

LEONARDO TAVARES CÂMARA

INTOXICAÇÃO POR BENZENO



Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Especialização em Medicina do Trabalho, da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do título de especialista.

M
615,95
e 172
1998

Orientador: Prof. JOSÉ PARAVIDINO DE MACEDO SOARES

NITERÓI
1998

À Deus, pela oportunidade de poder dedicar à uma profissão, onde o poder de curar é um dom do divino criador, mas, na sua infinita bondade, divide conosco um pouco do seu poder, para que possamos sentir-nos, mais humanos e próximos uns dos outros.

À minha família, amigos e colaboradores.

Ao meu mestre e professor José Paravidino de Macedo Soares, não só pelos conhecimentos transmitidos, os quais foram imprescindíveis ao meu aprendizado, mas pelo incentivo, dedicação e confiança.

SUMÁRIO

RESUMO

1. INTRODUÇÃO	5
2. O BENZENO	7
2.1- Metabolismo	8
2.2- Eliminação do benzeno	13
2.3- Quadro clínico	15
2.4- Quadro laboratorial	18
2.5- Tratamento	19
2.6- Controle biológico de trabalhadores expostos ocupacionalmente ao benzeno	20
2.7- Monitoramento ambiental	25
2.8- Aplicações industriais do benzeno	26
3. ALGUNS ASPECTOS DA LEGISLAÇÃO ESPECIAL SOBRE O BENZENO	28
4. CONCLUSÃO	30
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

RESUMO

No presente trabalho, são apresentados alguns aspectos relacionados às repercussões do benzenismo no organismo humano, e as medidas de controle que devem ser usadas à nível ocupacional. Sendo o benzeno uma substância largamente utilizada na indústria petroquímica e siderúrgica, e com potencial cancerígeno, devem ser adotadas medidas que visam um rigoroso controle médico dos trabalhadores expostos ao benzeno. Sem restrições legais, o benzeno, uma substância altamente tóxica, é amplamente utilizada em várias atividades industriais, atingindo desde trabalhadores envolvidos diretamente nos processos de produção até consumidores em geral. No presente relato e a título de atualização, são enfocados os aspectos toxicológicos, legislação especial sobre o Benzeno, metodologia de análise ambiental e monitoramento biológico no homem que lida com esta substância durante sua jornada de trabalho diária, e recomendações especiais para que o mercado de solventes seja disciplinado, particularmente no que se refere ao Benzeno.

1. INTRODUÇÃO

O benzeno era obtido a partir do carvão coque e, desde 1941, primordialmente a partir do petróleo. Apesar de sua reconhecida toxicidade, é amplamente utilizada na indústria química como solvente de borracha, resinas, gorduras, alcalóides, ou como matéria-prima para a fabricação de tintas, colas, adesivos e corantes.

Desta forma, torna-se necessário o estabelecimento de um limite máximo de tolerância que garanta a proteção dos profissionais expostos ao benzeno. Há uma enorme discussão na literatura com relação aos níveis permissíveis de benzeno como exposição ocupacional. Para alguns autores uma única exposição seria capaz de iniciar o risco de aumento de incidência de alterações hematológicas, entre elas a leucemia. A atual legislação brasileira define como 8 ppm por 8 horas de trabalho por dia o nível máximo permitido de exposição ao benzeno. Há consenso entre os vários grupos de estudo, nacional e internacional, que a exposição a níveis de benzeno superiores a 10 ppm é inadmissível para a garantia de bem estar da saúde das populações expostas.

O presente trabalho tem por objetivo demonstrar os quadros de intoxicação por benzeno no meio ocupacional, definindo os parâmetros de exposição, o monitoramento, quadros clínicos e tratamento dos trabalhadores expostos à esta

entidade.

Foi utilizada na realização deste trabalho uma revisão bibliográfica no período de 1967 a 1997, sendo feita consulta à revistas científicas, periódicos, trabalhos, livros, etc.

2. O BENZENO

O Benzeno foi isolado pela primeira vez por FARADAY apud CACCURT, em 1825, a partir de produtos derivados da destilação da hulha. Desde então passaram a ser conhecidos os efeitos deletérios do ponto de vista agudo e crônico. Com o advento do desenvolvimento da indústria no início deste século, houve maior exposição dos operários devido aos efeitos de vapores, partículas e poeiras tóxicas. Surge assim, toda uma série de doenças novas, denominadas "doenças profissionais", entre as quais, o Benzolismo. Neste momento começa o domínio da higiene industrial, e a toxicologia é auxiliar precioso do médico do trabalho na descoberta de tal intoxicação, alertando-o sobre o perigo de manipulação do produto e contribuindo na elaboração de medidas de proteção aos operários³.

Até a 2ª guerra mundial, a produção de hidrocarbonetos benzênicos era quase que exclusivamente obtida à partir do carvão mineral (hulha) em plantas siderúrgicas, apesar da presença de benzeno em praticamente em todos os tipos de óleos crus. A separação por simples destilação era anti-econômica em virtude da formação de misturas azeotrópicas com outros hidrocarbonetos³. A partir de 1950, houve grande aumento na demanda de benzeno, face ao grande impulso na indústria de detergentes e plásticos. A produção de benzeno via petróleo, cresceu rapidamente até que em 1959, superou a produção via carvão, e continuou aumentando à partir

Novos processos surgiram como a reforma que permitia aumentar significativamente o teor de benzeno em frações de petróleo; novos processos seletivos permitiram uma separação eficiente e processos de desalquilação transformaram o tolueno obtido em benzeno^{3,9}.

Atualmente, quase a totalidade do benzeno consumido vêm da indústria do petróleo, face ao elevado grau de pureza do produto que se pode obter do produto através da petroquímica.

O aumento extraordinário do número de produtos colocados à disposição da indústria, sendo na maior parte pouco conhecidos seus efeitos nocivos, multiplica os riscos de intoxicações industriais. Os principais subprodutos do benzeno são o fenol, poliestireno, sbr, abs, nylon 6, detergentes, poliéster, etc.⁵.

A poluição do ar pelos tóxicos industriais, os resíduos radioativos e os produtos cancerígenos ou de gases dos escapes dos motores, podem gerar acidentes graves e, sobretudo, constituem um risco permanente de nocividade a longo prazo⁵.

26

Uma portaria interministerial de nº 1253, de 27/09/1994, proibiu em todo o território nacional a fabricação de produtos que contenham benzeno em concentração maior que 1% em volume.

2.1- Metabolismo

O benzeno é um hidrocarboneto aromático, que apresenta a fórmula química C_6H_6 , também é denominado Benzol, Hidreto de Fenila, Nafta de Carvão e Ciclo-Hexatrieno. Suas propriedades se destacam como líquido incolor, de odor

característico, pouco solúvel em água. Apresenta densidade de 0,8794, ponto de ebulição de 8,1°C, ponto de fulgor 11,1°C; limite de tolerância de 8 ppm ou 24 mg/m³, pode ser absorvido pela pele intacta e tem insalubridade de grau máximo^{21, 25}.

O Benzeno é bem absorvido, seja oralmente ou por inalação, sendo que em grande parte (cerca de 80%) ele é eliminado pelos pulmões ou fixado em tecidos ricos em lipídios, sem transformações. O componente biotransformado segue aproximadamente o padrão da figura 1, fundamentada nos dados de PORTEUS E WILLIAMS, de 1949. A sua principal via de penetração no organismo, porém é a respiratória, através da inalação de vapores presentes no ar. A penetração através da pele ocorre pouco freqüentemente, mesmo assim, quando a pele não estiver perfeitamente íntegra. Aproximadamente 60% do solvente inalado é absorvido, sendo esta absorção maior nos primeiros minutos de exposição. Uma vez cessada a absorção, o solvente é eliminado pelo ar expirado em proporções que variam entre 10 e 50 % do total retido no organismo. Todo o remanescente não exalado penetra na circulação sangüínea, ocorrendo sua metabolização através do sistema enzimático oxidativo presente nos microssomas hepáticos, ou de órgãos que contenham grande quantidade de gordura. Dessa forma, as mais altas concentrações do benzeno são encontradas na medula óssea e no tecido adiposo^{20, 23}.

Antes de ser excretado na urina, o benzeno é metabolizado por duas vias principais. Uma via não enzimática, que resulta na formação espontânea de fenol. Este, por sua vez, conjuga-se ao ácido glicurônico e sulfato, constituindo a forma principal de metabólito excretado na urina. Por esta via, também são excretados dois outros metabólitos, em menor quantidade, o hidroquinol e 1,2,4 trihidroxibenzeno²⁰.

Outra forma de metabolização ocorre através da via enzimática com a mono - oxigenase que, por hidroxilação, resulta na formação de epóxido-benzeno, um composto intermediário considerado responsável por causar dano medular e

alterações hematológicas nos indivíduos portadores de benzenismo¹⁵.

O epóxido-benzeno poderá ligar-se à macromoléculas celulares, tais como o DNA e as proteínas, ou sofrer ação de dois outros sistemas enzimáticos. O primeiro, sistema glutathion S epóxido transferase, transforma-se em S (1,2 dihidro, 2-hidro fenil glutathion) que sob a ação da glutathionase peptidase acetilase dará origem ao ácido fenil pré- mercaptopúrico, que é excretado na urina. Este, sob a ação de ácidos minerais, será transformado em ácido fenil mercaptopúrico. O segundo sistema epóxido-hidrase, propicia a formação do benzeno dihidrodiol que resultará no catecol, o qual juntamente com o ácido mucônico, são excretados também na urina, constituindo dois metabólitos menores do benzeno^{20, 21}.

Os metabólitos ativos principais seriam, segundo estudos experimentais, o epóxido benzeno, hidroquinol e catecol^{19, 24}.

A velocidade de eliminação do benzeno e seus metabólitos é bifásica, isto é, atinge um pico máximo nas duas primeiras horas, diminuindo lentamente nas horas seguintes. A eliminação ocorre até alguns dias após a exposição²⁰.

Apenas 0,1 a 0,2 % do benzeno absorvido é eliminado como produto inalterado pela urina.

Os processos de oxidação do Benzeno em Fenol são os mais importantes no plano metabólico, por suas aplicações no diagnóstico e hipótese patogênica. Portanto, a dosagem de Fenol urinário corresponde ao melhor método de avaliação da exposição ao Benzeno. O nível de Fenol excretado pela urina está diretamente relacionado com a concentração de Benzeno no ambiente de trabalho.

Evidências atuais sugerem que a citotoxicidade do benzeno está relacionada com algum produto intermediário, instável, que se liga covalentemente as

macromoléculas intracelulares, promovendo as alterações estruturais, principalmente à nível de DNA. O mecanismo preciso pelo qual este metabólito provoca depressão e outras alterações hematológicas ainda não está esclarecido^{16, 26}.

O estudo hematológico constitui-se num dos mais práticos exames para o controle dos efeitos nocivos precoces da intoxicação crônica pelo Benzeno.

Adotou-se, então, basicamente, a dosagem do Fenol urinário para controle da exposição e para controle de efeitos em relação ao risco ocupacional do Benzeno, a realidade de hemogramas²⁷.

2.2- Eliminação de benzeno do organismo

Após a absorção, uma parte do Benzeno é eliminado, inalterado pelo ar exalado e o restante sofre biotransformação. Inicialmente forma-se um intermediário denominado Benzeno Epóxido (Epóxido de Benzeno Epóxido-Benzeno), que origina por sua vez outros produtos excretados pela urina. O Fenol é o principal metabólito urinário do Benzeno. A figura 2 demonstra a eliminação do Benzeno do organismo².

O Benzeno Epóxido é atualmente considerado o responsável pela ação mielotóxica do Benzeno, por sua alta capacidade de ligação e constituintes celulares como DNA e proteínas. A inexistência desta substância na biotransformação do Fenol explicaria, pois, a carcinogenicidade do Benzeno, ausente no Fenol^{1,2}.

A biotransformação é realizada principalmente pelas enzimas microssomáticas do sistema oxidase de função mista (citocromo P-450) existente em vários tecidos, tais como fígado, rins e também na medula óssea².

Apesar de os tecidos ricos em gorduras reterem pequenas quantidades de Benzeno por vários dias após cessada a exposição, a eliminação desta substância e seus metabólitos se completa normalmente entre 24 e 48 horas após uma simples exposição, o que representa uma meia vida biológica de menos de 12 horas^{1,2}.

Isto significa que, para correlacionar a concentração do agente químico no ambiente com a excreção urinária de Fenol, a amostra deve ser coletada logo após a

MIG / UFF
NEC / DAT
SEÇÃO DE CONTROLE DO UVRGS
REG. Nº 12.497 / 98

jornada de trabalho, pois, do contrário resultados falsamente baixos poderão se obtidos^{2,3}.

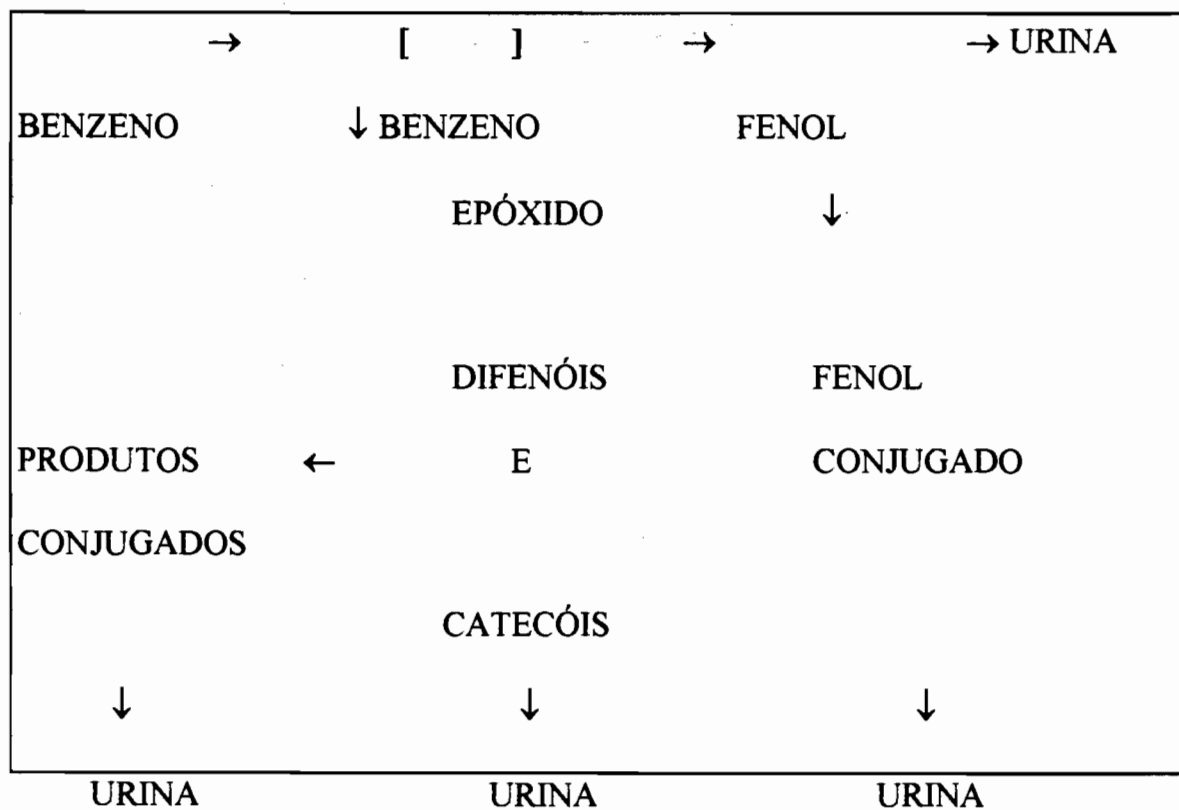


Fig. 2 - Eliminação do benzeno do organismo

2.3- Quadro clínico

2.3.1- Intoxicação aguda

Atualmente, sabe-se que os efeitos agudos do Benzeno sobre o organismo humano dependem do grau de exposição, levando geralmente a alterações ligadas ao sistema nervoso central como narcose, alucinação, hiperestesia, distúrbio da palavra, crise epiléptica, e outros tais como taquicardia, pulso débil e cianose, podendo chegar a uma fase depressiva com coma e morte²².

Em concentrações de 250 a 500 ppm, o benzeno é depressor do sistema nervoso central. O quadro característico como "embriaguez delirante" inicia-se com euforia, tremores, náuseas, vômitos, vertigem, marcha instável e confusão mental. À medida que a exposição continua, observa-se o aparecimento de sonolência que evolui para um estado de torpor e coma, até o óbito²⁹.

O contato direto com a pele dilata os vasos sanguíneos, que após exposição mais duradoura pode ressecar, formar escamas e rachar. Em geral a pele normal não absorve o benzeno rapidamente²².

O contato com os olhos produz irritação semelhante, podendo causar sérios prejuízos aos tecidos caso não seja removido.

As membranas mucosas (nariz, boca, garganta, pulmões, etc) também sofrem irritação e os pulmões podem desenvolver pneumonia química. A inalação de vapores de benzeno em concentrações aproximadas a vinte mil ppm, pode levar ao coma imediato, convulsões e óbito em alguns minutos²².

A ingestão de 15 a 20 ml de benzeno pode causar a morte de um indivíduo adulto.

No caso de exposição aguda, sem quadro clínico compatível, deve-se estabelecer rigoroso programa de acompanhamento clínico e laboratorial do acidentado nos primeiros dias. Registrar no prontuário do acidentado, como este ocorreu e anotar os dados clínicos e laboratoriais. Notificar o evento ao grupo de controle de exposição ao benzeno. Desencadear ações imediatas de correção, prevenção e controle no ambiente, condições e processos de trabalho²².

No caso de exposição aguda, com quadro clínico de intoxicação aguda, deve o médico dar o suporte de pronto atendimento clínico e laboratorial necessário, e observar a evolução dos efeitos agudos dos acidentados, acompanhando-o até o seu reestabelecimento. O primeiro exame periódico deve ser realizado até 3 meses do evento. O registro do acidente, se fará em formulário próprio, ficando o trabalhador com uma cópia²².

2.3.2- Intoxicação crônica

Os efeitos tóxicos crônicos estão relacionados principalmente à alterações hematológicas, podendo determinar até mesmo leucemia, por atuar à nível de medula óssea, matriz produtora de glóbulos. Pode exercer efeito leucopênico, plaquetopênico e eritropênico, pois inibe a proliferação e retarda a maturação celular, logo se tornando uma agente potencial da leucemia²².

As alterações crônicas mais frequentemente observadas foram leucopenia com neutropenia ou anemia. Na maioria das vezes foram reversíveis, porem em algumas ocasiões poderão evoluir para aplasia ou uma forma grave de leucemia.

As alterações são habitualmente discretas, de reversão lenta, sem tradução clínica e necessita de estudos hematológicos para serem detectadas. A intoxicação por Benzeno, está sempre associada a um quadro de fragilidade capilar. As plaquetas que estão relacionadas aos processos de coagulação sanguínea podem sofrer diminuição intensa, o que levaria ao aparecimento clínico de hemorragia nas mucosas²².

A evolução e o prognóstico dependem do comportamento sanguíneo, após o afastamento do ambiente de exposição. O mielograma ou biópsia medular é importante para se avaliar a matriz produtora de glóbulos quanto à inibição ou lesão, o que permite a avaliação funcional da qualidade da hematopoese. Todavia, o prognóstico tardio e as variações sanguíneas reversíveis estão mal conhecidos.

A exposição crônica ao benzeno, está relacionada basicamente à inalação dos vapores. Os efeitos tóxicos são observados sobre o sistema nervoso central e trato gastrointestinal.

O benzeno atravessa a barreira placentária, e pode ser detectado no sangue fetal em quantidades variáveis, às vezes, acima da concentração do sangue materno. O seu efeito teratogênico, entretanto, foi relatado apenas em alguns espécies animais²².

No caso de exposição crônica, detectadas alterações clínicas e laboratoriais em trabalhadores, deve o médico de imediato providenciar o afastamento do trabalhador da exposição, aplicar de imediato procedimentos de investigação diagnósticas mais complexas e abrangentes (biópsia de medula, avaliação neuropsicológicas, etc) se necessário.

Outros exames como testes de mutageneicidade e neurocomportamentais devem ser considerados na elucidação dos casos em que houver necessidade.

Nos casos de intoxicação aguda ou crônica, deve ser emitido o CAT, encaminhando o paciente ao INSS para caracterização de acidente de trabalho e avaliação previdenciária²⁷.

Encaminhar ao SUS, para avaliação clínica e registro.

Desencadear ações imediatas de correção, prevenção e controle no ambiente, condições e processos de trabalho²⁷.

2.4- Quadro laboratorial

A exposição ao Benzeno pode propiciar alterações hematológicas como:

- o n° de eritrócidos diminuído à 20 % do normal (menos de 45 milhões);
- o n° de leucócitos diminuído à 5 - 10% do normal (menos de 5 mil - os polimorfonucleares decrescem mais);
- o n° de plaquetas diminuído à 10% do normal (menos de 100mil);
- prova do aço positivo;
- medula óssea pode estar hiper ou hipoplástica²².

2.5- Tratamento

- **Medidas de Urgência**

- ↳ Retirar imediatamente o paciente do ambiente contaminado;

- ↳ Praticar respiração artificial, se necessário.

- **Contato com a pele**

- ↳ Remover o produto imediatamente com banho de água corrente por 15 minutos, no mínimo.

- **Contato com os olhos**

- ↳ Lavar os olhos com grande quantidade de água por tempo prolongado.

- ↳ Encaminhar ao oftalmologista.

- **Ingestão**

- ↳ Se estiver consciente, induzir ao vômito (sem dar eméticos);

- ↳ Lavagem gástrica com água (máximo 250ml por vez); em seguida introduzir no estômago 30g de sulfato de sódio em 250ml de água).

- ↳ NÃO DAR EMÉTICOS;

↳ NÃO DAR EPINEFRINA ou DROGAS SIMILARES, pois podem causar fibrilação ventricular F A T A L^{20, 22}.

2.6- Controle biológico de trabalhadores expostos ocupacionalmente ao benzeno

A monitorização biológica das exposições ao benzeno é realizada por meio da determinação do agente inalterado e de seus produtos de biotransformação, nos compartimentos biológicos, via respiratória, sangue e urina.

Aplicação efetiva da monitorização encontra dificuldades de ordem analítica, em virtude da falta de sensibilidade de métodos que são utilizados na sua execução, quando as exposições ocorrem por baixas concentrações.

Estes aspectos se tornam mais críticos a partir do momento em que são propostos novos limites para o benzeno, de 0,1 ppm (ACGIH).

Se essas dificuldades são solucionáveis por meio da utilização de metodologia mais sensível, outras, relacionadas à falta de especificidade dos indicadores biológicos, dificilmente serão removidos⁴.

Deve-se ficar atento a coleta das amostras, pois os tempos de meia-vida biológicos do benzeno e de seus produtos de biotransformações são breves, inferiores à 12 horas^{4, 5}.

O controle biológico apresenta maneira pela qual a absorção do benzeno pode ser avaliada com o objetivo de se verificar a existência de um risco de intoxicação.

O controle biológico de exposição ocupacional ao benzeno deve ser realizada em todos os trabalhadores expostos a este agente químico.

A absorção de quantidades excessivas de benzeno representam um risco de intoxicação que pode ser avaliada pela determinação de exames hematológicos.

Para atender as exigências do controle biológico, cada trabalhador sujeito à exposição ao benzeno, deverá ser submetido à este controle, trimestralmente.

O planejamento deste controle biológico poderá e deverá ser modificado sempre que houver qualquer anormalidade quando da realização dos levantamentos periódicos das condições de higiene ocupacional¹².

Se pela amostragem e análise do ar do ambiente de trabalho ficar demonstrado que as concentrações do benzeno estão no limite ou tolerância ou acima dele, o intervalo entre as medidas deverá ser modificado.

O aumento da frequência deverá permanecer por ao menos 2 meses, após ser demonstrado uma concentração elevada do benzeno no ambiente.

Se os novos valores encontrados persistirem elevados, prontamente deverão ser tomadas medidas de controle, visando diminuir a absorção do benzeno pelos trabalhadores, tais como a melhoria dos controles ambientais, da proteção individual e da higiene pessoal¹².

Além desse aspecto do controle biológico, que é realizado de acordo com uma supervisão médica que deverá estar harmoniosamente integrada com a área de engenharia de segurança, outras medidas de ordem biológica deverão ser tomadas.

Cada trabalhador, que absorve quantidades inaceitáveis de benzeno, que é

indicado pelo controle biológico através da análise toxicológica do fenol na urina, deverá ser examinado tão prontamente quanto possível, após ser demonstrada e confirmada tal absorção pelo menos por um prazo de um mês, até que os níveis de fenol na urina retornem ao normal (50 mg/l)¹³.

Não se pode negligenciar aqui a suspeição na qual está o benzeno, quanto ao seu potencial de carcinogenicidade. Ainda não está claro se a possível leucemia produzida pelo benzeno, seja uma consequência da proliferação de um clone anormal de células originadas de uma mutação produzida por esse agente tóxico, ou se, a hipoplasia medular seja suficiente para favorecer a proliferação de um clone de células leucêmicas, ou ainda, se o agente tóxico ativa um vírus leucemogênico ou atue como um imunodepressor^{13, 16}.

Dessa maneira, se há evidências de que a reação hiperplásica da medula óssea parece ser consequência da hipoplasia medular, produzida pelo benzeno; o controle biológico dos trabalhadores expostos ocupacionalmente a esse agente tóxico se reveste de extraordinária relevância na prevenção das intoxicações que podem ser causadas por estas substâncias¹³.

A concentração de benzeno no ar nos ambientes de trabalho, podendo ser feita utilizando-se uma amostra de curta duração (é aquela coletada num período de 15 minutos), ou uma amostra instantânea (coletada através do uso de instrumentos que permitem a determinação da concentração de benzeno no ar representativa de um determinado local em um dado instante. O tempo total de coleta nestes casos, deve ser inferior à 5 minutos¹⁵.

A avaliação das concentrações de benzeno no ar dos ambientes de trabalho, visa atender aos seguintes objetivos:

- conhecer as exposições efetivas dos trabalhadores durante determinado período

de tempo^{16. 17. 18.};

- diagnosticar fontes de emissão de benzeno no ambiente de trabalho;
- avaliar a eficácia das medidas de controle adotadas;
- comparar os resultados com limites de concentração estabelecidos.

Os métodos de coleta das amostras pode ser: individual (fornece resultados expressivos de sua exposição) ou uma amostra de área¹⁵.

- EXAMES ADMISSIONAIS

O indivíduo que vai ser admitido na empresa, deverá ser submetido a um completo exame médico, em que deve ser incluído o histórico clínico do trabalhador onde se deverá buscar informações acerca de exposições anteriores ao benzeno ou de algum outro agente tóxico hematopoiético. Devem ser obtidas informações quanto a^{24. 27}:

↳ discrasias sanguíneas;

↳ anormalidades hemorrágicas;

↳ anormalidade nas funções dos elementos sanguíneos formados;

↳ doenças hepáticas ou renais;

↳ ingestão de álcool, infecções.

Desta forma, como exames de laboratório pré-ocupacionais, são exigidos os seguintes:

- ↳ hematócrito;
- ↳ hemoglobina;
- ↳ volume corpuscular médio;
- ↳ contagem da série branca;
- ↳ contagem das plaquetas;

- EXAMES PERIÓDICOS

Cada trabalhador exposto ao benzeno deverá realizar os mesmos exames anteriormente citados, a cada 6 meses (deve-se ressaltar a importância histórica dos hemogramas).

- EXAMES DEMISSIONAL E DE MUDANÇA DE FUNÇÃO

Segue o mesmo padrão estabelecido para os exames admissionais.

- EXAMES RETORNO AO TRABALHO

Procedimento diferenciado, em função da patologia que o afastou e da exposição pregressa ao benzeno.

ACÕES A SEREM DESENCADEADAS QUANDO O LIMITE DE TOLERÂNCIA BIOLÓGICA FOR ULTRAPASSADO²⁴.

a) Nível Individual

Não há nenhum significado clínico direto. Indica apenas que o indivíduo foi superexposto a Benzeno ou Fenol e tem grandes possibilidades de contrair patologia causada por estes agentes. Deve-se portanto, investigar clinicamente o indivíduo, dirigindo-se em especial para as lesões potencialmente existentes.

b) Nível Coletivo

Os resultados devem ser interpretados de forma coletiva, conforme descrito na introdução, e o ambiente gerador da superexposição deve ser corrigido de modo a eliminar os focos de contaminação.

2.7- O Monitoramento ambiental

Na fábrica se procede a medição do Benzeno a nível ambiental utilizando-se o aparelho denominado amostrador de ar ALPHA 1 que é uma bomba e que representa um passo importante na tecnologia de amostragem do ar. Com uma concepção mecânica precisa, combina um sistema de controle multi-processado através de circuito eletrônico específico. O tipo da bomba é de diafragma duplo em oposição, com limites de fluxo de 5 - 5000 cm³ (ml)/min mais ou menos 5% de fluxo constante. A regulagem de fluxo é obtida com o auxílio de três válvulas de agulha, acessíveis pela face frontal da bomba ao lado do filtro. A bomba é provida de baterias tipo S 18 60 de NiCD. Apresenta um filtro interno para partículas, com

modificação para separar líquido; realiza amostragem em saco através da saída de exaustão da bomba. Para trabalhar exige uma temperatura em operação de 1°C à 50°C (com a bateria), se em estocagem de 20°C à 60°C (bateria removida). Foi aprovada para avaliar classes de risco: I, II e III. Sendo assim um valioso instrumento de avaliação ambiental de exposição de Benzeno, pois o trabalhador pode carregá-lo consigo durante sua jornada de trabalho, efetuando-se desta maneira a medição do Benzeno no ambiente de trabalho. Foram efetuadas duas medições ambientais que foram simultâneas com o monitoramento biológico no trabalhador e foram constatados valores inferiores de Benzeno no meio ambiental, sendo os dois resultados biológico e ambiental compatíveis, não se encontrando valores fora do limite estabelecido por lei^{6, 8, 10, 16}.

2.8- Aplicações industriais do benzeno

É utilizado como solvente e matéria prima de diversos produtos da indústria química como tintas, colas, vernizes, borracha, detergentes, plástico, óleos, fenol, estireno, anidrido maléico, inseticidas organofosforados, etc.

Na indústria do petróleo é usado na forma pura em laboratórios, e está presente como contaminante em diversos derivados petroquímicos como a gasolina, hexano, queroseno, tolueno, etc.

Está presente como contaminante atmosférico em refinarias, nas principais fontes emissoras de hidrocarbonetos aromáticos: unidades de craqueamento catalítico, extração de aromáticos e fenol, campos de extração de petróleo, etc.

Em diferentes setores da atividade industrial, ou mesmo de serviços, verifica-se o trabalho com Benzeno, ou com misturas de solventes orgânicos que contenham,

is como:

- indústria de dissolventes e diluentes industriais;
- indústria gráfica;
- indústria de colas e adesivos;
- indústria de tintas e vernizes;
- indústria petroquímica;
- laboratórios químicos em geral (incluindo laboratório de escolas);
- oficinas de manutenção de autopeças e motores;
- produção de álcool anidro;
- setores de limpeza e manutenção de máquinas de qualquer atividade industrial, utilização de solventes contendo benzeno para limpeza do corpo¹¹.

3. ALGUNS ASPECTOS DA LEGISLAÇÃO ESPECIAL SOBRE O BENZENO²⁷

Os efeitos tóxicos, agudos ou crônicos, do Benzeno são conhecidos e documentados pela literatura especializada desde de 1900. Em 1972, nos Estados Unidos, já havia recomendação para que exposições ocupacionais ao Benzeno não ultrapassem valores ambientais de 100 ppm.

Na França, o Decreto de 16 outubro de 1939, estabelecia medidas especiais de higiene industrial aplicáveis aos estabelecimentos onde havia exposição de trabalhadores. Esse Decreto sofreu modificação de 23 agosto de 1947, sendo introduzida a obrigatoriedade de realização de exames médicos periódicos (de 6 em 6 meses), aos trabalhadores expostos; proibiu-se o trabalho com Benzeno à gestantes e menores de 18 anos.

A Organização Internacional do Trabalho (OIT), na reunião nº 56, em 1971, elaborou a Recomendação nº 144, em que sugeriu que o Benzeno fosse excluído do emprego direto como solvente, bem como sugeriu um limite máximo de 1% em volume de Benzeno como impureza para produtos que viessem a ser utilizados industrialmente como solventes.

A OIT, na sua Convenção n° 136, estabelece os parâmetros sobre proteção contra os riscos de intoxicação provocadas pelo benzeno, adotada em 23 de junho de 1971 e assinada em 30 de junho de 1971, em Genebra.

O Decreto de n° 1253 de 27 de setembro de 1994, promulga a Convenção n° 136, passando esta a vigorar a partir desta data, em todo o território nacional. Fica estabelecido que todo empregador, deverá garantir que a concentração de benzeno na atmosfera dos locais de trabalho, não ultrapasse um máximo a ser estipulado por autoridade competente, em um nível que não exceda o valor teto de 25 partes por milhão (80 mg/m³).

A Instrução Normativa n° 1 do Ministério do Trabalho, de 20 de dezembro de 1995, considera a necessidade de avaliar as concentrações de benzeno em ambientes de trabalho. Esta norma técnica se aplica, exclusivamente à determinação e avaliação das concentrações de benzeno no ar em ambientes de trabalho.

A Instrução Normativa n° 2 do Ministério do Trabalho, de 20 de dezembro de 1995, estabelece o conjunto de ações e procedimentos que visam a detecção, o mais precocemente possível, de efeitos nocivos induzidos pelo benzeno à saúde dos trabalhadores. São estes: anamnese clínico-ocupacional, exame físico, exames complementares contendo no mínimo hemograma completo, com contagem de plaquetas e reticulócitos, dados epidemiológicos dos grupos de risco e dados toxicológicos dos grupos de risco.

A Legislação Brasileira segue a legislação prevista pela OIT, levando porém, muito tempo para regulamentar e colocar em prática as leis e orientações.

4. CONCLUSÃO

Visando disciplinar-se o mercado de solventes, particularmente à utilização do Benzeno, é necessário que sejam adotadas as seguintes medidas:

- Proibição do uso de Benzeno puro ou em misturas para ser utilizado como solvente.
- Limitação do fornecimento de Benzeno exclusivamente para empresas que utilizem diretamente na síntese de outros produtos.
- Proibição da revenda do Benzeno pelas empresas que venham a adquiri-lo para síntese de outros produtos.
- Atuação direta sobre siderúrgicas que atualmente produzem compostos aromáticos com teores acima de 1% na tentativa de melhor controlar os processos, de modo a obter produtos mais puros. Caso não seja viável, proibir a comercialização de Tolueno e Xileno obtidos de carvão mineral para serem utilizados como solventes.
- Elaboração de estudos para que o Benzeno excedente, retirado do comércio

varejista de solventes, seja destinado apenas a outros ramos da atividade industrial onde seu uso seja feito exclusivamente em sistema fechado.

- **Elaboração de normas para rotulagem preventiva dos solventes orgânicos em geral.** Essa norma deve abranger:

- ↳ descrição obrigatória da composição química qualitativa na embalagem, como já ocorre na comercialização de pesticidas herbicidas e produtos domofitossanitários;

- ↳ advertência quanto aos riscos de segurança e higiene envolvidos na utilização do produto;

- ↳ restrições quanto à comercialização e utilização, no caso de o produto ser o próprio Benzeno;

- ↳ ampla divulgação dos riscos inerentes ao trabalho com o Benzeno e com solventes orgânicos de modo geral, através de campanhas educativas;

- ↳ manter o programa de monitoramento biológico de exposição ao Benzeno, com o uso do indicador de Fenol urinário, analisado por cromatografia gasosa;

- ↳ estudar e procurar maior homogeneidade dos grupos, visando a determinação dos riscos mais assemelhados de exposições e, se possível, a coleta de amostras desses grupos em dia e turno coincidentes;

- ↳ durante os trabalhos especiais de risco, prover um monitoramento biológico e ambiental específico em separado;

- ↳ grupos que necessitam de maior observância nas normas de segurança e

procedimentos industriais;

↳ revisão do fornecimento, uso e validade do IPI, preconizado em trabalhos especiais.

Várias são as dificuldades existentes em nosso meio, as quais contribuem de maneira substancial para o trabalho do médico da empresa, entre elas, podemos salientar a vigilância inadequada do ambiente do trabalho, em empresas que burlam a legislação em vigor, devido a falta de conscientização do empresário da importância em investir na área de higiene, saúde ocupacional e segurança do trabalho. Devemos salientar também, o pequeno número de laboratórios e centros de pesquisa, preparados para a estudo dos casos de intoxicação por benzeno em nosso país.

MEXICO - NDC - DST - BFM	
SERVICIO DE REGISTRO Y ASISTENCIA TÉCNICA	
Reg. No.	12497 198
Cód. Si.	22752
Cód. I.	28512

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1-El Benceno, sus utilizaciones, sus riesgos para la salud e su substitución Oficina Internacional de Trabajo, Ginebra 16 - 22 maio 1967.
- 2-CONFERENCIA INTERNACIONAL DEL TRABAJO, 56ª, Ginebra. Recomendación sobre la protección contra los riesgos de Intoxicación por el Benceno. Ginebra, CIT, 1971.
- 3-COLTON, T. Statistics in Medicine. Boston : Little, Brow Co., 1974, p 174-7.
- 4-GALEN, R.S. Notions of Normality. Diagnostic Medicine, Oradell, v. 3, p.59-69, 1980.
- 5-MELO, E., MELO, M., Fenol e Fenol: creatinina na urina. Índice de exposição ao Benzeno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PATOLOGIA CLÍNICA, 14, 1979, Porto Alegre.
- 6-ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. Benzene uses, toxic effects, substitutes. Geneva, ILO, 1968 294p (Occupational Safety and Health Series, 12).

- MOZES, J. O., GOMES, J. R., BRAGA, R., MELO, E., MELO, M. Sulfato Inorgânico e Total na Biomonitoragem das Exposições Ocupacionais ao Benzeno. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, São Paulo, v. 9, n. 36, p. 77-86, out./dez., 1982.
- BRASIL. Ministério do Trabalho. Portaria Interministerial nº 03, de 28 de abril de 1982. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, 30 abril 1982. Seção 1, p. 7781.
- RODRIGUES, J. B. Monitoramento biológico da exposição ao Benzeno em industria petroquímica do Estado de São Paulo, pela dosagem de Fenol Urinário. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, São Paulo, v. 19, n. 72, jan./fev./mar., 1981.
- 10-BOLSET, RANDALL C. Benzene. In: Biological monitoring methods for industrial chemicals. Davis, Biomedical Publications, 1980, p 37 - 42.
- 11-GOLDSTEIN, B.D. Biologival and ambient monitoring of Benzene in the work place. Journal of Ocupational Medicina, Downers Grove, v. 28, n. 10, p. 1051-4, 1986.
- 12-NOVAES, T. C. P., GRUENZER, G. Determinação dos teores de Benzeno em solvêntes orgânicos industriais comercializados no Brasil e propostas para à prevenção potencial de Benzolismo. - Coord. José Manuel O Gana Soto. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, São Paulo, v. 9, n. 36, p. 66-70, out./dez., 1981.
- 13-STOKHOLM, M. D., COHR, K. H. Toluene: a toxicologic Review. Scandinavian Journal of work, Environment and Health, Helsinki, v. 5, p. 71-

23 90, 1979.

14-SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO, 33.ed., Atlas, 1997.

24

15-SOUZA, C. A. Reações hematológicas adversas a drogas e produtos químicos.

Boletim Sociedade Brasileira Hematologia e hemoterapia, n. 9, p. 117, 1987.

25

16-GOES, C. R. S. Manual de Toxicologia do Refino, 2.ed.,1991

17-ABILDGAARD, C. F, SIMONE, J.V. Trombopoiesis. Seminars hematology, n.

4, p. 424, 1967

18-ALMEIDA, T. V., FARIA, M. M., GORDON, A. S. Valores hematológicos em

27 um grupo de trabalhadores em Cubatão. Boletim da Sociedade Brasileira

Hematologia e hemoterapia, n. 9, p. 94 , 1987.

19-CRONKITE, E. P. Chemical leukemogenesis: benzene as a model. Seminars

28 hematology, n. 24, p. 2, 1987.

20-FARIA, M. M. Valores hematológicos em trabalhadores em exposição ao

29 benzeno. Boletim Sociedade Brasileira Hematologia hemoterapia, n. 9, p.

100, 1987.

30-GULATI, G. L., INFANT, P. S., GOLD, D. W. Structure and function of the

Bone marrow and hematopoieses. Hematology - Oncology Clinics North

America, v. 2, n. 4, p. 495-511, Dec. 1988.

31-DISORDERS OF PLATELETS. In : Blood Testbook of Hematology. Boston :

Little, Co, 1987, Cap. 31, p. 1041 - 1052.

- 23-GRANULOCYTES. In: Blood Textbook of Hematology. Boston : Little, Brow, Co, 1987. Cap 16, p. 441 - 471.
- 24-PHYSIOLOGY OF REF CELLS. Blood Textbook of hematology, Boston, Little, Brow, Co, 1987. Cap. 02, p. 49-109.
- 25-LUDMER, S. Benzolismo e leucopenia. Boletim Sociedade Brasileira Hematologia Hemoterapia, n. 9, p. 120, 1987.
- 26-MALVEZZI, M, PASQUINNI, R. Valores normais e variações "fisiológicas" de leucócitos do sangue periférico. Boletim Sociedade Brasileira Hematologia Hemoterapia, n. 9, p. 135, 1995.
- 27-MENDES, R. Benzenismo - subsídios para a identificação de grupos ocupacionais de mais elevado risco de exposição. Boletim Sociedade Brasileira de Hematologia e Hemoterapia, n. 9, p. 135, 1987.
- 28-MORAES, E. C. F. Benzenismo: alterações não hematológicas. Boletim Sociedade Brasileira Hematologia Hemoterapia, n. 9, p. 124, 1987.
- 29-PASTERNAK, J. Benzeno e hematopoese. Boletim Sociedade Brasileira hematologia Hemoterapia, n. 9, p. 78, 1987.
- 30-MENDES, R. Medicina do Trabalho e Doenças Profissionais. São Paulo : Sarvier, 1980.