



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RIO GRANDE DO SUL

ESCOLA DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA

ANÁLISE DE RISCOS INDUSTRIAIS NO PROCESSO DE INJEÇÃO DE TERMOPLÁSTICOS

Josiélen Denise Vanin Barbieri

Trabalho de conclusão de curso de graduação em Engenharia Química.

Orientadora: Profª Drª Isabel Cristina Tessaro

Porto Alegre, 15 de dezembro de 2010.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família, meus amigos e meu namorado pelo carinho, apoio e compreensão.

À professora Isabel, minha orientadora, pela disponibilidade e atenção.

Ao Sr. Flávio Maciel de Freitas Júnior, pelos conhecimentos e pela amizade.

RESUMO

O trabalho versa sobre a análise em termos de Higiene e Segurança do Trabalho de uma linha de produção de TPU (*Thermoplastic Polyurethane*), levando em conta as atividades desenvolvidas ao longo do processo, os levantamentos dos agentes que possivelmente expõe os funcionários à condições de risco ocupacionais, como ruído, calor e produtos químicos prejudiciais à saúde.

Isso resulta de uma preocupação crescente na diminuição dos incidentes e acidentes e de um maior bem estar dos funcionários, que respondem com uma produção maior e mais consciente, minimizando os custos de produção e evitando desperdícios de materiais. Para isso é fundamental a conscientização dos funcionários para o desenvolvimento de suas atividades conforme normas e instruções da empresa.

Os agentes apontados são analisados conforme a Portaria nº 3.214/78 do MTE que regulamenta as atividades regidas pela CLT – Consolidação das Leis do Trabalho.

A sugestão para minimização desses agentes é a utilização de equipamentos de proteção coletiva e individual, que são analisados conforme os agentes apontados.

Conclui-se o trabalho analisando os fatores observados na empresa, que correspondem aos aspectos comuns à diversas linhas de produção de TPU, relacionando-os com a legislação vigente e analisando a possibilidade de haver condições de trabalho sem condições de risco ocupacional.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. DESCRIÇÃO DO PROCESSO	3
3. LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS	6
3.1. Agentes Físicos	6
3.2. Agentes químicos	7
4. ANÁLISE DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS DE TRABALHO	10
4.1. Agentes Físicos	10
4.2. Agentes Químicos Prejudiciais Quantitativamente	13
4.3. Agentes Químicos Prejudiciais Qualitativamente	20
5. EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL	22
5.1. Proteção Auditiva	22
5.2. Proteção Térmica	24
5.3. Proteção Ocular	25
5.4. Proteção Respiratória	26
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS	30
ANEXO – LEGISLAÇÃO	31
NR-6	31
NR-15, Anexo 1	34
NR-15, Anexo 11	35
NR-15, Anexo 13	38

LISTA DE FIGURAS

- | | |
|---|---|
| 1. Reação de polimerização para a produção de TPU | 3 |
| 2. Fluxograma Simplificado de Produção | 5 |

LISTA DE TABELAS

1. Volume e capacidade de produção dos reatores da empresa	3
2. Nível de ruído e tempo de exposição medidos para diferentes funções durante o processo produtivo	6
3. Temperatura de exposição para a atividade de operador do processo da empresa	7
4. Medição efetuada para o agente químico acetato de etila	7
5. Medição efetuada para o agente químico acetona	7
6. Medição efetuada para o agente químico benzeno	8
7. Medição efetuada para o agente químico hexametileno diisocianato	8
8. Medição efetuada para o agente químico isocianato	8
9. Medição efetuada para o agente químico nonano (isômeros)	8
10. Medição efetuada para o agente químico solventes orgânicos	8
11. Medição efetuada para o agente químico tolueno	9
12. Medição efetuada para o agente químico n-heptano	9
13. Medição efetuada para o agente químico n-hexano	9

1. INTRODUÇÃO

Os polímeros sintéticos de alto desempenho, como o TPU, foram desenvolvidos por Otto Bayer em 1937. Estes produtos correspondem a compostos orgânicos resultantes da reação de grupos hidroxílicos (dióis e polióis) com isocianatos que possuem mais que um grupo reativo por molécula (diisocianato ou poliisocianato); desta reação produz-se grupamentos uretânicos e resultam de uma reação química exotérmica.

As aplicações destes produtos são amplas. O TPU, por exemplo, tem aplicação ampla em pigmentação, acabamento e boa resistência a óleos e combustíveis, possui alta resistência ao rasgo e à fadiga, possui grande faixa de dureza que possam exigir alta performance em calçados esportivos e casuais e pode-se fabricar unisolas e tacos para saltos¹².

Com o desenvolvimento dos processos industriais, também se mostrou importante a avaliação das condições de trabalho para os operadores das linhas de produção, contando com a evolução dos maquinários e a observação da Consolidação das Leis do Trabalho.

A análise de riscos industriais consolida um método válido para a diminuição de acidentes e incidentes nos pátios industriais. Além de tornar o ambiente mais seguro e mais agradável para o trabalho, reduz custos de produção, diminuindo as matérias-primas, aumentando os produtos acabados e reduzindo custos com maquinários e equipamentos. Isto pode ser alcançado, através de programas de prevenção e manutenção, treinamento de funcionários e instituição de instruções de trabalho, que especificam as atividades a serem desenvolvidas e também os cuidados para cada tarefa em particular.

Estes programas e a aplicação dos métodos dependem investimento financeiro e pessoal especializado que trazem retorno através de economia em admissão de novos funcionários, em casos de afastamento de colaboradores por motivos de acidentes ou doenças do trabalho, e no aumento da produtividade quando da geração de um ambiente mais propício para o desenvolvimento correto das atividades.

Os trabalhos nessa área visam a conscientização dos funcionários para a importância da Higiene e Segurança do Trabalho e o cumprimento do exposto nas normas da CLT – Consolidação das Leis do Trabalho.

No presente trabalho foi analisado o processo de injeção de termoplásticos para a produção de elastômeros, cada uma das suas atividades, matérias-primas, produto final e maquinário, conforme a geração de condições de riscos, para que se possa desenvolver atividades seguras, dentro da legislação vigente.

Este trabalho tem como objetivo principal a observação dos operadores da linha de produção de TPU, e, para tanto, efetuou-se uma análise completa das condições de trabalho, levando em conta os agentes relacionados na Portaria nº 3.214/78 do MTE (Ministério do Trabalho e Emprego) e as medições efetuadas por uma empresa do ramo.

Para atingir o objetivo deste trabalho foi realizada uma visita a uma indústria básica para a produção do polímero e as condições básicas de Higiene e Segurança do Trabalho foram relacionadas e os cuidados a serem tomados para a minimização da ação dos agentes de risco foram sugeridos, resultando de uma produção mais segura, sem geração de condições de riscos ocupacionais aos trabalhadores.

2. DESCRIÇÃO DO PROCESSO

A linha de produção estudada produz TPU e PU (*Polyurethane*) em solução de solvente (MEK – metil etil cetona) para venda aos seus clientes. Atualmente a empresa produz 9.000 kg de TPU/dia.

O processo industrial encontra-se dividido em três etapas, definidas conforme as reações e procedimentos relacionados com a produção de TPU granulado.

A primeira etapa do processo, denominada de “síntese”, é a etapa de polimerização para transformação de poliéster em PU. Nesta etapa, são utilizadas as seguintes substâncias químicas: poliéster, ácido adípico e monoetilenoglicol.

Esta reação acontece dentro de reator, aquecido à 240°C com um ciclo de reação de 24 horas, realizado em batelada. A reação de produção do polímero está apresentada na Figura 1.

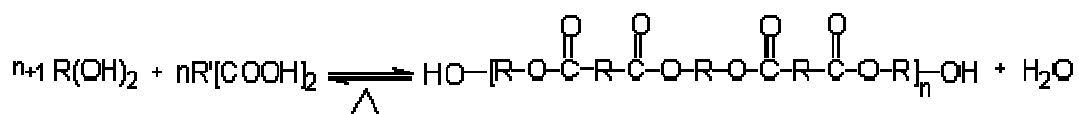


Figura 1 - Reação de polimerização para a produção de TPU.

A capacidade de produção da empresa visitada, que na primeira etapa corresponde à capacidade volumétrica dos reatores e que ultrapassa a necessidade de produção para o volume de vendas está apresentada na Tabela 1, que relaciona o volume e a capacidade de produção de cada reator.

Tabela 1 - Volume e capacidade de produção dos reatores da empresa.

Reator	Volume (L)	Capacidade de produção (a cada 24 horas) (kg)
1	1.200	1.000
2	5.000	3.800
3	1.000	850
4	3.500	2.400
5*	150	120

* Reator 5: onde são realizados testes e reações experimentais.

A operação de “síntese” é realizada de forma assistida durante todo o tempo de processo, através de controle manual de temperatura, manipulação das válvulas do sistema e de quadro liga-desliga (para o caso de alguma emergência).

O material retirado do reator é transferido para tanques de armazenamento que permanecem aquecidos à temperatura de 60°C através de tubulação aquecida a esta mesma temperatura.

A segunda etapa do processo, denominada de “montagem” corresponde à etapa de mistura do produto obtido no reator, transportado por tubulação, aquecido à 60°C, para um tonel, dotado de misturador com os demais insumos (difenilmetano diisocianato – MDI e glicol). Esta mistura é espalhada sobre uma chapa aquecida, após dois minutos inicia-se a reação a uma temperatura constante de 100°C obtendo-se então, uma placa endurecida e esbranquiçada de altura pequena.

Essa placa de material formada é dividida em pedaços menores por uma guilhotina para facilitar o processamento do material nos moinhos.

Considerando a eventual liberação de vapores orgânicos ao ambiente de trabalho, esta etapa realizada em uma câmara fechada e possui exaustão local.

A terceira etapa do processo inicia-se com a passagem do material triturado por moinhos (quatro moinhos – três para produção e um para amostras) para granulação do material e passagem pela extrusora. O procedimento de moagem é complementado pela classificação do material através de peneiras instaladas nos bocais dos moinhos com aberturas de 50 mm e de 8 mm.

A operação de moagem é realizada em ambiente fechado (enclausurado), em função do alto nível de ruído contínuo e da alta temperatura no local, razão pela qual possui também exaustão local.

O processo de extrusão de plásticos consiste em um misturador de pequenas esferas termoplásticas. A máquina é composta de um cilindro interior que gira um parafuso tipo rosca sem-fim, que transporta material plástico que é aquecido, plastificado e comprimido, sendo forçado através do orifício de uma matriz montada no cabeçote existente na extremidade do cilindro.

No processo estudado, o material funde à temperatura de 240°C.

Após o processo de extrusão, o material passa por outro moinho, com corte imerso em água, com a finalidade de refrigeração, passando por uma centrífuga, que separa o material termoplástico da água, que será re-utilizada novamente na operação.

A finalização da etapa é realizada em silo homogeneizador (dois silos, com capacidade de 8 toneladas cada), durante período de 30 minutos, que tem por objetivo a homogeneização do lote e retirada da umidade através de injeção de ar quente (60°C) produzido por turbina própria do equipamento. Nesta operação, também são utilizadas peneiras para classificação do material com aberturas de 5, 4 e 1,5 mm.

Na Figura 2 está apresentado o fluxograma simplificado do processo, conforme as etapas previamente descritas.

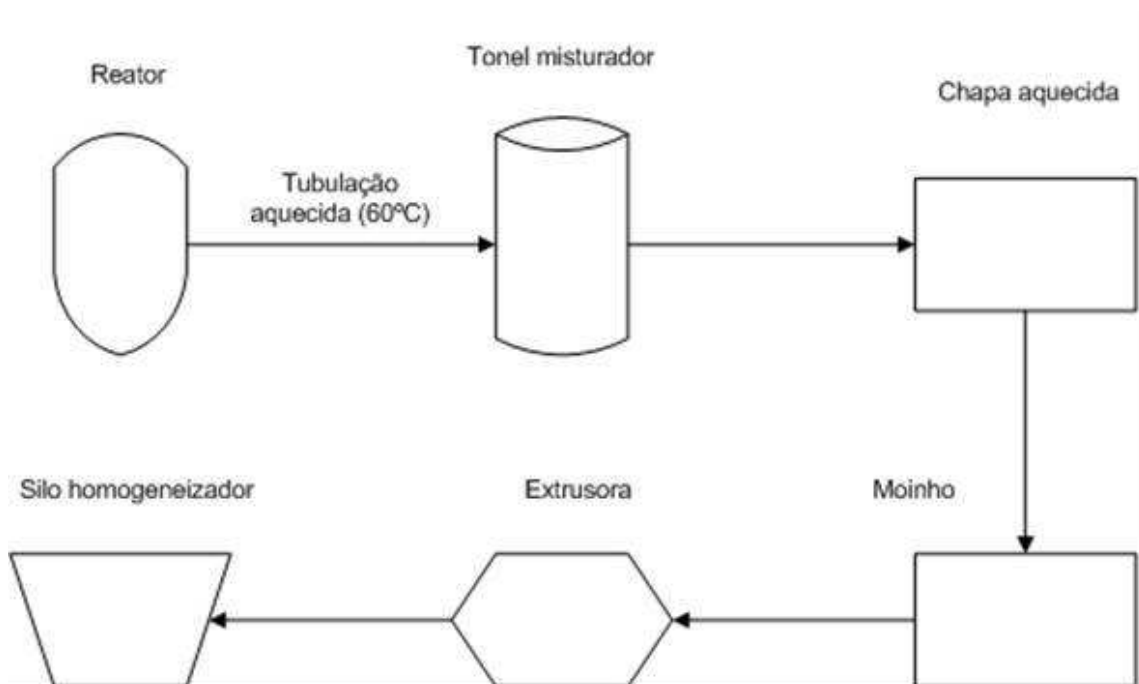


Figura 2 – Fluxograma simplificado do processo.

A cada período determinado, é retirada do processo uma amostra, que é injetada (operação que será realizada pelo cliente) para a verificação das especificações de resistência ao rasgo e à fadiga e a dureza do TPU que representam a qualidade do produto e devem corresponder às especificações do mercado.

3. LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS

Nesta seção estão apresentados os dados obtidos através do levantamento das condições ambientais relacionadas com agentes físicos (ruído e calor) e com agentes químicos observadas na empresa em estudo por laboratórios especializados.

3.1. Agentes Físicos

Ruído

Os níveis de ruído contínuo ou intermitente constantes no PPRA – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais, da empresa foram mensurados através de dosimetria, de acordo com a função dos operadores da cada etapa, os valores obtidos estão apresentados na Tabela 2. Os limites de tolerância explicitados na tabela correspondem aos relacionados no Quadro nº 1 constante no Anexo 1 – Agentes Físicos –, NR-15 da Portaria nº 3.214/78 do MTE – Ministério do Trabalho e Emprego.

Tabela 2 - Nível de ruído e tempo de exposição medidos para diferentes funções durante o processo produtivo.

Função	Etapa do Processo	Tempo de exposição diária	Nível de ruído medido (dB(A))
Líder de produção	Todas etapas	08h48min	70
Operador de moinho	Terceira etapa		89,4
Pesador	Segunda etapa		83,9
Auxiliar de pesador	Segunda etapa		83,9
Operador de reatores	Primeira etapa		75,6
Operador de máquina	Terceira etapa		81,3

Calor

As temperaturas de exposição foram medidas no setor de poliuretano, conforme constantes no PPRA da empresa, resultando nos valores apresentados na Tabela 3, que calcula a temperatura efetiva de exposição relacionando as temperatura de globo (tg), temperatura de bulbo seco (tbs) e a temperatura de bulbo úmido (tbu).

Os limites de tolerância explicitados na tabela correspondem aos relacionados no Quadro nº 1 constante no Anexo 3 – Agentes Físicos –, NR-15 da Portaria nº 3.214/78 do MTE – Ministério do Trabalho e Emprego.

Tabela 3 - Temperatura de exposição para a atividade de operador do processo da empresa.

SETOR	LOCAL	REGIME DE TRABALHO	ATIVIDADE	PARÂMETROS AVALIADOS			CALOR METABÓLICO ESTIMADO Kcal/h	IBUTG (°C)
				tg (°C)	tbs (°C)	tbu (°C)		
Setor de PU	Setor	Moderado	Operador	35,6	35,6	24,5	175	27,7

3.2. Agentes Químicos

Nas Tabelas 4 a 13 estão apresentados os valores de medições dos agentes químicos (acetato de etila, acetona, benzeno, hexametileno diisocianato, isocianato, nonano, solventes orgânicos, tolueno, n-heptano, n-hexano), conforme a metodologia utilizada pela empresa para a confecção do PPRA, relacionando a função e a etapa do processo e confrontando-as com as medidas de limite de tolerância explicitados no Anexo 11 da NR-15, Portaria nº 3.214/78.

Tabela 4 - Medição efetuada para o agente químico acetato de etila.

Função	Etapa do Processo	Quantificação* (ppm)
Líder de produção	Todas etapas	33,4
Pesador	Segunda etapa	33,4
Auxiliar de pesador	Segunda etapa	33,4
Operador de reatores	Primeira etapa	33,4

*cromatografia

Tabela 5 - Medição efetuada para o agente químico acetona.

Função	Etapa do Processo	Quantificação* (ppm)
Líder de produção	Todas etapas	1,3
Pesador	Segunda etapa	1,3
Auxiliar de pesador	Segunda etapa	1,3
Operador de reatores	Primeira etapa	1,3

*cromatografia

Tabela 6 - Medição efetuada para o agente químico benzeno.

Função	Etapa do Processo	Quantificação* (ppm)
Líder de produção	Todas etapas	Não detectado
Pesador	Segunda etapa	Não detectado
Auxiliar de pesador	Segunda etapa	Não detectado
Operador de reatores	Primeira etapa	Não detectado

*cromatografia

Tabela 7 - Medição efetuada para o agente químico hexametileno diisocianato.

Função	Etapa do Processo	Quantificação* (ppm)
Líder de produção	Todas etapas	Não detectado
Pesador	Segunda etapa	Não detectado
Auxiliar de pesador	Segunda etapa	Não detectado
Operador de reatores	Primeira etapa	Não detectado

*cromatografia

Tabela 8 - Medição efetuada para o agente químico isocianato.

Função	Etapa do Processo	Quantificação*
Líder de produção	Todas etapas	Pequeno
Pesador	Segunda etapa	Pequeno
Auxiliar de pesador	Segunda etapa	Pequeno
Operador de reatores	Primeira etapa	Pequeno

*análise qualitativa

Tabela 9 - Medição efetuada para o agente químico nonano (isômeros).

Função	Etapa do Processo	Quantificação* (ppm)
Líder de produção	Todas etapas	Não detectado
Pesador	Segunda etapa	Não detectado
Auxiliar de pesador	Segunda etapa	Não detectado
Operador de reatores	Primeira etapa	Não detectado

*cromatografia

Tabela 10 - Medição efetuada para o agente químico solventes orgânicos.

Função	Etapa do Processo	Quantificação*
Líder de produção	Todas etapas	Pequeno
Pesador	Segunda etapa	Pequeno
Auxiliar de pesador	Segunda etapa	Pequeno
Operador de reatores	Primeira etapa	Pequeno

*avaliação qualitativa

Tabela 11 - Medição efetuada para o agente químico tolueno.

Função	Etapa do Processo	Quantificação* (ppm)
Líder de produção	Todas etapas	0,3
Pesador	Segunda etapa	0,3
Auxiliar de pesador	Segunda etapa	0,3
Operador de reatores	Primeira etapa	0,3

*cromatografia

Tabela 12 - Medição efetuada para o agente químico n-heptano.

Função	Etapa do Processo	Quantificação* (ppm)
Líder de produção	Todas etapas	Não detectado
Pesador	Segunda etapa	Não detectado
Auxiliar de pesador	Segunda etapa	Não detectado
Operador de reatores	Primeira etapa	Não detectado

*cromatografia

Tabela 13 - Medição efetuada para o agente químico n-hexano.

Função	Etapa do Processo	Quantificação* (ppm)
Líder de produção	Todas etapas	Não detectado
Pesador	Segunda etapa	Não detectado
Auxiliar de pesador	Segunda etapa	Não detectado
Operador de reatores	Primeira etapa	Não detectado

*cromatografia

4. ANÁLISE DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS DE TRABALHO:

4.1. Agentes Físicos

Ruído

As oscilações, quando facilmente detectadas pelo tato, são chamadas de vibração, porém, quando são detectáveis apenas pelo sistema auditivo, são chamadas de som ou vibrações sonoras.

Considerando a Higiene do Trabalho, é de interesse identificar as vibrações que podem causar efeitos nocivos, com objetivo de especificar medidas de controle que eliminem ou reduzam os riscos a níveis suportáveis e compatíveis com a preservação da saúde e a não redução da capacidade auditiva. O corpo humano está sujeito aos efeitos das vibrações quando estas apresentam valores específicos de amplitude (depende da intensidade do fenômeno) e de frequência.

O ruído é um fenômeno físico que indica uma mistura de sons cujas frequências não seguem nenhuma lei precisa. Pode ser frequentemente encontrado para referir barulho, no sentido de som indesejável.

Em função disto, além de medir a variação da pressão sonora, também precisamos ter uma idéia da sensação humana quando o ouvido é exposto a diferentes pressões sonoras que o estimulam⁹.

Com esse intuito, Weber-Fechner (1801) chegaram a duas conclusões: “para haver um aumento na sensação é necessário que a intensidade do estímulo cresça” e “o aumento de sensação é proporcional ao logaritmo do estímulo”. Essas conclusões são aproximações, entretanto resultam em um método de medição simples, uma escala de fácil manuseio e possível para determinar a reação humana a cada estímulo.

O método proposto é uma relação logarítmica, expressa em decibéis (dB), que relaciona uma pressão arbitrária adotada e a pressão sonora real existente no local da medição.

Com relação aos efeitos do ruído sobre o organismo humano, podemos citar o que segue:

- mudança temporária do limiar de audição ou surdez temporária, que ocorre após a exposição à ruído intenso; condição que permanece temporariamente, retomando o normal após um período de tempo;
- surdez permanente, originada da exposição repetida a ruídos de intensidade excessiva; perda irreversível que está associada à destruição dos elementos sensoriais auditivos;
- trauma acústico, que se caracteriza pela perda acústica repentina após a exposição a barulho intenso, causado por explosões ou impactos sonoros semelhantes.

O limite de tolerância de exposição ao ruído, considerando uma jornada de trabalho normal, é de 84 dB(A), conforme exposto no Anexo 1 da NR-15 da Portaria nº 3.214/78 do MTE.

Considerando as medições efetuadas pela empresa nos postos de trabalho da linha de produção de TPU as operações de pesador e auxiliar de pesador encontram-se próximos ao limite de tolerância e a operação de operador de moinho ultrapassa os níveis de ruído permissíveis conforme a legislação vigente.

Calor

Algumas atividades são desenvolvidas em ambientes que apresentam condições térmicas diferentes daquelas em que o organismo humano está submetido regularmente, podendo comprometer a sua saúde.

Atividades que expõem os trabalhadores à condições de calor excessivo se caracterizam como processos com liberação de grandes quantidades de energia térmica.

Para a ocorrência da perda e ganho de calor pelo organismo, temos os seguintes meios:

- o calor produzido pelo próprio organismo quando do desenvolvimento de uma atividade física;
- a convecção e a radiação que podem implicar em um ganho ou perda de calor pelo organismo, conforme a temperatura da pele em relação à temperatura do ar;

- a evaporação do suor da superfície do corpo que necessariamente implica na perda de calor.
- podem ser consideradas as perdas e ganhos de calor através da respiração e da alimentação, que são quantidades pequenas.

Para o equilíbrio da manutenção de calor devemos considerar o contrabalanceamento da quantidade de calor perdida e recebida pelo meio ambiente e pelo organismo.

Ambientes de trabalho com altas temperaturas demonstram nos trabalhadores o aparecimento de fadiga, diminuição do rendimento, erros na percepção e raciocínio e perturbações psicológicas que podem conduzir a esgotamento e prostrações⁹.

Quando se observa um aumento na temperatura ambiente, é registrada uma reação do organismo para promover um aumento da perda de calor.

Os mecanismos de defesa do organismo para a manutenção da exposição à temperaturas elevadas são:

- vasodilatação periférica, que se caracteriza por um fluxo maior de sangue na superfície do corpo e num aumento da temperatura da pele, que transporta o calor do núcleo do corpo para a superfície, onde ocorrem as trocas térmicas;
- sudorese, onde o número de glândulas sudoríparas ativadas é diretamente proporcional ao desequilíbrio térmico existente;
- doenças do calor, quando a vasodilatação e a sudorese não são suficientes para promover a perda adequada de calor, os trabalhadores podem apresentar: exaustão do calor, desidratação, câimbras de calor e choque térmico.

Analisando as medições de temperatura efetuadas pela empresa e o regime de trabalho do operador (caracterizado como moderado pela legislação vigente), conforme a temperatura IBUTG – Índice de Bulbo Úmido – Termômetro de Globo, que é de 27,7°C, a jornada de trabalho deve ser distribuída de forma que se tenha 45 minutos de trabalho e 15 minutos de descanso.

Assim, tem-se que as temperaturas medidas no ambiente dos funcionários da linha de TPU são compatíveis com a atividade física dos trabalhadores

e com as condições térmicas do ambiente analisado, corroborando o fato de que não foram ultrapassados o limite de tolerância de 30,5°C conforme a NR-15 da Portaria nº 3.214/78 do MTE.

4.2. Agentes Químicos Prejudiciais Quantitativamente

Os agentes químicos presentes nas diferentes etapas do processo produtivo serão apresentados a seguir e analisados conforme os limites de tolerância explicitados no Anexo 11 da NR-15, Portaria nº 3.214/78 para uma jornada de trabalho de até 48 horas semanais.

Acetato de Etila

O acetato de etila (Fórmula: $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$) é um éster simples, que possui alta aplicação industrial como solvente para vernizes, lacas e nitrocelulose, como sabor artificial de fruta, na limpeza de produtos têxteis e na fabricação de seda e couros sintéticos, perfumes, chapas e filmes fotográficos.

A toxicidade aguda do acetato de etila é baixa em cobais. A inalação dos seus vapores pode causar irritação dos olhos, nariz e garganta. A exposição a uma concentração de 400-500 ppm no ar causa, em seres humanos, uma irritação leve dos olhos e nariz⁶.

Para uma jornada de trabalho de até 48 horas semanais, conforme o Quadro nº 1 – Tabelas de Limites de Tolerância, do Anexo 11 da NR-15, o limite de tolerância para a exposição às este agente químico é de 310 ppm.

Segundo as medições realizadas na empresa, junto ao posto de trabalho dos operadores da linha de produção de TPU, o nível de exposição dos trabalhadores era da ordem de 33,4 ppm.

A exposição a este agente não causa prejuízos à saúde do trabalhador, de acordo com o Anexo 11, NR-15 da Portaria nº 3.214/78.

Acetona

A acetona (dimetilcetona, 2-propanona, propan-2-ona ou propanona) com fórmula química $\text{CH}_3(\text{CO})\text{CH}_3$, é um composto orgânico sintético que também ocorre naturalmente no meio ambiente. É um líquido incolor de odor e sabor fáceis de distinguir. Evapora facilmente, é inflamável e solúvel em água.

Foi observado que a toxicidade aguda de acetona em cobaias é muito baixa. Entretanto, em grandes doses poderá ser moderadamente tóxica. A inalação dos olhos, nariz e garganta. Uma curta exposição por 5 minutos a 300-500 ppm pode causar irritação leve em seres humanos.

Em alta concentração pode causar secura na boca, fadiga, dor de cabeça, náusea, tontura, fraqueza muscular, perda da coordenação da fala e torpor.

Não há registros de efeitos mutagênicos ou carcinogênicos⁶.

Para uma jornada de trabalho de até 48 horas semanais, conforme o Quadro nº 1 – Tabelas de Limites de Tolerância, do Anexo 11 da NR-15, o limite de tolerância para a exposição a este agente químico é de 780 ppm.

Segundo as medições realizadas na empresa, junto ao posto de trabalho dos operadores da linha de produção de TPU, o nível de exposição dos trabalhadores era da ordem de 1,3 ppm.

A exposição a este agente não causa prejuízos à saúde do trabalhador, de acordo com o Anexo 11, NR-15 da Portaria nº 3.214/78.

Benzeno

O benzeno é um hidrocarboneto aromático que se apresenta como um líquido incolor, lipossolúvel, inflamável, de odor característico, com fórmula molecular C_6H_6 .

O benzeno é um tóxico agudo e crônico. Os efeitos tóxicos agudos por inalação, ingestão e contato com a pele variam de baixos a moderados. Os sintomas em seres humanos são alucinação, percepção distorcida, euforia, sonolência, náusea, vômito e dor de cabeça. Os efeitos narcóticos em seres humanos podem ocorrer por inalação do benzeno no ar, a concentrações de 200 ppm. Altas concentrações podem causar convulsões. Uma exposição por 5-10 minutos ao benzeno a 2% no ar pode ser fatal; a morte pode resultar de parada respiratória.

O benzeno irrita os olhos, o nariz e as vias respiratórias. A intoxicação crônica causada pelo benzeno é mais grave que a toxicidade aguda. Os órgãos alvo da intoxicação crônica e aguda são o sangue, a medula óssea, o sistema nervoso central, o sistema respiratório, olhos e pele. Fortes exposições ocupacionais

ao benzeno podem causar depressão da medula e anemia, e, em alguns casos raros, leucemia. A leucemia pode ocorrer vários anos após o término da exposição. Há documentação de mortes por leucemia, atribuídas à exposição ao benzeno no local de trabalho, que pode ser da ordem de 200 ppm (ACGIH, 1986). O benzeno é classificado como um possível carcinógeno humano. Além de leucemia, linfoma maligno e mieloma, já foram relatados câncer de pulmão em pessoas expostas ao benzeno (Aksoy, 1989).

A absorção do benzeno via cutânea pode ser nociva. O meio de eliminação do benzeno absorvido pelo organismo se dá através do metabolismo. Essa eliminação ocorre através dos radicais hidroxila, que formam formaldeídos e degradam a desoxirribose, que reagem com o benzeno, formando fenol e dihidroxifenol, que são passíveis de eliminação pela urina. Cerca de um terço do benzeno pode ser eliminado pela urina, os dois terços restantes podem ser degradados posteriormente e somados aos tecidos ou oxidados e eliminados como CO₂⁶.

As medições correspondentes ao nível de benzeno presente no ambiente de trabalho da linha de produção de TPU, conforme medição realizada pela empresa através da técnica da cromatografia resultaram como não detectado.

Entretanto, no Anexo 11 da NR-15, quando trata de benzeno, alterou-se pela Portaria SSST nº 14 de 20 de dezembro de 1995, que traz as substâncias cancerígenas para a análise qualitativa que será abordada a seguir.

Segundo o Anexo 11 da NR-15, os funcionários da linha de produção de TPU não permaneciam em condições insalubres.

Hexametileno Diisocianato

O hexametileno diisocianato (fórmula química: (CH₂)₆(NCO)₂) é um líquido incolor solúvel na maioria dos solventes orgânicos e decompõem-se com a água.

O hexametileno diisocianato (HDI) é utilizado na produção de espumas de poliuretano e revestimentos especiais de alta qualidade.

O HDI é moderadamente tóxico através de inalação, podendo causar, quando em toxicidade aguda, sibilância, dispnéia, sudorese, tosse, dificuldades para respirar e insônia. A exposição ao HDI pode causar irritação da pele, olhos, nariz

e vias respiratórias; já a exposição crônica, pode causar obstrução das vias respiratórias e asma.

A concentração letal para ratos através de inalação desta substância por um período de 4 horas foi de 60 mg/m³. A toxicidade oral é baixa em cobaias, entretanto, muito mais alta pela via intravenosa.

Não há relato de qualquer estudo carcinogênico ou teratogênico para esta substância⁶.

As medições que ocorreram nos postos de trabalho da empresa, através da técnica de cromatografia, demonstraram que o HDI não foi detectado.

Não são citados os limites de tolerância para o HDI no Anexo 11 da NR-15 não caracterizando prejuízo à saúde do trabalhador. Entende-se, desta forma, que não foram ultrapassados os limites de tolerância, conforme o Anexo 11, NR-15 da Portaria nº 3.214/78 do MTE, para exposição dos trabalhadores da linha de produção de TPU para o agente químico em questão.

Isocianato

Os isocianatos são compostos orgânicos que possuem o grupo isocianato (NCO). São ésteres do ácido isociânico e formam polímeros de grande aplicação comercial conhecidos como poliuretanos.

Estes compostos são altamente reativos por causa da alta insaturação do grupo funcional isocianato. Hidrolizam com a água produzindo uréia substituída.

A maioria dos isocianatos é nociva à saúde, pois causam lacrimejamento e irritação da pele e mucosas. O contato cutâneo causa urticária, eczema e escurecimento leve. O contato por via respiratória pode causar alergias semelhantes à asma, com sintomas como dificuldades respiratórias até ataques agudos e perda repentina da consciência⁶.

Conforme apurado na empresa, segundo sua relação das análises químicas, o nível de exposição dos trabalhadores ao agente químico é positivo, através de técnica qualitativa.

Para este agente químico não está explicitado o limite de tolerância para exposição dos trabalhadores, no Anexo 11 da NR-15. Com isso, temos que, a exposição ao agente químico, da forma sugerida acima, não expõe os trabalhadores à condições insalubres.

Nonano (isômeros)

O nonano é um líquido da família dos alcanos saturados lineares com nove carbonos, podendo se referir ao composto linear ou a um dos seus isômeros ramificados.

A substância nonano é irritante da pele e dos olhos. Em caso de ingestão, pode causar náusea e vômito⁶.

As medições que foram realizadas pela empresa nos postos de trabalho do processo de produção de TPU, através da técnica de cromatografia, demonstraram que o nonano não foi detectado.

Analisando o Anexo 11 da NR-15, que regulamenta a exposição máxima permissível dos trabalhadores aos agentes químicos, não encontramos os limites de tolerância para o nonano.

Entende-se que o agente químico acima discriminado não causa prejuízos à saúde do trabalhador, uma vez que o mesmo nem é traduzido em valores significativos para este processo de produção de TPU, conforme as medições efetuadas na linha de produção da empresa.

Solventes Orgânicos

Várias substâncias orgânicas são utilizadas como solventes para inúmeros compostos. Estas substâncias possuem efeitos toxicológicos de baixa intensidade, a exposição à altas doses ou exposições crônicas podem causar intoxicação de moderada à grave.

A maioria dos solventes é inflamável ou são líquidos combustíveis cujos vapores formam misturas explosivas com o ar⁶.

O Anexo 11 da NR-15 não traz explicitado o valor para a exposição à solventes orgânicos.

Conforme apurado na monitoração efetuada pela empresa, através de técnica qualitativa, o nível de exposição dos trabalhadores a solventes orgânicos é pequeno.

Depreende-se que a exposição ao agente químico, da forma sugerida acima, não expõe os trabalhadores à condições insalubres.

Tolueno

O tolueno é um líquido incolor com odor aromático característico (fórmula: C_7H_8), ligeiramente miscível em água e facilmente miscível em solventes orgânicos.

O tolueno é derivado do alcatrão de carvão e do petróleo; ocorre na gasolina e em muitos outros solventes orgânicos derivados do petróleo.

A toxicidade aguda do tolueno é semelhante à do benzeno. As vias de exposição podem ser através de inalação, ingestão ou absorção através da pele. Os órgãos que podem ser afetados são o sistema nervoso central, o fígado, os rins e a pele. Em altas concentrações é narcótico.

Em seres humanos a exposição aguda (cerca de 200 ppm no ar) pode causar excitação, euforia, alucinação, percepção distorcida, confusão, dor de cabeça e tontura. Em exposições à concentrações mais altas podem produzir depressão, torpor e esturpor. A inalação de 10.000 ppm pode causar morte por parada respiratória.

A exposição crônica ao tolueno pode causar acúmulo nos tecidos gordurosos, podendo ser eliminado após um determinado período de tempo. Os efeitos crônicos do tolueno são menos graves que os do benzeno⁶.

Para uma jornada de trabalho de 48 horas semanais, conforme o Quadro nº 1 – Tabelas de Limites de Tolerância, do Anexo 11 da NR-15, o limite de tolerância para a exposição às este agente químico é de 78 ppm.

Segundo as medições realizadas na empresa, junto ao posto de trabalho dos operadores da linha de produção de TPU, o nível de exposição dos trabalhadores ao tolueno foi da ordem de 0,3 ppm.

Temos que a exposição ao agente químico tolueno não causa prejuízos à saúde do trabalhador, de acordo com o Anexo 11, NR-15 da Portaria nº 3.214/78 do MTE.

n-Heptano

O n-heptano é um hidrocarboneto saturado da família dos alcanos, um líquido inflamável, com fórmula química C_7H_{16} .

Este composto apresenta baixa toxicidade. A exposição durante 30-60 minutos a uma concentração de 1-15% não foi narcótica para camundongos. A exposição de seres humanos a uma concentração de 2% pode acarretar em convulsão e morte. A inalação de 5000 ppm por alguns minutos causa náuseas e tonteados⁶.

As medições que ocorreram nos postos de trabalho do processo de produção de TPU, através da técnica de cromatografia, demonstraram que o n-heptano não foi detectado.

Não se encontram relacionados os valores máximos de exposição de n-heptano para os postos de trabalho, conforme a legislação vigente (Anexo 11 da NR-15).

Entende-se que a exposição ao agente químico, não caracteriza atividade que traga prejuízos aos trabalhadores, considerando que o composto não foi detectado e que não foram relacionados os limites de tolerância, no Anexo 11, NR-15 da Portaria nº 3.214/78 do MTE.

n-Hexano

O n-hexano é um líquido incolor com um odor leve, altamente volátil, é o principal elemento do éter do petróleo, gasolina e solvente de borracha. É usado como solvente em adesivos, óleos vegetais e na análise orgânica, e na desnaturação do álcool.

A substância n-hexano é irritante das vias respiratórias e narcótica em altas concentrações. Exposições a concentrações de 40.000 ppm durante um período de uma hora podem causar convulsões e morte em camundongos.

Em seres humanos a exposição ao n-hexano durante período de 10 minutos a uma concentração de 5.000 ppm produzem alucinação, distorção visual, dor de cabeça, tonteira, náusea e irritação nos olhos e na garganta. A exposição crônica pode causar polineurite.

A exposição contínua a 250 ppm de n-hexano produziu efeitos neurotóxicos em animais. A exposição ocupacional a 500 ppm pode causar polineuropatia⁶.

De acordo com as medições efetuadas pela empresa, em cada posto de trabalho da linha de produção de TPU, não foram detectadas concentrações relevantes ao agente químico n-hexano.

Conforme o Anexo 11 da NR-15, Portaria nº 3.214/78 do MTE, o n-hexano não se encontra relacionado como substância de risco.

Com o exposto acima, verifica-se que a avaliação quantitativa do limite de tolerância do agente químico em questão não resulta da situação de risco ocupacional.

4.3. Agentes Químicos Prejudiciais Qualitativamente

Os agentes químicos apresentados a seguir serão analisados conforme o Anexo 13 da NR-15, Portaria nº 3.214/78, que relaciona os agentes químicos prejudiciais qualitativamente.

Benzeno

O benzeno é um hidrocarboneto aromático que se apresenta como um líquido incolor, lipossolúvel, inflamável, de odor característico, com fórmula molecular C_6H_6 cujas características foram previamente descritas.

As medições correspondentes ao nível de benzeno presente no ambiente de trabalho da linha de produção de TPU, conforme medição realizada pela empresa através da técnica da cromatografia resultaram como não detectado.

Assim sendo, os trabalhadores a linha de produção de TPU não se encontram expostos ao agente químico, uma vez que o mesmo não foi detectado no ambiente de trabalho, não gerando quaisquer riscos à saúde ocupacional dos operadores da mesma.

Isocianato

Considerando que o processo de fabricação de TPU utiliza do isocianato (MDI) no processo e, com isso, expõem os funcionários correspondente a todas as etapas do processo à liberações de vapores, em quantidades pequenas, conforme avaliação qualitativa do isocianato na empresa.

Com isso, enquadra-se como insalubre em grau médio a exposição dos trabalhadores da empresa ao agente acima citado, conforme o disposto no Anexo 13 da NR-15 – Agentes Químicos, Hidrocarbonetos Aromáticos – Emprego de isocianatos na formação de poliuretanas (lacas de desmoldagem, lacas de dupla composição, lacas protetoras de madeira e metais, adesivos especiais e outros produtos à base de poliisocianetos e poliuretanas).

Tolueno

Analisando o Anexo 13 da NR-15, que explicita agentes químicos a serem considerados de forma qualitativa, encontramos no item HIDROCARBONETOS E OUTROS COMPOSTOS DE CARBONO regulamenta que o “emprego de produtos contendo hidrocarbonetos aromáticos como solventes ou em limpeza de peças” será considerado insalubres em grau médio.

Conforme explanado anteriormente, a exposição crônica ao tolueno pode causar acúmulo nos tecidos gordurosos, podendo ser eliminado após um determinado período de tempo. Os efeitos crônicos do tolueno são menos graves que os do benzeno.

Segundo as medições realizadas pela empresa, junto ao posto de trabalho dos operadores da linha de produção de TPU, o nível de exposição dos trabalhadores ao agente químico tolueno, mediante realização de cromatografia, foi da ordem de 0,3 ppm.

Como base no citado neste item, concluímos que a exposição ao agente químico em questão encontra-se relacionado como insalubre em grau médio, pelo Anexo 13 da NR-15, Portaria nº 3.214/78 (item que relaciona as atividades com Hidrocarbonetos aromáticos e outros compostos de carbono).

5. EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL E COLETIVA

5.1. Proteção Auditiva

De acordo com o Anexo 1, da NR-6, item C – EPI para Proteção Auditiva, o protetor auditivo de inserção é indicado para a proteção do sistema auditivo contra níveis de pressão sonora superiores aos estabelecidos na NR-15, Anexos I e II.

Os canais do ouvido diferem largamente no tamanho, forma e posição de indivíduo para indivíduo, e, até mesmo, entre os ouvidos de uma mesma pessoa.

As seções transversais do canal do ouvido variam de aproximadamente 3 a 14 mm, sendo que a grande maioria encontra-se na faixa de 5 a 11 mm. A maioria dos canais tem formato elíptico, alguns são redondos e outros apresentam somente uma fenda estreita; podem ser em linha reta, direcionados para o centro da cabeça, mas a maioria apresenta curvas diversas e são direcionadas para a face.

Os protetores de inserção podem ser moldados ou moldáveis.

Os protetores de inserção moldados têm forma definida e são fabricados em borracha ou plástico, são macios e flexíveis, permitindo maior ajuste ao ouvido. Apresentam-se em diversos tamanhos e proporcionam uma grande faixa de eficácia na atenuação do ruído.

Estes protetores são fabricados de material atóxico e de superfícies lisas que são facilmente limpas com água e sabão; mantêm seu tamanho e sua flexibilidade por muito tempo, entretanto a cera do próprio ouvido poderá provocar alterações no tamanho e flexibilidade após o uso prolongado.

Os protetores auriculares de inserção moldáveis são fabricados em materiais como algodão, papel, cera, fibras sintéticas, polímeros, lã de vidro, entre outras substâncias. Um pequeno cone é moldado na palma da mão e o vértice deste cone é inserido no canal do ouvido com força, para que o material se amolde ao formato do canal e se mantenha na posição desejada. A faixa de atenuação do nível de pressão sonora é determinada pelo tipo de material utilizado na confecção do protetor.

Estes protetores merecem atenção especial quanto à higiene do ambiente de trabalho, uma vez que é utilizada a palma da mão para a sua inserção ao ouvido, podendo provocar irritação ou infecção. Apesar de serem mais práticos em função de se ajustarem a qualquer tipo de ouvido, possuem a inconveniência de poderem ser utilizados somente durante apenas uma jornada de trabalho, aumentando os custos.

Os fornecedores destes equipamentos devem especificar a redução esperada em dB por bandas de frequência (especificados abaixo), para fazer a escolha que mais se adapte ao tipo de barulho encontrado no ambiente analisado.

Os valores de *Noise Reduction Rate* ou Nível de Redução do Ruído (NRR) são utilizados como forma padrão de cálculo de atenuação de ruído para protetores auditivos. Inicialmente utilizado, até meados do ano de 1997, ainda constituem uma maneira prática para a medida de atenuação, pois muitos protetores auditivos ainda possuem explicitados os valores de NRR.

Após este período (1997), passou-se a utilizar o NRRsf – *Noise Reduction Rate subject fit* – para a medida de atenuação necessária dos protetores conforme o ambiente de trabalho.

Para fins ilustrativos, consultando os EPAs – Equipamentos de Proteção Auditiva, comumente utilizados em empresas da região, como por exemplo os protetores auriculares de inserção Pomp Plus (Certificado de Aprovação pelo Ministério do Trabalho nº 5745) de fabricação da 3M do Brasil Ltda. e Maxxi Silicone Poli 1503 (Certificado de Aprovação pelo Ministério do Trabalho nº 11512) da empresa Maxi Royal Indústria e Comércio de Protetores Auriculares, Equipamentos de Proteção e Segurança Individual Ltda. possuem NRRsf, respectivamente, de 17 e 16 dB.

Isto equivale a dizer que o protetor auricular Pomp Plus tem nível de atenuação de 17 dB e o protetor auricular Maxxi Silicone Poli 1503 tem redução de 16 dB com a sua utilização em condições adequadas. Considerando, portanto, os limites de tolerância vigentes para uma jornada de trabalho de 08h48min, com a utilização destes equipamentos os trabalhadores poderiam expor-se à níveis de ruído de até 101 e 100 db, respectivamente.

Para a atenuação dos níveis de pressão sonora, quando ultrapassados os limites de tolerância, podemos isolar a fonte com paredes múltiplas. Entre as paredes, deve-se deixar espaços de ar, o que permite atenuar muito mais o som do que paredes com espessura maior. Para este tipo de construção, evita-se uniões rígidas, que podem servir como fontes de transmissão do som, eliminando vantagens da multiplicidade; para este fim, as uniões devem ser feitas com material resiliente (borracha, poliuretano, etc).

No processo de fabricação de poliuretano termoplástico, verificamos que a utilização de moinhos resulta na geração de níveis de ruído elevados. O enclausuramento desta etapa da produção de TPU, favorece os trabalhadores das demais etapas do processo.

Verificou-se que os operadores de moinho, permanecem expostos à níveis de ruído acima dos limites de tolerância estabelecidos pela NR-15 do MTE. Para os trabalhadores que necessitam permanecer junto à fonte de ruído, recomenda-se o uso regular de protetores auriculares de inserção, que elidem a ação do agente físico ruído, conforme exposto no próprio Anexo 1 da legislação que regulamenta o assunto.

5.2. Proteção Térmica

De acordo com o Anexo 1, da NR-6, item E – EPI para proteção do tronco, há vestimentas de segurança que oferecem proteção ao tronco contra riscos de origem térmica de acordo com o agente em questão.

Para o controle da exposição ao calor excessivo, as medidas devem iniciar na fonte de emissão, seguindo para o controle em sua trajetória e para as medidas de controle individual, quando não houver possibilidade de redução nas anteriores.

Para a organização da linha de produção de forma a possibilitar a melhor condição de trabalho, citamos as seguintes medidas que influenciam na exposição ao ambiente com calor excessivo: insuflação de ar fresco no local onde deve permanecer o trabalhador (altera a temperatura do ar), aumento da circulação do ar existente no local de trabalho (modifica a velocidade do ar), exaustão dos vapores de água emanados do processo (aumenta a umidade relativa do ar), utilização de barreiras refletoras (com materiais como alumínio polido, aço inoxidável) ou

absorventes (ferro ou aço oxidado) de radiação infra-vermelha, colocadas entre a fonte e o trabalhador (alteração do calor radiante) e a automatização do processo, como por exemplo, a mudança do transporte manual de carga por transporte com esteira ou ponte rolante (diminuindo o calor produzido pelo metabolismo).

Para a proteção da saúde do trabalhador da empresa em estudo e como objetivo de diminuir a sobrecarga térmica, recomenda-se a realização periódica de exames médicos, aclimatização, ingestão de água e sal, limitação do tempo de exposição, a utilização de equipamentos de proteção individual, educação e treinamento.

Quanto aos EPIs, podem ser utilizados óculos com lentes especiais que reduzem o nível de calor radiante, pois reduzem em, no mínimo, 95 % da radiação infra-vermelha incidente.

Demais EPIs como luvas, mangotes, aventais, capuzes devem ser utilizados para proteger as partes do corpo expostas ao calor. Há EPIs com material específico para a proteção contra o calor. Neste caso, o amianto é um isolante térmico que possui alto coeficiente de absorção de calor radiante e pode ser revestido por tecido aluminizado para refletir a maior parte do calor.

Conforme analisado na linha de produção de TPU não verificou-se a exposição dos trabalhadores à níveis de exposição térmica prejudicial à saúde do trabalhador. Entretanto, a caracterização da atividade como moderada requer controle do agente.

5.3. Proteção Ocular

De acordo com o Anexo 1, da NR-6, item B – EPI para Proteção dos Olhos e Face, subitem B.1, letra a, há óculos de segurança para proteção dos olhos contra impactos de partículas volantes.

Os vapores são encontrados em processos onde são utilizados solventes industriais, pois são líquidos bastante voláteis.

A proteção contra a ação de vapores e gases irritantes à conjuntiva ocular é feita com a utilização de óculos com armação de borracha, vinil ou material similar, com sistema de vedação completa para evitar o contato com os agentes químicos.

Os óculos podem ser em forma de concha ou planos, com lentes de segurança contra impactos de partículas volantes, incolor ou nas cores verde ou azul para a proteção de radiações lesivas.

Como quando os vapores são irritantes à via ocular, também são irritantes às vias respiratórias, pode-se utilizar equipamentos para a proteção destas vias combinados.

Verificamos na linha de proteção de TPU que a exposição de vapores orgânicos ocorre em várias etapas do processo e se faz necessária a utilização de óculos específico para a elisão da ação dos agentes químicos.

5.4. Proteção Respiratória

De acordo com o Anexo 1, da NR-6, item B – EPI para Proteção dos Olhos e Face, subitem B.2, letra a, há protetores faciais de segurança para proteção da face contra impactos de partículas volantes.

Para a proteção das vias respiratórias dos trabalhadores encontrou-se máscaras contra gases ou vapores nocivos, que são constituídas por uma peça facial inteira ou de meia-máscara, com tirantes e válvulas de inspiração e expiração.

Quando se trata de uma peça facial inteira, há uma traquéia que liga a máscara ao elemento filtrante, que pela sua dimensão se localiza na altura da cintura, à frente ou às costas do usuário.

Na estrutura semifacial tipo “respirador”, podem constar um ou dois filtros de dimensões reduzidas, em relação ao modelo inteiro.

Os filtros oferecem proteção para uma substância ou classe de substâncias de forma específica, portanto, não podem ser usadas indiscriminadamente contra quaisquer gases ou vapores, se a adequação prévia, sendo que a sua autonomia depende da capacidade (tamanho do elemento), da concentração do contaminante e da atividade respiratória do usuário.

Os filtros comuns protegem até concentrações de 0,2 % (2.000 ppm) e os filtros portados protegem até uma concentração de 2 a 3 % (20.000 a 30.000 ppm). A proteção dos equipamentos pode variar de frações de hora até uma hora, quando se torna necessário substituir os filtros.

Alguns aspectos, quando da utilização das máscaras devem ser observados, como a utilização em atmosferas deficientes de oxigênio, quando da exposição à substância extremamente tóxicas, mesmo que estejam em baixas concentrações e a utilização em locais confinados, onde são comuns “picos” nas concentrações dos contaminantes.

Conforme explanado anteriormente, o trabalho na linha de produção de TPU exige a utilização de máscara de proteção por parte dos funcionários que se encontram na etapa do processo onde foi verificada a liberação de vapores.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a análise da linha de produção de TPU utilizou-se as normas regulamentadoras da CLT – Consolidação das Leis do Trabalho, que expõem os aspectos a serem analisados, seu limites de tolerância, em alguns casos, a presença dos agentes ou não (qualitativamente) e os equipamentos que podem ser utilizados pela empresa (EPCs – Equipamentos de Proteção Coletiva) ou pelos funcionários (EPIs – Equipamentos de Proteção Individual) para minimizar ou elidir a ação dos agentes observados.

Para a elaboração deste trabalho realizou-se análise presencial a uma linha de produção de TPU da região do Vale do Paranhana, entretanto, o processo foi analisado de forma genérica, assim podemos concluir que a análise serve para qualquer linha de produção de TPU que utiliza as mesmas matérias-primas.

Inicialmente, pode-se concluir, com relação ao agente físico ruído, que conforme as medições realizadas pela empresa, em função da utilização de moinhos de trituração, que produzem um ruído elevado, constatou-se a presença de condição insalubre. Entretanto, medidas como o enclausuramento do ambiente no entorno ao maquinário e a utilização de protetores auriculares de inserção, tanto moldáveis como moldados, possibilitam a permanência dos operadores na linha de produção, sem prejuízo à saúde e com condições normais de trabalho.

A análise do agente físico calor, em função das altas temperaturas utilizadas para a reação em chapa aquecida (100°C) durante o processo, resultou em uma situação moderada, que obrigaria a uma pausa de 15 minutos, durante cada período de uma hora de trabalho. No processo em questão, observou-se que tal situação é possível, levando em conta que o trabalhador exposto não permanece sempre na mesma posição (tendo que operar a guilhotina para o corte do material) e que a linha de produção funciona com o reator em batelada, portanto, não caracteriza uma operação sem pausas, conforme sugere a legislação.

Outro aspecto a ser considerado é a utilização de equipamentos de proteção coletivos e individuais, que minimizam a exposição ao calor excessivo diminuindo o risco ocupacional.

Os agentes químicos que foram apresentados foram investigados pela empresa, que realizou as medições dos produtos que possivelmente seriam liberados durante o processo de fabricação do TPU. As medições foram realizadas por laboratório especializado, contratado pela empresa, para controle próprio e anual, conforme sugere a legislação vigente.

Após a pesquisa destes agentes químicos, confirmou-se que alguns deles causam prejuízos à saúde dos operadores expostos a sua liberação.

Conforme o Anexo 11 da NR-15, concluí-se que nenhum destes agentes apresenta no processo concentração acima dos limites de tolerância.

Entretanto, analisando o Anexo 13 da NR-15, observou-se que a exposição aos agentes químicos isocianato e tolueno, mesmo com valores pequenos de medição, caracterizam as atividades dos operadores como insalubres em grau médio, pois seu efeito nocivo é cumulativo, assim apenas a caracterização qualitativa não resulta de forma prática nos efeitos de riscos ocupacionais.

Apesar da consideração da atividade como insalubre, conforme o Anexo 13 da NR-15, a utilização de EPIs que elidam a ação dos agente apresentados, como óculos e máscaras, com as adequações necessárias para proteção contra ação de vapores orgânicos, partículas volantes, descaracterizam tal condição e possibilitam aos operadores uma atividade sem riscos ocupacionais.

Finalmente verificou-se que é possível condições de operação seguras mesmo quando geradas condições de insalubridade ao longo da linha de produção, se observados os aspectos pertinentes da legislação em vigor e a correta utilização dos EPIs. Vale ressaltar que estes equipamentos de proteção devem estar conforme as informações explicitadas pelos fabricantes e pelo Ministério do Trabalho, uma vez que estes equipamentos necessitam de Certificado de Aprovação para especificação de sua eficiência protetiva.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Almeida, W.; Medicina do Trabalho - Doenças Profissionais; São Paulo, Ed. Savier, 1980.
2. Fundacentro; Equipamentos de Proteção Individual; São Paulo; Fundacentro, 1983.
3. Gana Soto, J. M. O.; Riscos Químicos; São Paulo, Ed. Fundacentro, 1980.
4. Manual de Legislação Atlas – Seg. e Medicina do Trabalho, Ed. Atlas - São Paulo, 2001.
5. Mendes, R.; Medicina do Trabalho - Doenças Profissionais; São Paulo, Ed. Savier, 1971.
6. Patnaik, Pradyot; Guia Geral – Propriedades Nocivas das Substâncias Químicas; Belo Horizonte, Ergo, 2002.
7. Schvartsman, S. Intoxicações Agudas; São Paulo, Ed. Savier, 1971.
8. Stellman, J. M. e Daum, S.M.; Trabalho e Saúde na Indústria; São Paulo, Ed. Universidade de São Paulo, V.1, V.2 e V.3, 1975.
9. Wells Astete, M.; Riscos Físicos; São Paulo, Ed. Fundacentro, 1985.
10. Tuffi Messias Saliba e Márcia Angelim Chaves Corrêa; Insalubridade e Periculosidade; Ed. LTr., 5ª edição, 2000.
11. Fiorio, Rudinei; Efeitos da incorporação de oligouretanos de baixa massa molar nas propriedades térmicas, mecânicas e reológicas do poliuretano termoplástico. 2007. xix, 107 f. : il.
12. www.poliuretano.com.br (setembro/2010)
13. www.mte.gov.br (novembro/2010)

ANEXO 1– LEGISLAÇÃO

NR 6 – Equipamentos de Proteção Individual:

6.1. Para os fins de aplicação desta Norma Regulamentadora - NR, considera-se Equipamento de Proteção Individual - EPI, todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho.

6.1.1. Entende-se como Equipamento Conjugado de Proteção Individual, todo aquele composto por vários dispositivos, que o fabricante tenha associado contra um ou mais riscos que possam ocorrer simultaneamente e que sejam suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho.

6.2. O equipamento de proteção individual, de fabricação nacional ou importado, só poderá ser posto à venda ou utilizado com a indicação do Certificado de Aprovação - CA, expedido pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho do Ministério do Trabalho e Emprego.

6.3. A empresa é obrigada a fornecer aos empregados, gratuitamente, EPI adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento, nas seguintes circunstâncias:

- a) sempre que as medidas de ordem geral não ofereçam completa proteção contra os riscos de acidentes do trabalho ou de doenças profissionais e do trabalho;
- b) enquanto as medidas de proteção coletiva estiverem sendo implantadas; e,
- c) para atender a situações de emergência.

6.4. Atendidas as peculiaridades de cada atividade profissional, e observado o disposto no item 6.3, o empregador deve fornecer aos trabalhadores os EPI adequados, de acordo com o disposto no ANEXO I desta NR.

6.4.1. As solicitações para que os produtos que não estejam relacionados no ANEXO I, desta NR, sejam considerados como EPI, bem como as propostas para reexame daqueles ora elencados, deverão ser avaliadas por comissão tripartite a ser constituída pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho, após ouvida a CTPP, sendo as conclusões submetidas àquele órgão do Ministério do Trabalho e Emprego para aprovação.

6.5. Compete ao Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho - SESMT, ou a Comissão Interna de Prevenção de Acidentes - CIPA, nas empresas desobrigadas de manter o SESMT, recomendar ao empregador o EPI adequado ao risco existente em determinada atividade.

6.5.1. Nas empresas desobrigadas de constituir CIPA, cabe ao designado, mediante orientação de profissional tecnicamente habilitado, recomendar o EPI adequado à proteção do trabalhador.

6.6. Cabe ao empregador

6.6.1. Cabe ao empregador quanto ao EPI :

- a) adquirir o adequado ao risco de cada atividade;
- b) exigir seu uso;
- c) fornecer ao trabalhador somente o aprovado pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho;
- d) orientar e treinar o trabalhador sobre o uso adequado, guarda e conservação;
- e) substituir imediatamente, quando danificado ou extraviado;
- f) responsabilizar-se pela higienização e manutenção periódica; e,
- g) comunicar ao MTE qualquer irregularidade observada.
- h) registrar o seu fornecimento ao trabalhador, podendo ser adotados livros, fichas ou sistema eletrônico.

(Inserida pela Portaria SIT n.º 107, de 25 de agosto de 2009)

6.7. Cabe ao empregado

6.7.1. Cabe ao empregado quanto ao EPI:

- a) usar, utilizando-o apenas para a finalidade a que se destina;
- b) responsabilizar-se pela guarda e conservação;
- c) comunicar ao empregador qualquer alteração que o torne impróprio para uso; e,
- d) cumprir as determinações do empregador sobre o uso adequado.

6.8. Cabe ao fabricante e ao importador

6.8.1. O fabricante nacional ou o importador deverá:

- a) cadastrar-se, segundo o ANEXO II, junto ao órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho;
- b) solicitar a emissão do CA, conforme o ANEXO II;
- c) solicitar a renovação do CA, conforme o ANEXO II, quando vencido o prazo de validade estipulado pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde do trabalho;
- d) requerer novo CA, de acordo com o ANEXO II, quando houver alteração das especificações do equipamento aprovado;
- e) responsabilizar-se pela manutenção da qualidade do EPI que deu origem ao Certificado de Aprovação - CA;
- f) comercializar ou colocar à venda somente o EPI, portador de CA;
- g) comunicar ao órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho quaisquer alterações dos dados cadastrais fornecidos;
- h) comercializar o EPI com instruções técnicas no idioma nacional, orientando sua utilização, manutenção, restrição e demais referências ao seu uso;
- i) fazer constar do EPI o número do lote de fabricação; e,
- j) providenciar a avaliação da conformidade do EPI no âmbito do SINMETRO, quando for o caso.

6.9. Certificado de Aprovação - CA

6.9.1. Para fins de comercialização o CA concedido aos EPI terá validade:

- a) de 5 (cinco) anos, para aqueles equipamentos com laudos de ensaio que não tenham sua conformidade avaliada no âmbito do SINMETRO;

b) do prazo vinculado à avaliação da conformidade no âmbito do SINMETRO, quando for o caso;

c) de 2 (dois) anos, para os EPI desenvolvidos até a data da publicação desta Norma, quando não existirem normas técnicas nacionais ou internacionais, oficialmente reconhecidas, ou laboratório capacitado para realização dos ensaios, sendo que nesses casos os EPI terão sua aprovação pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho, mediante apresentação e análise do Termo de Responsabilidade Técnica e da especificação técnica de fabricação, podendo ser renovado até 2007, quando se expirarão os prazos concedidos; e,

(Alterada pela Portaria SIT n.º 194, de 22 de dezembro de 2006)

d) de 2 (dois) anos, renováveis por igual período, para os EPI desenvolvidos após a data da publicação desta NR, quando não existirem normas técnicas nacionais ou internacionais, oficialmente reconhecidas, ou laboratório capacitado para realização dos ensaios, caso em que os EPI serão aprovados pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho, mediante apresentação e análise do Termo de Responsabilidade Técnica e da especificação técnica de fabricação.

6.9.2. O órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho, quando necessário e mediante justificativa, poderá estabelecer prazos diversos daqueles dispostos no subitem 6.9.1.

6.9.3. Todo EPI deverá apresentar em caracteres indelévels e bem visíveis, o nome comercial da empresa fabricante, o lote de fabricação e o número do CA, ou, no caso de EPI importado, o nome do importador, o lote de fabricação e o número do CA.

6.9.3.1. Na impossibilidade de cumprir o determinado no item 6.9.3, o órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho poderá autorizar forma alternativa de gravação, a ser proposta pelo fabricante ou importador, devendo esta constar do CA.

6.10. Restauração, lavagem e higienização de EPI

6.10.1. Os EPI passíveis de restauração, lavagem e higienização, serão definidos pela comissão tripartite constituída, na forma do disposto no item 6.4.1, desta NR, devendo manter as características de proteção original.

6.11. Da competência do Ministério do Trabalho e Emprego / MTE

6.11.1. Cabe ao órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho:

- a) cadastrar o fabricante ou importador de EPI;
- b) receber e examinar a documentação para emitir ou renovar o CA de EPI;
- c) estabelecer, quando necessário, os regulamentos técnicos para ensaios de EPI;
- d) emitir ou renovar o CA e o cadastro de fabricante ou importador;
- e) fiscalizar a qualidade do EPI;
- f) suspender o cadastramento da empresa fabricante ou importadora; e,
- g) cancelar o CA.

6.11.1.1. Sempre que julgar necessário o órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho, poderá requisitar amostras de EPI, identificadas com o nome do fabricante e o número de referência, além de outros requisitos.

6.11.2. Cabe ao órgão regional do MTE:

- a) fiscalizar e orientar quanto ao uso adequado e a qualidade do EPI;
- b) recolher amostras de EPI; e,
- c) aplicar, na sua esfera de competência, as penalidades cabíveis pelo descumprimento desta NR.

NR 15 – Agentes Insalubres

ANEXO 1 - RUÍDO

NR 15 - ATIVIDADES E OPERAÇÕES INSALUBRES

ANEXO N.º 1

LIMITES DE TOLERÂNCIA PARA RUÍDO CONTÍNUO OU INTERMITENTE

NÍVEL DE RUÍDO dB (A) MÁXIMA EXPOSIÇÃO DIÁRIA PERMISSÍVEL

85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

1. Entende-se por Ruído Contínuo ou Intermitente, para os fins de aplicação de Limites de Tolerância, o ruído que não seja ruído de impacto.

2. Os níveis de ruído contínuo ou intermitente devem ser medidos em decibéis (dB) com instrumento de nível de pressão sonora operando no circuito de compensação "A" e circuito de resposta lenta (SLOW). As leituras devem ser feitas próximas ao ouvido do trabalhador.
3. Os tempos de exposição aos níveis de ruído não devem exceder os limites de tolerância fixados no Quadro deste anexo.
4. Para os valores encontrados de nível de ruído intermediário será considerada a máxima exposição diária permissível relativa ao nível imediatamente mais elevado.
5. Não é permitida exposição a níveis de ruído acima de 115 dB(A) para indivíduos que não estejam adequadamente protegidos.
6. Se durante a jornada de trabalho ocorrerem dois ou mais períodos de exposição a ruído de diferentes níveis, devem ser considerados os seus efeitos combinados, de forma que, se a soma das seguintes frações:

$$\frac{C1}{T1} + \frac{C2}{T2} + \frac{C3}{T3} + \dots + \frac{Cn}{Tn}$$
exceder a unidade, a exposição estará acima do limite de tolerância.
Na equação acima, Cn indica o tempo total que o trabalhador fica exposto a um nível de ruído específico, e Tn indica a máxima exposição diária permissível a este nível, segundo o Quadro deste Anexo.
7. As atividades ou operações que exponham os trabalhadores a níveis de ruído, contínuo ou intermitente, superiores a 115 dB(A), sem proteção adequada, oferecerão risco grave e iminente.

ANEXO N.º 11 – AGENTES QUÍMICOS CUJA INSALUBRIDADE É CARACTERIZADA POR LIMITE DE TOLERÂNCIA E INSPEÇÃO NO LOCAL DE TRABALHO
NR 15 - ATIVIDADES E OPERAÇÕES INSALUBRES

1. Nas atividades ou operações nas quais os trabalhadores ficam expostos a agentes químicos, a caracterização de insalubridade ocorrerá quando forem ultrapassados os limites de tolerância constantes do Quadro n.º 1 deste Anexo.
2. Todos os valores fixados no Quadro n.º 1 - Tabela de Limites de Tolerância são válidos para absorção apenas por via respiratória.
3. Todos os valores fixados no Quadro n.º 1 como "Asfixiantes Simples" determinam que nos ambientes de trabalho, em presença destas substâncias, a concentração mínima de oxigênio deverá ser 18 (dezoito) por cento em volume.
As situações nas quais a concentração de oxigênio estiver abaixo deste valor serão consideradas de risco grave e iminente.
4. Na coluna "VALOR TETO" estão assinalados os agentes químicos cujos limites de tolerância não podem ser ultrapassados em momento algum da jornada de trabalho.
5. Na coluna "ABSORÇÃO TAMBÉM PELA PELE" estão assinalados os agentes químicos que podem ser absorvidos, por via cutânea, e portanto exigindo na sua manipulação o uso de luvas adequadas, além do EPI necessário à proteção de outras partes do corpo.
6. A avaliação das concentrações dos agentes químicos através de métodos de amostragem instantânea, de leitura direta ou não, deverá ser feita pelo menos em 10 (dez) amostragens, para cada ponto - ao nível respiratório do trabalhador. Entre cada uma das amostragens deverá haver um intervalo de, no mínimo, 20 (vinte) minutos.
7. Cada uma das concentrações obtidas nas referidas amostragens não deverá ultrapassar os valores obtidos na equação que segue, sob pena de ser considerada situação de risco grave e iminente.

Valor máximo = L.T. x F. D.

Onde:

L.T. = limite de tolerância para o agente químico, segundo o Quadro n.º 1.

F.D. = fator de desvio, segundo definido no Quadro n.º 2.

QUADRO N.º 2

L.T. F.D.

(pp, ou mg/m³)

0 a 1	3
1 a 10	2
10 a 100	1,5
100 a 1000	1,25
acima de 1000	1,1

8. O limite de tolerância será considerado excedido quando a média aritmética das concentrações ultrapassar os valores fixados no Quadro n.º 1.

9. Para os agentes químicos que tenham "VALOR TETO" assinalado no Quadro n.º 1 (Tabela de Limites de Tolerância) considerar-se-á excedido o limite de tolerância, quando qualquer uma das concentrações obtidas nas amostragens ultrapassar os valores fixados no mesmo quadro.

10. Os limites de tolerância fixados no Quadro n.º 1 são válidos para jornadas de trabalho de até 48 (quarenta e oito) horas por semana, inclusive.

10.1 Para jornadas de trabalho que excedam as 48 (quarenta e oito) horas semanais dever-se-á cumprir o disposto no art. 60 da CLT.

QUADRO N.º 1

TABELA DE LIMITES DE TOLERÂNCIA

AGENTES QUÍMICOS	Valor teto	Absorção também p/pele	Até 48 horas/semana		Grau de insalubridade a ser considerado no caso de sua caracterização
			ppm*	mg/m ³ **	
Acetaldeído			78	140	máximo
Acetato de cellosolve		+	78	420	médio
Acetato de éter monoetílico de etileno glicol (vide acetato de cellosolve)			-	-	-
Acetato de etila			310	1090	mínimo
Acetato de 2-etóxi etila (vide acetato de cellosolve)			-	-	-
Acetileno			Asfixiante	Simplex	-
Acetona			780	1870	mínimo
Acetonitrila			30	55	máximo
Ácido acético			8	20	médio
Ácido cianídrico		+	8	9	máximo
Ácido clorídrico	+		4	5,5	máximo
Ácido crômico (névoa)			-	0,04	máximo
Ácido etanóico (vide ácido acético)			-	-	-
Ácido fluorídrico			2,5	1,5	máximo
Ácido fórmico			4	7	médio
Ácido metanóico (vide ácido fórmico)			-	-	-
Acrilato de metila		+	8	27	máximo
Acrlonitrila		+	16	35	máximo

Álcool isoamílico			78	280	mínimo
Álcool n-butílico	+	+	40	115	máximo
Álcool isobutílico			40	115	médio
Álcool sec-butílico (2-butanol)			115	350	médio
Álcool terc-butílico			78	235	médio
Álcool etílico			780	1480	mínimo
Álcool furfúrico		+	4	15,5	médio
Álcool metil amílico (vide metil isobutil carbinol)			-	-	-
Álcool metílico		+	156	1200	máximo
Álcool n-propílico		+	156	390	médio
Álcool isopropílico		+	310	765	médio
Aldeído acético (vide acetaldeído)			-	-	-
Aldeído fórmico (vide formaldeído)			-	-	-
Amônia			20	14	médio
Anidro sulfuroso (vide dióxido de enxofre)			-	-	-
Anilina		+	4	15	máximo
Argônio			Asfixiante	simples	-
Arsina (arsenamina)			0,04	0,16	máximo
Benzeno	<i>(Excluído pela Portaria n.º 03, de 10 de março de 1994)</i>				
Brometo de etila			156	695	máximo
Brometo de metila		+	12	47	máximo
Bromo			0,08	0,6	máximo
Bromoetano (vide brometo de etila)			-	-	-
Bromofórmio		+	0,4	4	médio
Bromometano (vide brometo de metila)			-	-	-
1,3 Butadieno			780	1720	médio
n-Butano			470	1090	médio
n-Butano (vide álcool n-butílico)			-	-	-
sec-Butanol (vide álcool sec-butílico)			-	-	-
Butanona (vide metil etil cetona)			-	-	-
1-Butanotiol (vide butil mercaptana)			-	-	-
n-Butilamina	+	+	4	12	máximo
Butil cellosolve		+	39	190	médio
n-Butil mercaptana			0,4	1,2	médio
2-Butóxi etanol (vide butil cellosolve)			-	-	-
Cellosolve (vide 2- etóxi etanol)			-	-	-
Chumbo			-	0,1	máximo
Cianeto de metila (vide acetonitrila)			-	-	-
Cianeto de vinila (vide acrilonitrila)			-	-	-
...					

Tolueno (toluol)		+	78	290	médio
Tolueno-2,4-diisocianato (TDI) (vide 2,4 diisocianato de tolueno)			-	-	-
Tribromometano (vide bromofórmio)			-	-	-
...					

* ppm - partes de vapor ou gás por milhão de partes de ar contaminado.

** mg/m³ - miligramas por metro cúbico de ar

ANEXO 13 – Agentes Químicos

NR 15 - ATIVIDADES E OPERAÇÕES INSALUBRES

ANEXO N.º 13

AGENTES QUÍMICOS

1. Relação das atividades e operações envolvendo agentes químicos, consideradas, insalubres em decorrência de inspeção realizada no local de trabalho. Excluem-se nesta relação as atividades ou operações com os agentes químicos constantes dos Anexos 11 e 12.

ARSÊNICO

Insalubridade de grau máximo

Extração e manipulação de arsênico e preparação de seus compostos. Fabricação e preparação de tintas à base de arsênico.

Fabricação de produtos parasiticidas, inseticidas e raticidas contendo compostos de arsênico.

Pintura a pistola com pigmentos de compostos de arsênico, em recintos limitados ou fechados.

Preparação do Secret.

Produção de trióxido de arsênico.

Insalubridade de grau médio

Bronzeamento em negro e verde com compostos de arsênico.

Conservação e peles e plumas; depilação de peles à base de compostos de arsênico.

Descoloração de vidros e cristais à base de compostos de arsênico.

Emprego de produtos parasiticidas, inseticidas e raticidas à base de compostos de arsênico.

Fabricação de cartas de jogar, papéis pintados e flores artificiais à base de compostos de arsênico.

Metalurgia de minérios arsenicais (ouro, prata, chumbo, zinco, níquel, antimônio, cobalto e ferro).

Operações de galvanotécnica à base de compostos de arsênico.

Pintura manual (pincel, rolo e escova) com pigmentos de compostos de arsênico em recintos limitados ou fechados, exceto com pincel capilar.

Insalubridade de grau mínimo

Empalhamento de animais à base de compostos de arsênico.

Fabricação de tafetá "sire".

Pintura a pistola ou manual com pigmentos de compostos de arsênico ao ar livre.

CARVÃO

Insalubridade de grau máximo

Trabalho permanente no subsolo em operações de corte, furação e desmonte, de carregamento no local de desmonte, em atividades de manobra, nos pontos de transferência de carga e de viradores.

Insalubridade de grau médio

Demais atividades permanentes do subsolo compreendendo serviços, tais como: operações de locomotiva, condutores, engatadores, bombeiros, madeireiros, trilheiros e eletricitas.

Insalubridade de grau mínimo

Atividades permanentes de superfícies nas operações a seco, com britadores, peneiras, classificadores, carga e descarga de silos, de transportadores de correia e de telefêreos.

CHUMBO

Insalubridade de grau máximo

Fabricação de compostos de chumbo, carbonato, arseniato, cromato múnio, litargírio e outros.

Fabricação de esmaltes, vernizes, cores, pigmentos, tintas, unguentos, óleos, pastas, líquidos e pós à base de compostos de chumbo.

Fabricação e restauração de acumuladores, pilhas e baterias elétricas contendo compostos de chumbo.

Fabricação e emprego de chumbo tetraetila e chumbo tetrametila.

Fundição e laminação de chumbo, de zinco velho cobre e latão.

Limpeza, raspagem e reparação de tanques de mistura, armazenamento e demais trabalhos com gasolina contendo chumbo tetraetila.

Pintura a pistola com pigmentos de compostos de chumbo em recintos limitados ou fechados.

Vulcanização de borracha pelo litargírio ou outros compostos de chumbo.

Insalubridade de grau médio

Aplicação e emprego de esmaltes, vernizes, cores, pigmentos, tintas, unguentos, óleos, pastas, líquidos e pós à base de compostos de chumbo.

Fabricação de porcelana com esmaltes de compostos de chumbo.

Pintura e decoração manual (pincel, rolo e escova) com pigmentos de compostos de chumbo (exceto pincel capilar), em recintos limitados ou fechados.

Tinturaria e estamparia com pigmentos à base de compostos de chumbo.

Insalubridade de grau mínimo

Pintura a pistola ou manual com pigmentos de compostos de chumbo ao ar livre.

CROMO

Insalubridade de grau máximo

Fabricação de cromatos e bicromatos.

Pintura a pistola com pigmentos de compostos de cromo, em recintos limitados ou fechados.

Insalubridade de grau médio

Cromagem eletrolítica dos metais.

Fabricação de palitos fosfóricos à base de compostos de cromo (preparação da pasta e trabalho nos secadores).

Manipulação de cromatos e bicromatos.

Pintura manual com pigmentos de compostos de cromo em recintos limitados ou fechados (exceto pincel capilar).

Preparação por processos fotomecânicos de clichês para impressão à base de compostos de cromo.

Tanagem a cromo.

FÓSFORO

Insalubridade de grau máximo

Extração e preparação de fósforo branco e seus compostos.

Fabricação de defensivos fosforados e organofosforados.

Fabricação de projéteis incendiários, explosivos e gases asfixiantes à base de fósforo branco.

Insalubridade de grau médio

Emprego de defensivos organofosforados.

Fabricação de bronze fosforado.

Fabricação de mechas fosforadas para lâmpadas de mineiros.

HIDROCARBONETOS E OUTROS COMPOSTOS DE CARBONO

Insalubridade de grau máximo

Destilação do alcatrão da hulha.

Destilação do petróleo.

Manipulação de alcatrão, breu, betume, antraceno, óleos minerais, óleo queimado, parafina ou outras substâncias cancerígenas afins.

Manipulação do negro de fumo. (Excluído pela Portaria DNSST n.º 9, de 09 de outubro de 1992)

Fabricação de fenóis, cresóis, naftóis, nitroderivados, aminoderivados, derivados halogenados e outras substâncias tóxicas derivadas de hidrocarbonetos cíclicos.

Pintura a pistola com esmaltes, tintas, vernizes e solventes contendo hidrocarbonetos aromáticos.

Insalubridade de grau médio

Emprego de defensivos organoclorados: DDT (diclorodifeniltricloreto) DDD (diclorodifenildicloreto),

metoxicloro (dimetoxidifeniltricloreto), BHC (hexacloreto de benzeno) e seus compostos e isômeros.

Emprego de defensivos derivados do ácido carbônico.

Emprego de aminoderivados de hidrocarbonetos aromáticos (homólogos da anilina).

Emprego de cresol, naftaleno e derivados tóxicos.

Emprego de isocianatos na formação de poliuretanas (lacas de desmoldagem, lacas de dupla composição, lacas protetoras de madeira e metais, adesivos especiais e outros produtos à base de poliisocianetos e poliuretanas).

Emprego de produtos contendo hidrocarbonetos aromáticos como solventes ou em limpeza de peças.

Fabricação de artigos de borracha, de produtos para impermeabilização e de tecidos impermeáveis à base de hidrocarbonetos.

Fabricação de linóleos, celulóides, lacas, tintas, esmaltes, vernizes, solventes, colas, artefatos de ebonite, gutapercha, chapéus de palha e outros à base de hidrocarbonetos.

Limpeza de peças ou motores com óleo diesel aplicado sob pressão (nebulização).

Pintura a pincel com esmaltes, tintas e vernizes em solvente contendo hidrocarbonetos aromáticos.

MERCÚRIO

Insalubridade de grau máximo

Fabricação e manipulação de compostos orgânicos de mercúrio.

SILICATOS

Insalubridade de grau máximo

Operações que desprendam poeira de silicatos em trabalhos permanentes no subsolo, em minas e túneis (operações de corte, furação, desmonte, carregamentos e outras atividades exercidas no local do desmonte e britagem no subsolo).

Operações de extração, trituração e moagem de talco.

Fabricação de material refratário, como refratários para fôrmas, chaminés e cadinhos; recuperação de resíduos.

SUBSTÂNCIAS CANCERÍGENAS

(Alterado pela Portaria SSST n.º14, de 20 de dezembro de 1995)

Para as substâncias ou processos a seguir relacionados, não deve ser permitida nenhuma exposição ou contato, por qualquer via:

- 4 - amino difenil (p-xenilamina);
- Produção de Benzidina;
- Betanaftilamina;
- 4 - nitrodifenil,

Entende-se por nenhuma exposição ou contato significa hermetizar o processo ou operação, através dos melhores métodos praticáveis de engenharia, sendo que o trabalhador deve ser protegido adequadamente de modo a não permitir nenhum contato com o carcinogênico.

Sempre que os processos ou operações não forem hermetizados, será considerada como situação de risco grave e iminente para o trabalhador.

Para o Benzeno, deve ser observado o disposto no anexo 13-A.

OPERAÇÕES DIVERSAS

Insalubridade de grau máximo

Operações com cádmio e seus compostos, extração, tratamento, preparação de ligas, fabricação e emprego de seus compostos, solda com cádmio, utilização em fotografia com luz ultravioleta, em fabricação de vidros, como antioxidante, em revestimentos metálicos, e outros produtos.

Operações com manganês e seus compostos: extração, tratamento, trituração, transporte de minério; fabricação de compostos de manganês, fabricação de pilhas secas, fabricação de vidros especiais, indústria de cerâmica e ainda outras operações com exposição prolongada à poeira de pirolusita ou de outros compostos de manganês. (Excluído pela Portaria SNT n.º 8, de 05 de outubro de 1992)

Operações com as seguintes substâncias:

- Éter bis (cloro-metílico)
- Benzopireno
- Berílio
- Cloreto de dimetil-carbamida
- 3,3' – dicloro-benzidina
- Dióxido de vinil ciclohexano
- Epicloridrina
- Hexametilfosforamida
- 4,4' - metileno bis (2-cloro anilina)
- 4,4' - metileno dianilina
- Nitrosaminas
- Propano sultone
- Betapropiolactona
- Tálcio
- Produção de trióxido de amônio ustulação de sulfeto de níquel.

Insalubridade de grau médio

Aplicação a pistola de tintas de alumínio.

Fabricação de pós de alumínio (trituração e moagem).

Fabricação de emetina e pulverização de ipeca.

Fabricação e manipulação de ácido oxálico, nítrico sulfúrico, bromídrico, fosfórico, pícrico.

Metalização a pistola.

Operações com o timbó.

Operações com bagaço de cana nas fases de grande exposição à poeira.

Operações de galvanoplastia: douração, prateação, niquelagem, cromagem, zincagem, cobreagem, anodização de alumínio.

Telegrafia e radiotelegrafia, manipulação em aparelhos do tipo Morse e recepção de sinais em fones.

Trabalhos com escórias de Thomás: remoção, trituração, moagem e acondicionamento.

Trabalho de retirada, raspagem a seco e queima de pinturas.

Trabalhos na extração de sal (salinas).

Fabricação e manuseio de álcalis cáusticos.

Trabalho em convés de navios. (Revogado pela Portaria SSMT n.º 12, de 06 de junho de 1983)

Insalubridade de grau mínimo

Fabricação e transporte de cal e cimento nas fases de grande exposição a poeiras.

Trabalhos de carregamento, descarregamento ou remoção de enxofre ou sulfitos em geral, em sacos ou a granel.

ANEXO N.º 13-A

(Incluído pela Portaria SSST n.º14, de 20 de dezembro de 1995)

Benzeno

1. O presente Anexo tem como objetivo regulamentar ações, atribuições e procedimentos de prevenção da exposição ocupacional ao benzeno, visando à proteção da saúde do trabalhador, visto tratar-se de um produto comprovadamente cancerígeno.

2. O presente Anexo se aplica a todas as empresas que produzem, transportam, armazenam, utilizam ou manipulam benzeno e suas misturas líquidas contendo 1% (um por cento) ou mais de volume e aquelas por elas contratadas, no que couber.

2.1. O presente Anexo não se aplica às atividades de armazenamento, transporte, distribuição, venda e uso de combustíveis derivados de petróleo.

3. Fica proibida a utilização do benzeno, a partir de 01 de janeiro de 1997, para qualquer emprego, exceto nas indústrias e laboratórios que:

- a) o produzem;
- b) o utilizem em processos de síntese química;
- c) o empreguem em combustíveis derivados de petróleo;
- d) o empreguem em trabalhos de análise ou investigação realizados em laboratório, quando não for possível sua substituição;
- e) o empreguem como azeótropo na produção de álcool anidro, até a data a ser definida para a sua substituição.

3.1. As empresas que utilizam o benzeno como azeótropo na produção de álcool anidro deverão encaminhar à

Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho - SSST/MTb proposta de substituição do benzeno até 31 de dezembro de 1996.

3.2. As empresas que utilizam benzeno em atividades que não as identificadas nas alíneas do item 3 e que apresentem inviabilidade técnica ou econômica de sua substituição deverão comprová-la quando da elaboração do

Programa de Prevenção da Exposição Ocupacional ao Benzeno - PPEOB.

3.3. As empresas de produção de álcool anidro e aquelas proibidas de utilizarem o benzeno deverão, até a efetiva substituição do produto, adequar os seus estabelecimentos ao abaixo relacionado, conforme previsto no presente

Anexo:

- a) cadastramento dos estabelecimentos junto à SSST/MTb;
- b) procedimentos da Instrução Normativa n.º 02 sobre "Vigilância da Saúde dos Trabalhadores na Prevenção da Exposição Ocupacional ao Benzeno";
- c) levantamento de todas as situações onde possam ocorrer concentrações elevadas de benzeno, com dados qualitativos que contribuam para a avaliação ocupacional dos trabalhadores;

d) procedimentos para proteção coletiva e individual dos trabalhadores, do risco de exposição ao benzeno nas situações críticas verificadas no item anterior, através de medidas tais como: organização do trabalho, sinalização apropriada, isolamento de área, treinamento específico, ventilação apropriada, proteção respiratória adequada e proteção para evitar contato com a pele.

4. As empresas que produzem, transportam, armazenam, utilizam ou manipulam benzeno e suas misturas líquidas contendo 1% (um por cento) ou mais de volume deverão, no prazo máximo de 90 (noventa) dias da data de publicação desta Portaria, ter seus estabelecimentos cadastrados junto à Secretaria de Segurança no Trabalho – SSST do Ministério do Trabalho.

4.1. O cadastramento da empresa junto à Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho do Ministério do Trabalho, conforme estabelecido pelo art. 4º da presente Portaria, será concedido mediante as seguintes informações:

- a) identificação da empresa (nome, endereço, CGC, ramo de atividade e Classificação Nacional de Atividade Econômica - CNAE);
- b) número de trabalhadores por estabelecimento;
- c) nome das empresas fornecedoras de benzeno, quando for o caso;
- d) utilização a que se destina o benzeno;
- e) quantidade média de processamento mensal.

4.2. A comprovação de cadastramento deverá ser apresentada quando da aquisição do benzeno junto ao fornecedor.

4.3. As fornecedoras de benzeno só poderão comercializar o produto para empresas cadastradas.

4.4. As empresas constantes deverão manter, por 10 (dez) anos, uma relação atualizada das empresas por elas contratadas que atuem nas áreas incluídas na caracterização prevista no PPEOB, contendo:

- identificação da contratada;
- período de contratação;
- atividade desenvolvida;
- número de trabalhadores.

4.5. A SSST/MTb poderá suspender, temporária ou definitivamente, o cadastro da empresa, sempre que houver comprovação de irregularidade grave.

4.6. Os projetos de novas instalações em que se aplicam o presente Anexo devem ser submetidos à aprovação da SSST/MTb.

5. As empresas que produzem, transportam, armazenam, utilizam ou manipulam benzeno e suas misturas líquidas contendo 1% (um por cento) ou mais de volume deverão apresentar à SSST/MTb, no prazo máximo de 180 (cento e oitenta) dias, após a publicação desta Portaria, o Programa da Prevenção da Exposição Ocupacional ao Benzeno - PPEOB.

5.1. Ficam excluídas desta obrigatoriedade as empresas produtoras de álcool anidro e aquelas proibidas de utilizarem o benzeno.

5.2. O PPEOB, elaborado pela empresa, deve representar o mais elevado grau de compromisso de sua diretoria com os princípios e diretrizes da prevenção da exposição dos trabalhadores ao benzeno devendo:

- a) ser formalizado através de ato administrativo oficial do ocupante do cargo gerencial mais elevado;
- b) ter indicação de um responsável pelo Programa que responderá pelo mesmo junto aos órgãos públicos, às representações dos trabalhadores específicas para o benzeno e ao sindicato profissional da categoria.

5.3. No PPEOB deverão estar relacionados os empregados responsáveis pela sua execução, com suas respectivas atribuições e competências.

5.4. O conteúdo do PPEOB deve ser aquele estabelecido pela Norma Regulamentadora n.º 9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais, com a redação dada pela Portaria n.º 25, de 29.12.94, acrescido de:

- caracterização das instalações contendo benzeno ou misturas que o contenham em concentração maior do que 1% (um por cento) em volume;
- avaliação das concentrações de benzeno para verificação da exposição ocupacional e vigilância do ambiente de trabalho segundo a Instrução Normativa - IN n.º 01;
- ações de vigilância à saúde dos trabalhadores próprios e de terceiros, segundo a Instrução Normativa - IN n.º 02;
- descrição do cumprimento das determinações da Portaria e acordos coletivos referentes ao benzeno;
- procedimentos para o arquivamento dos resultados de avaliações ambientais previstas na IN n.º 01 por 40 (quarenta) anos;
- adequação da proteção respiratória ao disposto na Instrução Normativa n.º 01, de 11.4.94;
- definição dos procedimentos operacionais de manutenção, atividades de apoio e medidas de organização do trabalho necessárias para a prevenção da exposição ocupacional ao benzeno. Nos procedimentos de manutenção deverão ser descritos os de caráter emergencial, rotineiros e preditivos, objetivando minimizar possíveis vazamentos ou emissões fugitivas;
- levantamento de todas as situações onde possam ocorrer concentrações elevadas de benzeno, com dados qualitativos e quantitativos que contribuam para a avaliação ocupacional dos trabalhadores;
- procedimentos para proteção coletiva e individual dos trabalhadores, do risco de exposição ao benzeno nas situações críticas verificadas no item anterior, através de medidas tais como: organização do trabalho, sinalização apropriada, isolamento de área, treinamento específico, ventilação apropriada, proteção respiratória adequada e proteção para evitar contato com a pele;
- descrição dos procedimentos usuais nas operações de drenagem, lavagem, purga de equipamentos, operação manual de válvulas, transferências, limpezas, controle de vazamentos, partidas e paradas de unidades que requeiram procedimentos rigorosos de

controle de emissão de vapores e prevenção de contato direto do trabalhador com o benzeno;

- descrição dos procedimentos e recursos necessários para o controle da situação de emergência, até o retorno à normalidade;
- cronograma detalhado das mudanças que deverão ser realizadas na empresa para a prevenção da exposição ocupacional ao benzeno e a adequação ao Valor de Referência Tecnológico;
- exigências contratuais pertinentes, que visem adequar as atividades de empresas contratadas à observância do Programa de contratante;
- procedimentos específicos de proteção para o trabalho do menor de 18 (dezoito) anos, mulheres grávidas ou em período de amamentação.

6. Valor de Referência Tecnológico - VRT se refere à concentração de benzeno no ar considerada exequível do ponto de vista técnico, definido em processo de negociação tripartite. O VRT deve ser considerado como referência para os programas de melhoria contínua das condições dos ambientes de trabalho. O cumprimento do VRT é obrigatório e não exclui risco à saúde.

6.1. O princípio da melhoria contínua parte do reconhecimento de que o benzeno é uma substância comprovadamente carcinogênica, para a qual não existe limite seguro de exposição. Todos os esforços devem ser dispendidos continuamente no sentido de buscar a tecnologia mais adequada para evitar a exposição do trabalhador ao benzeno.

6.2. Para fins de aplicação deste Anexo, é definida uma categoria de VRT.

VRT-MPT que corresponde à concentração média de benzeno no ar ponderada pelo tempo, para uma jornada de trabalho de 8 (oito) horas, obtida na zona de respiração dos trabalhadores, individualmente ou de Grupos Homogêneos de Exposição - GHE, conforme definido na Instrução Normativa n.º 01.

6.2.1 Os valores Limites de Concentração - LC a serem utilizados na IN n.º 01, para o cálculo do Índice de Julgamento "I", são os VRT-MPT estabelecidos a seguir.

7. Os valores estabelecidos para os VRT-MPT são:

- 1,0 (um) ppm para as empresas abrangidas por este Anexo (com exceção das empresas siderúrgicas, as produtoras de álcool anidro e aquelas que deverão substituir o benzeno a partir de 1º.01.97).
- 2,5 (dois e meio) ppm para as empresas siderúrgicas.

7.1. O Fator de Conversão da concentração de benzeno de ppm para mg/m³ é: 1ppm = 3,19 mg/m³ nas condições de 25° C, 101 kPa ou 1 atm.

7.2. Os prazos de adequação das empresas aos referidos VRT-MPT serão acordados entre as representações de trabalhadores, empregadores e de governo.

7.3. Situações consideradas de maior risco ou atípicas devem ser obrigatoriamente avaliadas segundo critérios de julgamento profissional que devem estar especificados no relatório da avaliação.

7.4. As avaliações ambientais deverão seguir o disposto na Instrução Normativa n.º 01 "Avaliação das Concentrações de Benzeno em Ambientes de Trabalho".

8. Entende-se como Vigilância da Saúde o conjunto de ações e procedimentos que visam à detecção, o mais precocemente possível, de efeitos nocivos induzidos pelo benzeno à saúde dos trabalhadores.

8.1. Estas ações e procedimentos deverão seguir o disposto na Instrução Normativa n.º 02 sobre "Vigilância da Saúde dos Trabalhadores na Prevenção da Exposição Ocupacional ao Benzeno."

9. As empresas abrangidas pelo presente Anexo, e aquelas por elas contratadas quando couber, deverão garantir a constituição de representação específica dos trabalhadores para o benzeno objetivando a acompanhar a elaboração, implantação e desenvolvimento do Programa de Prevenção da Exposição Ocupacional ao Benzeno.

9.1. A organização, constituição, atribuições e treinamento desta representação serão acordadas entre as representações dos trabalhadores e empregadores.

10. Os trabalhadores das empresas abrangidas pelo presente Anexo, e aquelas por elas contratadas, com risco de exposição ao benzeno, deverão participar de treinamento sobre os cuidados e as medidas de prevenção.

11. As áreas, recipientes, equipamentos e pontos com risco de exposição ao benzeno deverão ser sinalizadas com os dizeres - "Perigo: Presença de Benzeno - Risco à Saúde" e o acesso a estas áreas deverá ser restringido às pessoas autorizadas.

12. A informação sobre os riscos do benzeno à saúde deve ser permanente, colocando-se à disposição dos trabalhadores uma "Ficha de Informações de Segurança sobre Benzeno", sempre atualizada.

13. Será de responsabilidade dos fornecedores de benzeno, assim como dos fabricantes e fornecedores de produtos contendo benzeno, a rotulagem adequada, destacando a ação cancerígena do produto, de maneira facilmente compreensível pelos trabalhadores e usuários, incluindo obrigatoriamente instrução de uso, riscos à saúde e doenças relacionadas, medidas de controle adequadas, em cores contrastantes, de forma legível e visível.

14. Quando da ocorrência de situações de emergência, situação anormal que pode resultar em uma imprevista liberação de benzeno que possa exceder o VRT-MPT, devem ser adotados os seguintes procedimentos:

a) após a ocorrência de emergência, deve-se assegurar que a área envolvida tenha retornado à condição anterior através de monitorizações sistemáticas. O tipo de monitorização deverá ser avaliado dependendo da situação envolvida;

b) caso haja dúvidas das condições das áreas, deve-se realizar uma bateria padronizada de avaliação ambiental nos locais e dos grupos homogêneos de exposição envolvidos nestas áreas;

c) o registro da emergência deve ser feito segundo o roteiro que se segue: - descrição da emergência - descrever as condições em que a emergência ocorreu indicando:

- atividade; local, data e hora da emergência;

- causas da emergência;
- planejamento feito para o retorno à situação normal;
- medidas para evitar reincidências;
- providências tomadas a respeito dos trabalhadores expostos.

15. Os dispositivos estabelecidos nos itens anteriores, decorrido o prazo para sua aplicação, são de autuação imediata, dispensando prévia notificação, enquadrando-se na categoria "I-4", prevista na NR-28.