temperaturas e pressão, necessárias

às reações químicas, proporcionam perigos de explosão e queimaduras aos empregados²².

Os agentes físicos, calor e ruído, foram avaliados quantitativamente apenas em alguns postos de trabalho. No entanto, as estratégias de avaliação não foram realizadas conforme metodologias preconizadas pelas normas de avaliação da Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (FUNDACENTRO)^{23,24}.

O PPRA não apontou todos os trabalhadores expostos e identificou genericamente os agentes químicos, não levando em conta: a natureza; a concentração ou a intensidade; o tempo de exposição a essas substâncias e, conseqüentemente, a toxicidade¹⁶ de cada uma delas. Embora o PPRA não mencionasse nome de nenhuma substância química, informava que a rota de exposição era por inalação e pela pele, bem como os danos à saúde eram a ocorrência de problemas respiratórios para toda e qualquer substância química.

Em relação aos resultados abaixo do limite de quantificação, o laboratório sugeria nova coleta, visto que as amostras chegaram ao laboratório sem a devida refrigeração conforme previsto no método utilizado (não descrito). Como o metanol é volátil, uma nova amostragem se justifica, pois parte do solvente pode ter sido perdida. Por outro lado, a legislação determina que sejam adotadas medidas de controle da exposição quando os resultados do monitoramento ambiental estiverem acima dos limites propostos pela NR-15, adotados pela *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH) ou, ainda, por aqueles estabelecidos em negociação coletiva de trabalho¹⁹.

Como não havia informação sobre o número de amostras em cada ponto, o número total de pontos e respectivas localizações, a identificação dos trabalhadores expostos ficou prejudicada. Por isso, a observação das tarefas ao longo do processo de trabalho foi fundamental para associar o risco de exposição ao agente. Embora a identificação das substâncias químicas estivesse escrita no PPRA apenas pelo seu estado físico, este estudo verificou, por exemplo, que os profissionais do “laboratório de análise” se expunham ao metanol durante os ensaios de pureza do produto, enquanto os trabalhadores do setor de “carga e descarga” estavam expostos a essa substância durante os procedimentos de conexão do mangote do caminhão-tanque contendo metanol.

Diante das diversas falhas apontadas no PPRA, os níveis de metanol encontrados no ar não podem ser comparados

com os parâmetros comumente utilizados no controle da exposição ocupacional¹⁴, situação que traz incerteza sobre as reais condições de exposição ao metanol naquela usina.

O biomarcador proposto pela NR-7 para monitoramento biológico da exposição ocupacional é o metanol na urina, coletada preferencialmente no final da jornada de trabalho, e 15 mg L⁻¹ é o índice biológico máximo permitido²⁵. Em um estudo realizado por pesquisadores japoneses, foi encontrada média igual a 42 mg L⁻¹ de metanol na urina de trabalhadores expostos a 200 ppm (limite de exposição ocupacional vigente) por 8 horas. Identificaram, ainda, uma relação linear entre o nível de metanol na urina e aquele encontrado no ar do local de trabalho desses indivíduos. Durante o trabalho, visão desbotada e irritação nasal estavam entre as queixas mais frequentes, assim como três casos apresentaram sinais clínicos de significância limítrofe²⁶.

Embora os limites de exposição devam proteger a saúde dos trabalhadores, instituições regulamentadoras estabelecem valores como guias ou recomendações, e reconhecem a possibilidade de aparecimento de efeitos adversos em casos de exposição em níveis inferiores aos limites, especialmente em indivíduos com maior suscetibilidade²⁷. Além disso, o valor limite de 200 ppm para o metanol foi proposto por Cook, em 1945, baseado em estudo de 1942, com cães expostos diariamente a concentrações entre 450 e 500 ppm por mais de um ano²⁸. Desde então, não houve revisão desse valor, apesar das mudanças tecnológicas relacionadas com a produção e o uso do metanol ao longo dos anos. Tais situações sugerem que, embora os limites de exposição ao metanol sejam considerados seguros, manter as concentrações ambientais e biológicas do solvente em níveis recomendados, ou abaixo deles, não significa que não haverá riscos para a saúde dos trabalhadores; somente que o risco estará mantido em níveis baixos.

Exposições crônicas aos solventes estão associadas a queixas subjetivas relacionadas, particularmente, às funções cognitivas. Embora o exame neurológico frequentemente seja normal, os efeitos subclínicos tendem a ser mais precoces na história de exposição individual. As anormalidades neuropsicológicas incluem disfunções comportamentais, cognitivas e emocionais²⁹. A cefaleia, a tontura, a fadiga, as parestesias e a fraqueza são comumente relatadas, assim como esquecimento e dificuldades de concentração^{30,31}. Outros sinais como irritabilidade, depressão e perturbações de memórias têm sido descritos com certa frequência

em populações expostas a solventes^{29,32}. Diversos agravos à saúde têm sido relacionados com a exposição a solventes, em particular, sobre o SNC. Já existem evidências de que esse tipo de efeito, mesmo em baixos níveis de exposição ocupacional, conduz à incidência de várias formas de doenças neuropsiquiátricas vivenciadas por muitos trabalhadores na indústria ao longo da vida laboral³⁰. Nas exposições ocupacionais de longo prazo, existem evidências crescentes de que o metanol, entre outros solventes orgânicos, dá origem a uma síndrome parkinsoniana com características piramidais em indivíduos suscetíveis^{33,34}.

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, agressividade, vertigens e sintomas vegetativos (tais como palpitações, aumento da transpiração, náusea e cefaleias). Esses sintomas, descritos como sintomas agudos presentes em exposições elevadas, são também evidenciados em exposições crônicas³⁵. Segundo algumas pesquisas, o ácido fórmico pode ser o responsável pelos principais efeitos tóxicos do metanol, por meio da interrupção da produção de energia mitocondrial¹⁸. No globo ocular, pode ocorrer neurite óptica, seguida de atrofia do nervo óptico, podendo chegar à cegueira total²⁷.

Apesar da ampla utilização do metanol na indústria, ainda são escassas as pesquisas na área da saúde do trabalhador. A maioria dos relatos refere-se a efeitos após exposições orais e acidentais³⁶. Um estudo coreano mostrou evidências fotográficas de atrofia do nervo óptico resultante de intoxicação por metanol⁶. Em outra pesquisa, uma mulher apresentou um quadro de neurotoxicidade aguda devido à inalação de metanol, após abertura de um caixão com um corpo embalsamado. Sua recuperação completa ocorreu em nove semanas³⁷.

Dependendo da dose, a eliminação do metanol é rápida (duas a três horas). Entretanto, em situações específicas, doses maiores e bloqueio de seu metabolismo por outras substâncias, a eliminação do metanol é lenta (cerca de 50 horas). Dessa forma, pessoas com algum tipo de desordem no SNC e/ou com acuidade visual reduzida não podem sofrer repetidas exposições a esse álcool em concentrações ligeiramente acima do limite de exposição (LE), 200 ppm, visto que tais problemas podem ser agravados¹⁶⁻¹⁸. Estudos demonstraram que concentrações no ar entre 800 e 3.000 ppm ocasionaram efeitos tóxicos sobre o SNC e distúrbios visuais na

exposição crônica²⁷. Da mesma forma, níveis de metanol no soro superiores a 20 mg dL⁻¹ foram correlacionados com lesão ocular. Apenas algumas horas após a ingestão de metanol, alterações no fundo de olho já podiam ser notadas, enquanto edema do disco óptico e hiperemia puderam ser observados em 48 horas¹⁷.

As pesquisas sobre os efeitos da exposição crônica ao metanol são escassas, havendo pouquíssimas informações sobre as relações de dose-efeito e dose-resposta, principalmente nos níveis abaixo do LE. Logo, os relatos de tonturas, dores de cabeça, distúrbios gastrointestinais e visuais são provenientes apenas de indivíduos expostos a concentrações de metanol acima de 200 ppm, mas não daqueles expostos a níveis mais baixos²⁷. As manifestações mais referidas pela população deste estudo se relacionavam com os sistemas neurológico, respiratório e trato gastrointestinal. Assim, observou-se que parte das queixas relatadas pelos trabalhadores era compatível com os efeitos da exposição ao metanol citados na literatura⁴.

Os possíveis danos à saúde não podem ser generalizados para todos os cargos e tipos de exposição, embora os efeitos tóxicos do metanol após exposições repetidas ou prolongadas sejam qualitativamente semelhantes, porém menos severos do que aqueles induzidos pela exposição aguda. Por outro lado, os principais efeitos adversos incluem distúrbios visuais e no SNC, e não pulmonares¹⁸. Constatou-se que o número de exames solicitados pela empresa era maior do que aquele exigido pela NR 7²⁵, sem, no entanto, contemplar os exames toxicológicos. Durante a visita, alguns profissionais foram convocados a fazer exame periódico do ano vigente, sendo submetidos à avaliação da concentração de metanol em urina, cujos resultados não foram disponibilizados pela empresa para este trabalho.

De acordo com a NR-7, as normas que obrigam o empregador a controlar a saúde ocupacional dos trabalhadores devem estar no PCMSO, que pode ser auditado pelo Estado e pelo empregador. Uma revisão verificou a aplicabilidade dessa auditoria de acordo com a realidade brasileira de controle estatal em saúde ocupacional e concluiu que existem falhas na redução dos gastos com doenças relacionadas com o trabalho e no estímulo ao cumprimento voluntário da lei. Apontou, ainda, que as ações estatais adotadas seguem modelo de países desenvolvidos, que incentivam a adoção de Sistemas de Gestão em Saúde e Segurança no Trabalho. Entretanto, aqui não existem esses incentivos,

dificultando uma auditoria do PCMSO. Dessa forma, a empresa não melhora a gestão da saúde ocupacional e o Estado, por sua vez, não reduz os gastos com acidentes e doenças relacionadas com trabalho³⁸.

A incoerência entre as informações contidas no PPRA e PCMSO evidencia a baixa qualidade técnica desses documentos. Os resultados de uma pesquisa³⁹ sobre a qualidade técnica de PCMSO mostraram que essa incoerência pode ser devido à falta de análise dos documentos, ausência do médico do trabalho na inspeção do ambiente de trabalho ou, ainda, a elaboração do PCMSO sem o conhecimento do PPRA.

CONCLUSÕES

As atividades com exposição ao metanol e, consequentemente, os trabalhadores expostos a essa substância não foram descritas adequadamente no PPRA. Embora a maioria dos trabalhadores apresentasse alguma sintomatologia compatível com a contaminação por metanol, não foi possível fazer associações entre a exposição ao metanol e os agravos à saúde dos trabalhadores, visto que a avaliação ambiental não foi realizada adequadamente pela empresa e os resultados da avaliação biológica não foram disponibilizados. Como essa substância pode agravar manifestações clínicas já existentes, essa deve ser uma preocupação no âmbito da vigilância à saúde.

As falhas identificadas no PPRA repercutiram nas falhas encontradas no PCMSO, que também apresentou falhas na concepção da avaliação dos riscos da exposição, comprometendo o monitoramento e todas as ações de vigilância à saúde. A necessidade de rigor durante a avaliação ambiental para o PPRA é fundamental para que os profissionais responsáveis pelo PCMSO consigam avaliar corretamente a necessidade de monitoramento biológico ou

outros exames para correlacionar dose e efeito. Como não há conhecimento adequado da legislação, condutas e procedimentos em segurança e Medicina do Trabalho devem ser melhoradas e a fiscalização intensificada, de modo a alcançar um bom padrão técnico desses documentos, tais como PCMSO e PPRA.

Como os efeitos tóxicos do metanol incluem sonolência e confusão mental, o acompanhamento dessas manifestações é essencial, visto que tais sintomas podem provocar também acidentes de trabalho ou processo, capazes de comprometer a integridade física das instalações e dos trabalhadores.

Para a segurança de todos, é importante que os trabalhadores sejam submetidos a treinamentos constantes sobre procedimentos adequados para exercício de suas atividades e uso correto de equipamentos de proteção. Igualmente relevante é o fornecimento de informações acerca dos riscos relativos ao trabalho a ser executado, existência de treinamento de reconhecimento de perigos e de medidas de controle e proteção específicas, sempre de maneira clara e objetiva, em linguagem acessível a todos. Da mesma forma, a avaliação dos riscos à saúde humana, com monitoramento biológico e do ar do ambiente de trabalho, deve ser realizada regularmente, de modo a preservar a saúde dos trabalhadores da usina.

Para contribuir na prevenção de acidentes, sugere-se ainda que o ambiente seja sinalizado com cores e mantenha regularmente a Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ), instrumento elaborado de acordo com a ABNT NBR 14.725-1: 2009. No entanto, é necessário que os trabalhadores sejam treinados para compreendê-la.

Embora não conclusivo com relação à saúde dos trabalhadores, este estudo pode contribuir para investigações futuras realizadas pelos profissionais das Secretarias Municipais de Saúde e Comissão Interna de Prevenção de Acidentes, bem como das usinas que utilizam metanol em seu processo produtivo.

REFERÊNCIAS

1. Silva PRF, Freitas TFS. Biodiesel: o ônus e o bônus de produzir combustível. *Cienc Rural*. 2008;38:843-51.
2. Encarnação APG. Geração de Biodiesel pelos Processos de Transesterificação e Hidroesterificação, uma Avaliação Econômica [Dissertação] [Internet]. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro; 2008 [acesso em 7 maio 2016]. Disponível em: <http://www.tpqb.eq.ufrj.br/download/biodiesel-via-trans-e-hidroesterificacao.pdf>
3. Geris R, Santos NAC, Amaral BA, Maia IS, Castro VD, Carvalho JRM. Biodiesel de soja - reação de transesterificação para aulas práticas de química orgânica. *Quim Nova*. 2007;30(5):1369-73.
4. Public Health England - PHE. Centre for Radiation, Chemical and Environmental Hazards. Methanol - Toxicological Overview [Internet]. London: PHE; 2015 [acesso 25 jul. 2016]. Disponível em: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/456293/Methanol_TO_PHE_260815.pdf

5. Kumar P, Gogia A, Kakar A, Miglani P. An interesting case of characteristic methanol toxicity through inhalational exposure. *J Family Med Prim Care*. 2015;4(3):470-3.
6. Shin YW, Uhm KB. A case of optic nerve atrophy with severe disc cupping after methanol poisoning. *Korean J Ophthalmol*. 2011;25(2):146-50.
7. Loza R, Rodriguez D. A Case of Methanol Poisoning in a Child. *Case Rep Nephrol* [Internet]. 2014 [acesso em 3 ago. 2016]. Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/crin/2014/652129/>
8. 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*. 2008;5(5):313-24.
9. Law BF, Pearce T, Siegel PD. Safety and chemical exposure evaluation at a small biodiesel production facility. *J Occup Environ Hyg*. 2011;8:D68-72.
10. Moreira MFR, Ferreira AP, Araújo UC. Determinação dos níveis de exposição de metais em trabalhadores da construção naval: impactos e desafios. *Rev Bras Med Trab*. 2016;14(1):19-28.
11. Augusto CA, Souza JP, Dellagnelo EHL, Cario SAF. Pesquisa Qualitativa: rigor metodológico no tratamento da teoria dos custos de transação em artigos apresentados nos congressos da Sober (2007-2011). *Rev Econ Sociol Rural* [Internet]. 2013 [acesso em 23 maio 2016]. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-20032013000400007>
12. World Health Organization. International Programme on Chemical Safety (IPCS). Poisons Information Monograph 335 - METHANOL [Internet]. Geneva: WHO; 2002 [acesso em 23 maio 2016]. Disponível em: <http://www.inchem.org/documents/pims/chemical/pim335.htm>
13. Kleiman R, Nickle R, Schwartz M. Medical Toxicology and Public Health - Update on Research and Activities at the Centers for Disease Control and Prevention, and the Agency for Toxic Substances and Disease Registry - Inhalational Methanol Toxicity. *J Med Toxicol*. 2009;5(3):158-64.
14. United States Environmental Protection Agency. Technology Transfer Network - Air Toxics Web Site: Methanol [Internet]. [acesso em 27 jun. 2016]. Disponível em: <https://www3.epa.gov/airtoxics/hlthef/methanol.html>
15. Dzaman K, Wojdas A, Rapiejko P, Jurkiewicz D. Taste and smell perception among sewage treatment and landfill workers. *Int J Occup Med Environ Health*. 2009;22(3):227-34.
16. National Institute of Health. National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS). Center for the Evaluation of Risks to Human Reproduction (CERHR). National Toxicology Program (NTP). NTP-CERHR Monograph on the Potential Human Reproductive and Developmental Effects of Methanol [Internet]. Research Triangle Park: NIH; 2003 [acesso em 1º ago. 2016]. Disponível em: https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/ohat/methanol/methanol_monograph.pdf
17. World Health Organization. International Programme on Chemical Safety. Environmental Health Criteria 196: Methanol [Internet]. Geneva: WHO; 1997 [acesso em 27 jun. 2016]. Disponível em: <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc196.htm>
18. Occupational Safety & Health Administration. Methyl Alcohol [Internet]. Washington: OSHA; 2012 [acesso em 7 jul. 2016]. Disponível em: https://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_251600.html
19. Brasil. Ministério do Trabalho e Previdência Social. Portaria n.º 1.297, de 13 de agosto de 2014. NR 15 - Atividades e Operações Insalubres [Internet]. 2014 [acesso em 22 jul. 2016]. Disponível em: <http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR15/NR15-ANEXO15.pdf>
20. Brasil. Ministério do Trabalho e Previdência Social. Portaria n.º 1.471, de 24 de setembro de 2014. NR 9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais [Internet]. [acesso em 1.º ago. 2016]. Disponível em: <http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR9.pdf>
21. Miranda Junior EJP, Cutrim SS. Análise de Risco Aplicada à Segurança do Trabalho na Indústria de Petróleo e Gás [Internet]. Salvador: XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção; 2013 [acesso em 1.º ago. 2016]. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_tn_stp_180_028_22911.pdf
22. Batista RF, Campos RJA, Melo JC, Varejão FMD. Gerenciamento de Riscos em uma Usina Experimental de Biodiesel [Internet]. Salvador: XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção; 2013 [acesso em 1.º ago. 2016]. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2012_tn_stp_157_913_20665.pdf
23. Brasil. Ministério do Trabalho e Previdência Social. Fundacentro. Norma de Higiene Ocupacional 01 (NHO 01) - Procedimento Técnico - Avaliação da Exposição Ocupacional ao Ruído [Internet]. 2001 [acesso em 3 ago. 2016]. Disponível em: <http://www.fundacentro.gov.br/biblioteca/normas-de-higiene-ocupacional/publicacao/detalhe/2012/9/nho-01-procedimento-tecnico-avaliacao-da-exposicao-ocupacional-ao-ruido>
24. Brasil. Ministério do Trabalho e Previdência Social. Fundacentro. Norma de Higiene Ocupacional 06 (NHO 06) - Procedimento Técnico - Avaliação da Exposição Ocupacional ao Calor [Internet]. [acesso em 3 ago. 2016]. Disponível em: <http://www.fundacentro.gov.br/biblioteca/normas-de-higiene-ocupacional/publicacao/detalhe/2013/3/nho-06-avaliacao-da-exposicao-ocupacional-ao-calor>
25. Brasil. Ministério do Trabalho e Previdência Social. Portaria n.º 1.892, de 9 de dezembro de 2013. NR 7 - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional [Internet]. [acesso em 1.º ago. 2016]. Disponível em: <http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR7.pdf>
26. Kawai T, Yasugi T, Mizunuma K, Horiguchi S, Hirase Y, Uchida Y, et al. Methanol in urine as a biological indicator of occupational exposure to methanol vapor. *Int Arch Occup Environ Health*. 1991;63:311-8.
27. U.S. Environmental Protection Agency. Interim Acute Exposure Guideline Levels (AEGs). Methanol (CAS Reg. No. 67-56-1) [Internet]. [acesso em 1.º ago. 2016]. Disponível em: https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-07/documents/methanol_interim4_february2005_c.pdf
28. Cook WA. Maximum allowable concentrations of industrial atmospheric contaminants. *Am Ind Hyg Assoc Quarterly*. 1945;6(4):936-46.
29. Van Valen E, van Thriel C, Akila R, Nilson LN, Bast-Pettersen R, Sainio M, et al. Chronic solvent-induced encephalopathy: European consensus of neuropsychological characteristics, assessment, and guidelines for diagnostics. *Neurotoxicol*. 2012;33:710-26.

30. Akila R, Müller K, Kaukiainen A, Sainio M. Memory performance profile in occupational chronic solvent encephalopathy suggests working memory dysfunction. *J Clin Exp Neuropsychol*. 2006;28(8):1307-26.
31. Wood RL, Lioffi C. Long-term neuropsychological impact of brief occupational exposure to organic solvents. *Arch Clin Neuropsychol*. 2005;20(5):655-65.
32. Palmer K. Dementia and Occupational Exposure to Organic Solvents. *Occup Environ Med*. 1998;55:712-5.
33. Hageman G, van der Hoek J, van Hout M, van der Laan G, Steur EJ, de Bruin W, et al. Parkinsonism, pyramidal signs, polyneuropathy, and cognitive decline after long-term occupational solvent exposure. *J Neurol*. 1999;246:198-206.
34. Finkelstein Y, Vardi J. Progressive parkinsonism in a young experimental physicist following long-term exposure to methanol. *Neurotoxicol*. 2002;23:521-25.
35. Viaene MK. Overview of the Neurotoxic Effects in Solvent-Exposed Workers. *Arch Public Health*. 2002;60:217-32.
36. Sharma R, Marasini S, Sharma AK, Shrestha JK, Nepal BP. Methanol Poisoning: Ocular and Neurological Manifestations. *Optom Vis Sci*. 2012;89(2):178-82.
37. Verschoor L, Verschoor AH. Work-related disease. *Ned Tijdschr Geneesk*. 2009;153(20):964-7.
38. Reis FRD, Kitamura S. O controle estatal em saúde e segurança no trabalho e a auditoria do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional. *Rev Bras Med Trab*. 2016;14(1):52-9.
39. Silva ESN, Santos TFV. Análise dos padrões técnicos de Programas de Controle Médico de Saúde Ocupacional e Atestados de Saúde Ocupacional por meio de auditoria interna. *Rev Bras Med Trab*. 2014;12(2):50-6.

Endereço para correspondência: Maria de Fátima Ramos Moreira - Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana / Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca / Fundação Oswaldo Cruz - Rua Leopoldo Bulhões, 1.480 - Manguinhos - CEP: 21041-210 - Rio de Janeiro (RJ), Brasil. E-mail: fmoreira@ensp.fiocruz.br