

APLICAÇÃO DE CONHECIMENTOS TÉCNICOS APROFUNDADOS NA SELEÇÃO DE RESPIRADORES

A importância da seleção de respiradores utilizando critérios técnicos expressos no PPR e Portaria 672 com conhecimento de aplicação de diferentes níveis de TLVs



AdobeStock

Hoje, muitos agentes químicos são empregados em processos industriais, a exposição a essas substâncias pode ocorrer em curtos períodos durante toda a jornada de trabalho.

Para garantir a segurança dos profissionais, é essencial ter um conhecimento aprofundado sobre os limites de exposição ocupacional (TLVs) de cada substância. É fundamental identificar cada etapa do processo produtivo e as tarefas associadas.

Com base na aplicação de conhecimentos técnicos aprofundados, os profissionais de segurança podem tomar decisões mais assertivas, implementando medidas de controle eficazes para proteger a saúde e a integridade dos trabalhadores.

Para proteger a saúde dos trabalhadores, é crucial uma abordagem específica para a exposição por vias respiratórias a agentes químicos. É necessário identificar o tipo de agente, como ele se dispersa no ambiente, o tempo de exposição e suas notações de toxicidade.

Atualmente, ao elaborar programas de prevenção, é comum que profissionais de segurança encontrem avaliações (qualitativas e/ou quantitativas) já existentes. No entanto, muitas dessas avaliações, apesar de úteis, podem não ser totalmente representativas. Algumas refletem o ciclo real de exposição, enquanto outras são generalistas, e que não tratam a realidade da exposição de forma precisa. Isso pode comprometer a segurança e a tomada de

decisão, já que os dados não correspondem ao cenário real de risco.

Este artigo demonstra a importância de alinhar dados concretos do processo, tipos de agentes químicos e seus limites de exposição para uma proteção eficaz dos trabalhadores. É fundamental compreender que a análise pode interferir na proteção respiratória quando apenas um conceito é considerado de forma isolada.

IDENTIFICAÇÃO DE RISCO E PROCESSO DE TRABALHO

Em um processo de trabalho específico, o formaldeído é manuseado durante o preparo, diluição e aplicação da solução.

A atividade ocorre em uma sala controlada, fechada e sem ventilação ou exaustão, com duração média de 18 minutos, realizada uma vez ao dia.

Para mitigar a exposição, os trabalhadores já utilizam Equipamentos de Proteção Respiratória (EPR), sem uma análise técnica prévia, que incluem:

- Peça semifacial com cartucho para formaldeído;
- Óculos de ampla visão;
- Vestimenta de segurança (macacão).

Adicionalmente, já foi realizado o ensaio de vedação (fit-test) qualitativo, para garantir a compatibilidade com o rosto do usuário.

Análise quantitativa utilizando o TLV-TWA, o que poderia ser feito:

Desta forma, observa-se que a exposição ao agente Formaldeído (Considerando a exposição

de 18 minutos em uma jornada de trabalho completa. A avaliação foi realizada como uma média ponderada para uma jornada de trabalho de 6 horas conforme normas de higiene ocupacional.

Como resultado, chegou-se ao Fator de Proteção Mínimo Requerido de 32.

ETAPA DE SELEÇÃO DE EPRS

Com a obtenção dos dados quantitativos, o próximo passo é o cruzamento dessas informações com as diretrizes do Programa de Proteção Respiratória (PPR), conforme o manual da Fundacentro, 4ª edição (2016).

Para a seleção do equipamento, é crucial seguir as etapas obrigatórias do PPR, que incluem a avaliação do FPMR (Fator de Proteção Mínimo Requerido) e do FPA (Fator de Proteção Atribuído). O objetivo é garantir que a proteção oferecida pelo respirador seja adequada ao nível de risco identificado.

FPMR: Fator de Proteção Mínimo Requerido
- É um parâmetro utilizado para determinação na seleção de equipamento de proteção respiratória, calculando quantas vezes a concentração mais crítica de exposição (C) prevista é maior do que o limite de exposição ocupacional aplicável (LE), isto é:

$$\text{FPMR} = C/LE;$$

Uma vez determinado o FPMR, a seleção é feita escolhendo um equipamento de proteção respiratória que possua Fator de Proteção Atribuído (FPA) maior do que o FPMR encontrado.

FPA: O FPA é um parâmetro numérico já definido pelo PPR FUNDACENTRO, atribuindo o nível de proteção para cada tipo de EPR.

ESTUDO REALIZADO COBRINDO OS CICLOS DE EXPOSIÇÃO, TENDO EM VISTA A APLICAÇÃO DO LIMITE DE EXPOSIÇÃO MÉDIA PONDERADA NO TEMPO - TLV-TWA: FORMALDEÍDO (C.A.S. 50-00-0) - MÉTODO DE AVALIAÇÃO NIOSH 2016

LIMITES DE EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL	RESULTADO OBTIDO (06 HORAS DE COLETA)
TLV TWA – ACGIH 2025	
0,1 PPM	3,2 PPM
ÍNDICE DE EXPOSIÇÃO / FPMR	
32	
Notação: Sensibilizante Respiratório / Sensibilizante Dérmico / Carcinogênico / Irritante TRS & Olhos / Irritante Mucosas. (Fonte: Livro ACGIH 2025)	

Notação complementar: Provoca sensibilidade ao sistema respiratório (alergias), irritação na pele e nos olhos. Podendo causar câncer, especialmente leucemia mieloide e do sistema respiratório, como o da nasofaringe e seios paranasais.

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA FPMR/FPA

CÁLCULO DO FPMR

$$\text{FPMR} = \frac{3,2 \text{ ppm (TWA)}}{0,1 \text{ ppm (TWA)}} = 32$$

Esse resultado indica que a concentração de formaldeído está 32 vezes acima do LEO.

Diante disso, o Fator de Proteção Atribuído (FPA) para o Equipamento de Proteção Respiratória (EPR) deve ser maior do que 32.

O equipamento deve ter um cartucho químico com sorbente específico para formaldeído, garantindo a proteção adequada.

Vale ressaltar que se o contaminante for irritante aos olhos ou a sua concentração no local de trabalho for tal que cause danos aos olhos, selecionar um respirador com peça facial inteira, capuz ou capacete. (Fonte: PPR-Fundacentro 2016).

Diante desta situação, observa-se que o EPR utilizado pelos trabalhadores apresenta um FPA = 10, Índice que está abaixo do FPMR encontrado (32). Além disso, o equipamento possui cobertura semifacial, o que não é adequado para contaminantes irritantes aos olhos, e a validação do ensaio de vedação qualitativo (Fit Test) é limitada para concentrações até de 10 vezes o limite de exposição.

Portanto, as medidas de proteção atuais não estão em conformidade com os critérios estabelecidos pelo Programa de Proteção Respiratória (PPR).

ANÁLISE COMPLEMENTAR DE HIGIENE OCUPACIONAL

Análise da Exposição considerando limite de exposição TLV-STEL

O objetivo é compreender a exposição real dos 18 minutos de tarefa, respeitando os ciclos de exposição efetiva.

Para esta exposição, é crucial aplicar o TLV-STEL (Limite de Curta Duração), já que o formaldeído possui toxicidade aguda e pode causar efeitos nocivos ao organismo mesmo em exposições de curto prazo.

Desta forma, observa-se que a exposição do agente Formaldeído (Considerando somente a tarefa) consta 116x acima do LEO - TLV-STEL.

ANÁLISE E SELEÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA

Com a nova informação, é comum que a busca se volte para o Equipamento de Proteção Respiratória (EPR) com um maior Fator de Proteção Atribuído (FPA), como os EPRs com FPA de 1000 que possuem cobertura facial inteira ou capuz. Isso pode incluir respiradores motorizados com cartuchos químicos específicos e vida útil limitada.

Contudo, é crucial considerar que alguns contaminantes, como o formaldeído, são altamente tóxicos e podem causar danos quase imediatos ao organismo.

ESTUDO REALIZADO COBRINDO SOMENTE A TAREFA, TENDO EM VISTA A APLICAÇÃO DO LIMITE DE EXPOSIÇÃO CURTA DURAÇÃO NO TEMPO - TLV-STEL: FORMALDEÍDO (C.A.S. 50-00-0) - MÉTODO DE AVALIAÇÃO NIOSH 2016

LIMITES DE EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL

TLV STEL – ACGIH 2025

0,3 PPM

RESULTADO OBTIDO (15MIN DE COLETA)

34,6 PPM

ÍNDICE DE EXPOSIÇÃO / FPMR

116

Notação: Sensibilizante Respiratório / Sensibilizante Dérmico / Carcinogênico / Irritante TRS & Olhos / Irritante Mucosas. (Fonte: Livreto ACGIH 2025)

Notação complementar: Provoca sensibilidade ao sistema respiratório (alergias), irritação na pele e nos olhos. Podendo causar câncer, especialmente leucemia mieloide e do sistema respiratório, como o da nasofaringe e seios paranasais.



Fotos: AdobeStock



Para esses casos, existe um parâmetro fundamental: IPVS (Imediatamente Perigoso à Vida e à Saúde), também conhecido como IDLH (Immediately Dangerous to Life or Health Concentrations).

Um estudo recente do NIOSH (Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional) atualizou o valor de IPVS para o formaldeído para 20 ppm em casos de exposição aguda.

Fonte: CDC - NIOSH, disponível em: <https://www.cdc.gov/niosh/idlh/50000.html>

SELEÇÃO DE EQUIPAMENTOS EM AMBIENTES IPVS

Com base no Programa de Proteção Respiratória (PPR) da Fundacentro, em situações classificadas como IPVS (Imediatamente Perigoso à Vida e à Saúde), é obrigatório o uso de EPR (Equipamento de Proteção Respiratória) específico. São eles:

Máscara autônoma de demanda com pressão positiva (circuito aberto ou fechado) com peça facial inteira.

Respirador de linha de ar comprimido de demanda com pressão positiva, com peça facial inteira, combinado com cilindro auxiliar para fuga.

ANÁLISE DA HIERARQUIA DE CONTROLES DA NR-9: EPCS EM PRIMEIRO LUGAR

É fundamental ressaltar que a medida principal nessa situação não é o EPR, mas sim a implementação de uma proteção efetiva incluindo o uso de Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCS).

O dimensionamento adequado de sistemas de ventilação e exaustão é crucial para eliminar a atmosfera IPVS, reduzindo a exposição a níveis controláveis e gerenciáveis.

A IMPORTÂNCIA DA ANÁLISE DE RISCO PRECISA

O fator de proteção real e efetivo não se limita ao uso de EPRs ou à realização de ensaios de vedação. Se a identificação do risco for superficial, baseada em dados generalizados, todo o programa de proteção pode ser comprometido.

Uma avaliação de risco imprecisa levará a um fator de proteção igualmente ineficaz, colocando os trabalhadores em perigo.

CONCLUSÃO:

Precisamos aplicar todos os conceitos técnicos conhecidos e não simplesmente definir uma proteção sem fundamentos completos.

Artigo elaborado pelo CTEN - ANIMASEG (Associação Nacional da Indústria de Material de Segurança e Proteção ao Trabalho) - PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA (

Autor:

Juliano Góes - THOC 0066 ABHO
Membro da Comissão Técnica de Estudos Normativos da Animaseg

Revisado por:

João A. Corder - Coordenador
CTEN Proteção Respiratória