

## Contaminação química, precarização, adoecimento e morte no trabalho: benzeno no Brasil

Chemical contamination, precariousness, illness and death at work: benzene in Brazil

Danilo Fernandes Costa <sup>1</sup>  
Moisés Goldbaum <sup>1</sup>

**Abstract** *The toxicity of benzene is widely known, and types of illnesses linked to it have been increasing. This article traces the historical trajectory and the findings related to the diseases, combined with the displacement of industrial activities from central countries to peripheral ones. In this process, there are correlations in prevention of benzene exposure. In Brazil, the application of regulations was analyzed to identify their impact because information on environmental contamination and diseases is very precarious. Formal legislation prevailed without records of its application. Only when workers and technicians mobilized did advances occur.*

**Key words** Benzene, Health surveillance, Occupational cancer

**Resumo** *A toxicidade do benzeno é conhecida e os tipos de doenças a ele ligadas vêm se ampliando. Foi recuperada a trajetória e as descobertas relacionadas às doenças combinadas com o deslocamento das atividades dos países centrais para os periféricos. Neste processo há correlações na prevenção da exposição ao benzeno. No Brasil foram analisadas as aplicações das regulações para identificar seu impacto, pois as informações sobre contaminação ambiental e doenças é bastante precária. Prevaleceram legislações formais sem registro de sua aplicação. Somente quando houve mobilização de trabalhadores e técnicos ocorreram avanços.*

**Palavras-chave** Benzeno, Vigilância da saúde, Câncer ocupacional

<sup>1</sup> Departamento de  
Medicina Preventiva,  
Faculdade de Medicina,  
USP. Av. Dr. Arnaldo 455,  
Cerqueira César. 01246-  
903 São Paulo SP Brasil.  
danilofc@usp.br

## Introdução

Os riscos da exposição ao benzeno são conhecidos há tempos e vêm sendo objeto de tratamentos diversos no Brasil e no mundo. Sua importância se deve principalmente à sua toxicidade e à difusão de sua utilização, em razão da possibilidade de sua produção a partir do petróleo, do carvão mineral e de sua presença no condensado de gás natural. Trata-se de substância hematotóxica e cancerígena que, apesar disso, tem vasta utilização na cadeia produtiva de extração e refino de petróleo e na produção de aço, principalmente, mas não apenas, em razão de sua presença nas matérias primas destes processos<sup>1-3</sup>. É, portanto, uma questão complexa e intrincada, pois ao mesmo tempo que se conhecem cada vez mais as características tóxicas deste produto, sua presença e utilização ainda é parte de processos essenciais no mundo.

Os principais agravos relacionados ao benzeno estão ligados à hematotoxicidade e genotoxicidade decorrentes de sua metabolização. Os mecanismos de ação são complexos e ainda não estabelecidos por completo. A hematotoxicidade se manifesta principalmente pela diminuição das células sanguíneas, podendo resultar em diversas formas de queda no número dos elementos sanguíneos: anemia, leucopenia, plaquetopenia, ou das três séries em conjunto, na forma de pancitopenia. Estas alterações hematológicas, quando relacionadas ao benzeno, são consideradas um indicador precoce de leucemia mieloide aguda e síndrome mielodisplásica (LMA e SMD), embora não constituam uma etapa necessária para o desenvolvimento dessas doenças. A pancitopenia acentuada pode constituir quadro específico grave denominado aplasia de medula ou anemia aplástica<sup>2-5</sup>.

O benzeno causa também alterações cromossômicas que são consideradas a explicação mais plausível para sua carcinogenicidade. Além da LMA e SMD, estudos apontam para a correlação da exposição ao benzeno com um amplo espectro de doenças linfo-hematopoiéticas malignas: Linfoma Não-Hodgkin, Leucemia Linfóide Aguda e Crônica, Mieloma Múltiplo. Deve-se ainda ressaltar que os solventes orgânicos, grupo químico do qual o benzeno faz parte e que está quase sempre presente na forma de mistura de produtos, está comprovadamente associado a diversos outros tipos de câncer, como os de mama e cérebro<sup>6-8</sup>.

O benzeno e outros contaminantes químicos ganham importância cada vez maior, acompanhando as mudanças rápidas e intensas das últimas décadas, com grande impacto no trabalho,

no ambiente e na saúde: aumento do comércio global, da riqueza e da produção industrial; ampliação do número de pessoas que trabalham; novas tecnologias de informação e novos processos de produção químicos, biotecnológicos e farmacêuticos que ampliaram as opções de produção de baixo custo; baixo gasto energético e estratégias de reciclagem que geraram novos tipos de trabalho. Para a grande maioria dos trabalhadores dos países menos industrializados, a liberação do comércio foi acompanhada da transferência de tecnologia, produtos químicos, processos e resíduos obsoletos e perigosos, muitos deles não mais utilizados nos seus países de origem, que provocam doenças difíceis de serem reconhecidas<sup>9</sup>.

Apesar de muitas destas situações serem reconhecidas como problemas nos países industrializados, isso é mais difícil naqueles de industrialização tardia, como afirma a pesquisadora Renée Loewenson, por uma combinação de diversos fatores comuns neste tipo de desenvolvimento: a cronicidade de muitas dessas doenças, que raramente são detectadas devido à instabilidade dos empregos; a acentuada dificuldade em separar os fatores ocupacionais dos ambientais, principalmente quando relacionados com graus importantes de pobreza que levam à desagregação social; pouco monitoramento e sistemas regulatórios ineficientes, que implicam subnotificação da morbidade ocupacional, particularmente das doenças crônicas ligadas a fatores químicos, ergonômicos e psicossociais<sup>9</sup>.

O conjunto dos problemas sociais, econômicos e ambientais que se referem aos diversos setores da economia envolvidos com as substâncias químicas, especialmente aos trabalhadores e aos inúmeros impactos ambientais relacionados com as muitas formas de interação com estas substâncias, constituem a chamada “Questão Química”, pano de fundo da discussão em que o benzeno está inserido. Ocorre ainda um deslocamento de processos produtivos que atinge também a indústria química. O crescimento dessas indústrias nos países periféricos não significa perda de mercado ou aumento de competição para as empresas dos países centrais. Ao contrário, são estas corporações que estão instaladas ou se instalando nos países periféricos. A reestruturação produtiva, em curso no mundo todo, tem na América Latina um aspecto particular relacionado à produção de petróleo: o crescimento substantivo da extração de óleo e gás e o consequente aumento da produção de matéria prima, e uma potencial expansão do parque petroquímico no Brasil, Venezuela, Equador, Bolívia e eventualmente em outros países do cone sul<sup>10</sup>.

As primeiras legislações sobre benzeno no Brasil surgiram nos anos 1930, muito antes de começarem as atividades industriais mais importantes relacionadas à sua produção no país: siderurgia em 1946 e petróleo e petroquímica na década de 1950. Apesar do início destas atividades e das legislações existentes, não há relato conhecido de exposição importante a benzeno ou de agravos à saúde relacionados à mesma, embora certamente ambos devam ter ocorrido.

Assim, a pergunta condutora deste artigo é: as restrições legais impostas à exposição ao benzeno no Brasil influenciaram na prevenção de agravos à saúde decorrentes da exposição a esta substância no país?

### **A experiência internacional**

#### **Os ciclos de uso do benzeno**

Há uma comparação importante entre a experiência internacional e a nacional, com semelhanças e diferenças significativas. Como se tratam de períodos longos, em que muitas mudanças ocorreram, foi decidido classificá-los em ciclos. Tomou-se como base, inicialmente, a experiência internacional, devido ao maior número de referências existentes e à maior estabilidade desse processo histórico de quase 190 anos, de 1820 a 2008. Para definir os ciclos da experiência internacional foram usados como critérios as informações sobre o tipo de produção e o uso do benzeno e os dados existentes de exposição e agravos à saúde.

#### **Os quatro períodos da experiência internacional**

O ciclo inicial é de 1820 até final do século XIX, quando o benzeno é descoberto e começa a ser conhecido e utilizado ainda de forma restrita, mas seu potencial de danos à saúde já aparece. Os primeiros e potentes sinais mais notórios aparecem no achado de Santenseen et al. na Suécia, em 1896, quando foram identificados os primeiros casos de morte por exposição a benzeno em 4 trabalhadoras de indústria de pneus de bicicleta, que desenvolveram aplasia de medula por exposição a solvente contendo concentrações elevadas desta substância<sup>4</sup>.

O segundo ciclo, do início até metade do século XX, compreende uma grande ampliação e difusão do uso industrial do benzeno e a consolidação do conhecimento de suas características como substância química notoriamente tóxica e cancerígena. Neste ciclo preponderam exposições a concentrações extremamente elevadas, há muito pouco controle ou medidas de restrição do

uso; as aplasias de medula são o agravo mais significativo, e ocorrem relativamente com grande frequência. É neste período que se dão os primeiros passos na prevenção da exposição ao benzeno, com particular destaque para as propostas de Alice Hamilton nos EUA<sup>3,4</sup>.

No terceiro período, da década de 1950 ao final dos anos 1980, o uso do benzeno se amplia e se modifica: são introduzidas, em diversos países, restrições importantes para sua utilização e ocorre uma diminuição substantiva das concentrações ambientais que, no entanto, continuam elevadas. Estas regulamentações vão definir os primeiros “limites de exposição” a benzeno e incluirão sua proibição em solventes comercializados. A relação causal com a leucemia se destaca, em razão da diminuição das concentrações e conseqüentemente do tipo de agravo, a partir das experiências da Itália, Turquia e Estados Unidos, as principais referências deste período<sup>4,11</sup>.

Nestes “anos dourados” de grande expansão da produção industrial e do consumo em boa parte do planeta, o petróleo se tornou a principal base material, como combustível e matéria prima para a indústria petroquímica e suas cadeias produtivas principais: indústrias químicas, de borracha e de plásticos. Neste período há um grande desenvolvimento tecnológico, e uma valorização significativa do trabalho e dos trabalhadores, com um aumento correspondente da preocupação com a implantação de medidas de prevenção de riscos nas atividades laborais e proteção dos trabalhadores, em particular na Europa, Estados Unidos e na então União Soviética. O período é chamado até hoje de “era de ouro” pelo grande aumento da produção e do consumo de massa, em especial do petróleo e sua cadeia produtiva, quando o confronto político-ideológico da chamada “guerra fria” teve também muita relação com este processo<sup>12,13</sup>.

No quarto período a questão passa a girar em torno dos riscos relacionados às exposições a baixas concentrações de benzeno, que passam a prevalecer nos ambientes de trabalho em que ainda há exposição potencial, e os estudos desenvolvidos principalmente na China, mas também em alguns outros países fora do circuito da sociedade pós-industrial, apontam para a existência de agravos à saúde mesmo com exposições cada vez menores, identificando-se danos com contaminações ocupacionais próximas das ambientais.

#### **As principais experiências internacionais: Itália, Turquia e EUA**

A partir dos anos 1950, aumentam os achados que relacionam a exposição ao benzeno com

leucemia, e os estudos se intensificam. Dentre eles, se destacam os realizados na Itália por Vigliani e Forni (apud Bartololucci et al.<sup>14</sup>), e na Turquia, por Aksoy<sup>2,11,15</sup>, que constituem a casuística mais significativa até o início dos anos 1970 e que contribuíram de forma decisiva para a consolidação do reconhecimento da existência da mielotoxicidade e da leucemogênica do benzeno. Nos anos 1970/80 a produção de estudos epidemiológicos de coorte nos EUA se tornarão a principal referência quanto à carcinogenicidade do benzeno<sup>4,16</sup>.

Na Itália, já a partir dos anos 1920, em razão de exposições a altíssimas concentrações de benzeno, haviam sido identificadas verdadeiras epidemias de intoxicações agudas e crônicas, por esse produto. Em revisão feita por Vigliani e Forni, em 1976, foram recuperados dados dos primeiros casos identificados naquele país, e, em 1989, Paci et al. (apud Minoya<sup>17</sup>) complementaram estes estudos.

As restrições legais na Itália se ampliaram rapidamente: em 1963 com a limitação do uso; em 1965 com a caracterização como patógeno e cancerígeno; e, em 1976, com a proibição do trabalho de mulheres e adolescentes em situação de risco de exposição ao benzeno. Em 1968, a Organização Internacional do Trabalho, principalmente influenciada pelas ações italianas, publicou orientação quanto ao uso, riscos e substituição do benzeno<sup>16</sup>.

As concentrações ambientais naquele momento eram muito elevadas, acima de 600ppm. Com as mudanças na legislação, houve diminuição substantiva nos padrões de exposição, estimada em até cem vezes, que resultou em mudanças nos tipos de achados patológicos e, posteriormente, em uma diminuição destes<sup>17</sup>. A diminuição das concentrações e do achado de casos reduziram a importância do benzeno; as pesquisas sobre seu impacto na saúde na Itália praticamente acabaram, sendo substituídas por estudos de exposição a solventes múltiplos.

Nos anos 1990 uma nova preocupação apareceu, valorizando a contaminação ambiental no ar pelo benzeno e outros compostos orgânicos voláteis eliminados na combustão de veículos automotores. Neste novo contexto, em que os elevados níveis de contaminação ocupacional deram lugar a patamares de concentração bem menores, a valorização da contaminação por benzeno provocada por fontes ambientais ou individuais, como o cigarro, adquirem nova importância<sup>18</sup>.

Os estudos entre a década de 1950 e o início dos anos 1980 se devem à grande expansão do uso do benzeno como solvente no pós-guerra,

com o forte processo de industrialização italiana, combinado com a significativa capacidade técnica de intervenção e diagnóstico de casos existente na clínica de Medicina do Trabalho italiana, no caso particular em Milão e Pavia, e com a força da organização social dos trabalhadores naquele período.

Vale o registro que, quando da retirada do chumbo da gasolina na Itália nos anos 1980, a perda de potência deste combustível foi compensada pela adição de hidrocarbonetos aromáticos, inclusive o benzeno. A gasolina passou então a ter até 10%, e eventualmente mais, de benzeno em sua composição. Aparentemente não houve protestos ou críticas quanto a essa mudança. Ao contrário, é possível encontrar avaliações de técnicos renomados afirmando não haver maior risco nesta gasolina com 10% ou mais de benzeno<sup>16</sup>.

Na Turquia, o clínico e hematologista Muzaffar Aksoy, da Escola de Medicina de Istambul investigou os impactos da introdução de um tipo de cola contendo benzeno na produção e no reparo de calçados, que começou a ser usada a partir de 1955 por ser muito mais eficiente e barata. Os achados destes estudos epidemiológicos, divulgados a partir dos anos 1960, constituem os primeiros a comprovarem a relação entre benzeno e leucemia<sup>2,11,15</sup>.

Os estudos de Aksoy et al., em Istambul, e os desenvolvidos na Itália são clássicos e foram determinantes na comprovação da relação entre exposição a benzeno e leucemia, sendo referência mundial até hoje. É marcante o impacto que a introdução da utilização do benzeno teve em Istambul, principalmente nos artesãos produtores de sapatos, e este é um dos principais motivos da importância destes estudos: a visibilidade destes agravos nessa cidade, possibilitada também pela evidente qualificação da formação hematológica do Professor Aksoy e sua equipe. É também bastante curioso que questões que estavam no centro de uma disputa acirrada nos países centrais e industrializados vieram a ter comprovação em um país periférico e pouco industrializado (Quadro 1).

Nos anos 1970 muita coisa significativa aconteceu nos Estados Unidos, em especial a definição dos Limites de Tolerância aceitos para esta substância. No período do pós-guerra ocorreu uma mudança nos padrões de utilização do benzeno, que passou a ser preponderantemente de origem petroquímica e a ter vasta utilização como matéria prima para inúmeros produtos desta cadeia produtiva. As concentrações ambientais e as exposições diminuíram, e novas questões vieram à tona<sup>5,19</sup>.

**Quadro 1.** Doenças hematológicas relacionadas com exposição a benzeno na Itália e Turquia registradas em estudos acadêmicos 1929-1984.

Período investigado	Tipo de estudo	Achados clínico-epidemiológicos	Tipos de indústria envolvidas	Autores
1928-1938	Relato de casos	60 casos de Anemia Aplástica	Calçados, tipografias e outras	Vigliani e Forni
1942-1975	Relato de casos	66 hemopatias com 7 mortes por AA e 11 leucemias em Milão		idem
1959-1974		135 casos de benzolismo com 3 mortes por AA e 13 leucemias em Pavia		idem
1939-1984	Coorte	Aumento de mortalidade por AA e Leucemia	Fábrica de calçados	Paci et al.
1961-1972	Relato de casos	40 casos de AA	N.E.	Aksoy et al.
1967-1975	Relato de casos	40 casos de exposição ao benzeno em pacientes leucêmicos	N.E.	Aksoy et al.

Foram feitos estudos epidemiológicos demonstrando excesso de leucemias em trabalhadores expostos a baixas concentrações de benzeno. Em 1977 foram publicados os resultados do primeiro estudo de coorte de trabalhadores expostos especificamente a benzeno, identificando um risco 5 a 10 vezes mais elevado de desenvolverem leucemia. Com base neste estudo e em outros dados da literatura, o Departamento do Trabalho dos Estados Unidos (OSHA) estabeleceu um limite de exposição de 1 ppm. Houve contestação das empresas e a Suprema Corte Americana o suspendeu determinando que, antes de promulgar qualquer padronização permanente, o Secretário do Trabalho precisaria definir os limites em que o local não seria seguro, explicitando que significância teriam os riscos presentes e se poderiam ser eliminados ou minorados por mudanças nas práticas. A Suprema Corte não quantificou o que seria “significativo”, ficando a critério do Departamento de Trabalho definir esses parâmetros. Em 1987, a Corte aceitou a argumentação levantada pela OSHA para justificar a diminuição do limite de 1 ppm, estendendo, no entanto, a determinação de justificativa quanto à significância do risco a todas as decisões da OSHA<sup>4,11</sup>.

#### Questões permanecem na globalização

No quarto período, a partir dos anos 1990, a discussão continuará, pois os inúmeros estudos conflitantes quanto à possível concentração ambiental que permitiria uma exposição sem danos não chegaram a conclusões consensuais. O foco

principal era, então, a relação entre benzeno e câncer (leucemias), mas pelos diversos fatores de incerteza que permeiam estas investigações e pela exposição em si, que superou os marcos da discussão ocupacional, a questão tornou-se também ambiental.

A tendência de priorizar os estudos sobre benzeno, leucemia e sua correlação com níveis de exposição passa a ser a principal questão tratada nos estudos feitos desde então, sendo os principais deles nos Estados Unidos e, posteriormente, na China, onde se desenvolveram estudos conjuntos do final dos anos 1980 até a atualidade, com uma coorte de 74 mil trabalhadores seguidos desde os anos 1970. Além disso, há inúmeros estudos pontuais, vinculados a essa coorte ou complementares a ela, entre os quais se destaca o artigo publicado por Lan et al.<sup>20</sup>, em 2004, identificando a ocorrência de alterações hematológicas em trabalhadores expostos a menos de 1 ppm<sup>21</sup>.

É a partir dos anos 1990, portanto, que o problema da exposição ocupacional ao benzeno começa a se confundir com a discussão da exposição ambiental. A questão passa a girar em torno dos riscos relacionados a exposições a concentrações cada vez mais reduzidas de benzeno, que passam a prevalecer nos ambientes em que ainda há risco de exposição a essa substância. Os estudos se deslocam principalmente para a China e o extremo-orientado, mas também aparecem em alguns outros países, fora do circuito da sociedade pós-industrial, e apontam para a existência de agravos à saúde com exposições cada vez menores, identificando-se danos com contaminações ocupacionais próximas das ambientais.

## A experiência brasileira

### Os quatro períodos da experiência brasileira

À semelhança da experiência internacional, a brasileira em relação ao benzeno pode ser dividida em quatro períodos ou ciclos. Entre as particularidades que as diferenciam, uma das mais importantes, possivelmente semelhante a outras sociedades com padrões de desenvolvimento econômico e industrial tardio como o brasileiro, é o fato destes períodos começarem também tardiamente; e no caso do benzeno apenas nos anos 1930. Seus ciclos são extremamente curtos, devido às repercussões dos determinantes econômicos e tecnológicos dos países centrais e ser quase uma repetição do que ocorreu nestes, mas de uma maneira diferenciada e acelerada. Muitas coisas podem ser desentranhadas do lema “cinquenta anos em cinco” dos míticos anos “JK”<sup>10</sup>.

Devido à falta de dados sobre exposição e agravos à saúde no Brasil, no entanto, os critérios, satisfatórios para classificar os ciclos da experiência internacional do benzeno, foram difíceis de serem aplicados no caso brasileiro. Para suprir estas lacunas, o critério escolhido foi o definido como objetivo central do estudo: a legislação de restrição à exposição combinada com os dados de produção e utilização de benzeno no Brasil. Em razão destas dificuldades, o caminho escolhido para a classificação dos períodos foi baseado na combinação da criação dos instrumentos legais de proteção do trabalhador com o desenvolvimento da produção industrial e a adequação desses instrumentos legais a este processo. Quando possível foram utilizados dados de morbidade e contaminação ambiental<sup>10,22</sup>.

#### Primeiro ciclo

O primeiro período, da década de 1930 até meados dos anos 1960, foi quando fizeram as primeiras legislações sobre benzeno no Brasil, alguns anos antes de começarem as atividades industriais mais importantes relacionadas à sua produção: a siderurgia em 1946 e o petróleo e a petroquímica na década de 1950. Apesar do início destas atividades e das legislações existentes, neste período não há relato de exposição a benzeno ou de agravos à saúde relacionados a esta substância, embora certamente ambos devam ter ocorrido<sup>22-24</sup>.

O mais marcante neste período é a falta de referências quanto à exposição ocupacional ao benzeno. Não há registros ou relatos de situações de trabalho apesar da presença significativa e sis-

temática de regulamentações trabalhistas visando restringir a exposição ou compensar monetariamente o risco desta exposição, mostrando um descolamento substantivo entre o legal e o real.

Foram editadas três regulamentações sobre o benzeno no Brasil, todas pelo Ministério do Trabalho. Duas delas de restrição de exposição, proibindo o trabalho de mulheres e menores, e uma de compensação financeira pelo risco: o adicional de insalubridade. Não há registro quanto à aplicação destas leis. Tampouco há informação quanto às circunstâncias da exposição de trabalhadores neste período, exceto quanto ao fato de ter tido início a fabricação industrial de benzeno de origem carboquímica (em 1946) e petroquímica (em 1956), e ao aumento paulatino desta produção ao longo dos anos sem que haja referência quanto à ocorrência de agravos à saúde relacionados com o produto. Embora já houvesse elementos quanto à maneira como se deveria proceder para fazer este acompanhamento, não há registro de que isto ocorresse. Não foram encontradas indicações de quaisquer tipos de ações relacionadas ao benzeno além das legislações mencionadas e de alguns artigos teóricos<sup>10,22,25</sup>.

O benzeno era um problema ainda abstrato entre 1930 e 1960, que não havia se materializado no cotidiano da sociedade brasileira, talvez por não ter presença significativa do ponto de vista quantitativo, e não haver uma cultura de prevenção de risco e proteção dos trabalhadores neste período, que poderia ser explicada até pelo fato dos agravos à saúde provocados pelo benzeno permanecerem invisíveis até então, sem o registro de um caso sequer.

Há muito pouca informação sobre o ocorrido neste período, sugerindo um descolamento entre a regulamentação, que remonta aos anos 1930, e a capacidade de encontrar agravos à saúde que cursaram sem ser identificados, apesar do conhecimento existente quanto aos males do benzeno. Talvez por este conhecimento ter ficado restrito a alguns círculos e os eventuais casos ocorrerem de forma dispersa e em número insuficiente para chamarem atenção e formarem massa crítica de conhecimento nos serviços, que gerassem capacidade de diagnóstico e intervenção. É pouco provável que não tenham ocorrido casos<sup>10</sup>.

#### Segundo ciclo

No segundo período há um ciclo de rápida ampliação da produção e utilização do benzeno: o uso como parte de misturas de solventes, que se amplia a partir dos anos 1960 e será proibido em 1982, e o início da hegemonia da produção petroquímica, consolidada posteriormente. Os

primeiros casos aparecem em estudos hematológicos e investigações ocupacionais, e novas legislações introduziram mudanças importantes<sup>22,23</sup>.

Não há registros quanto à aplicação da legislação existente (proibição da exposição de mulheres e menores), mas o principal grupo exposto ao benzeno em atividades que envolviam solventes estudado neste período era composto exatamente por mulheres jovens e menores; fosse diretamente, por se envolver nas atividades de trabalho ou pelo deslocamento de atividades laborais para o interior dos lares, fosse indiretamente pela contaminação destes lares com consequente exposição dos residentes<sup>26,27</sup>.

Os primeiros casos relacionados à exposição a benzeno no Brasil aparecem em duas teses sobre Anemias Aplásticas Adquiridas<sup>28,29</sup>. Ainda em 1971, o primeiro estudo sobre a presença de benzeno e tolueno em solventes advertia sobre a toxicidade destas substâncias, chamando a atenção para os riscos deste fato e propondo medidas preventivas<sup>30</sup>. Em 1973, o Ambulatório de Doenças Profissionais do SESI fazia a investigação de quatro casos de Aplasia de Medula seguidos de morte em trabalhadoras jovens de uma mesma fábrica<sup>26</sup>. Naquele mesmo ano, o Ministério do Trabalho concederia aposentadoria especial para os expostos ao benzeno.

Em 1978 foi estabelecido Limite de Tolerância (LT) para o benzeno, dentro da Portaria 3214. Esta portaria foi uma tentativa de dar resposta aos problemas que se manifestavam de forma cada vez mais significativa, inclusive em relação ao benzeno, no campo da saúde do trabalhador. Sua repercussão foi bastante localizada naquele momento, sendo visível apenas em algumas atividades restritas. Com o tempo, o adicional de insalubridade prevalecerá por muitos anos como principal alternativa das empresas à prevenção de riscos, e o critério principal para a sua concessão será o não cumprimento deste limite pelas empresas<sup>22,23,31</sup>.

Os dados relativos à exposição são bastante dispersos e quase sempre pontuais. O primeiro estudo que mostrou a presença de benzeno em solventes, em 1971, encontrou na maior parte deles quantidades relativamente baixas. Dez anos depois, o estudo que deu base à legislação que proibiu o benzeno em solventes analisou setenta e quatro produtos, e encontrou benzeno acima de 1% em vinte e dois deles, sendo que em alguns superava os 90%. Neste período (1970/80), a produção brasileira de benzeno passou de 25 mil para mais de 300 mil toneladas/ano<sup>22</sup>.

É possível observar uma tendência à utilização de indicadores biológicos para identificar a

exposição, no caso o fenol urinário, em vez de avaliações ambientais. Estas, quando feitas, têm descrições pobres e muitas vezes são realizadas utilizando apenas bombas manuais de medição instantânea. Ainda assim, foram evidenciadas concentrações muito elevadas. Até o início dos anos 1980, a exposição a benzeno era certamente difusa em todo o Brasil, ocorrendo de forma significativa não apenas nas indústrias que o produziam e utilizavam, mas também numa vasta cadeia produtiva em que estava presente misturado em solventes<sup>22</sup>.

Em 1976 é feito um estudo por Celina Wakamatsu<sup>27</sup> e em 1978 é publicada a Portaria 3.214 pelo Ministério do Trabalho. Logo depois desta portaria podem ser encontrados os primeiros trabalhos feitos por empresas, apresentando dados sobre seus achados e suas ações de prevenção à exposição ao benzeno, ainda que de forma inicial e bastante pontual. No começo da década de 1980, o mais marcante é o estudo realizado pela Fundacentro sobre a presença de solventes e a legislação do Ministério da Saúde e do Ministério do Trabalho proibindo a presença de benzeno nestes produtos.

Os únicos casos de intoxicação por benzeno reconhecidos e publicados no país neste período são os 4 casos de aplasia de medula identificados nos estudos acadêmicos de Cillio e Oliveira e outros quatro com 106 casos compatíveis com intoxicação por benzeno do Ambulatório do Sesi. Entre 1973 e 1982 não foram identificados casos novos.

### Terceiro ciclo

No terceiro período, a preocupação principal passou a ser a exposição ocupacional na indústria siderúrgica, petroquímica e química de segunda geração. Como na experiência internacional, ao longo deste período houve uma mudança nos padrões de exposição (que se mantiveram altos, ainda que menores), e houve muita polêmica e controvérsia sobre o significado das alterações encontradas e dos agravos que acometeriam ou não os trabalhadores. Este é um período de grandes transformações no mundo do trabalho no Brasil e a luta pela saúde dos trabalhadores terá uma contribuição importante neste processo. Uma parte destacada desta luta será travada em torno da exposição e das doenças provocadas pelo benzeno, que serão finalmente desveladas. A preocupação principal passou a ser a intoxicação por benzeno em razão de sua hematotoxicidade<sup>32,33</sup>.

Apesar dos poucos dados, a proibição do benzeno em solventes foi bem sucedida. Uma pesquisa de 1982 verificou uma significativa re-

tração do mercado de produtos formulados em relação ao uso de benzeno, embora persistissem alguns produtos com teores elevados, o que foi confirmado em 1988 em um novo levantamento que mostrou redução importante da presença dessa substância em produtos no país<sup>22</sup>. Diversos relatos de achados de solventes industriais com teores de benzeno acima de 1% mostram uma situação diferente nas fábricas. Tanto para solventes industriais quanto para produtos vendidos aos consumidores não há, até hoje, mecanismos públicos de verificação dos teores de benzeno ou de outras substâncias em sua composição<sup>22,23</sup>. Apesar da possibilidade de agravamento de sua situação de saúde, nenhum trabalho nacional foi feito para o acompanhamento clínico e epidemiológico destes trabalhadores e boa parte deste grupo não teve seguimento nem mesmo regional.

O aspecto mais marcante deste período foi o grande número de casos de intoxicação por benzeno diagnosticados a partir do desenvolvimento de atividades por sindicatos de trabalhadores e serviços diversos com a perspectiva de saúde pública no campo da saúde do trabalhador. Em contraposição ao escasso número de casos encontrados no período anterior, neste terceiro período foram diagnosticados perto de 3000 casos de intoxicação por benzeno (Quadro 2) e os primeiros de malignidades Linfomatópóieticas relacionados com a exposição a esta substância<sup>23</sup>. Já apontando para uma mudança no perfil de exposição, temos um caso registrado de aplasia de medula neste período para 5 de Leucemia Mieloide Aguda e 4 de Síndrome Mielodisplásica (Quadro 2). Esta casuística é em sua maior parte encontrada em grandes empresas, em especial na siderurgia e na petroquímica, onde houve neste período atuação determinante dos sindicatos, quase sempre em articulação com órgãos públicos<sup>33-43</sup>.

É razoável supor que inúmeras atividades de risco não foram cobertas devido às limitações na vigilância da saúde no país. O caso mais evidente de ausência de vigilância é o dos trabalhadores de postos de revenda de combustíveis e os que transportam estes produtos.

A gravidade desta situação levou à construção de inúmeros instrumentos legais. Foram identificadas 12 regulamentações produzidas entre 1982 e 1994 voltadas à qualificação dos riscos à saúde relacionados com a exposição ao benzeno e à definição de procedimentos de diagnóstico e acompanhamento dos trabalhadores atingidos. Estas normatizações, que não existiam até então para nenhuma doença ocupacional, foram fundamentais para a caracterização das alterações hematológicas e o aperfeiçoamento dos critérios,

que ao longo do tempo permitiram a qualificação dos grupos técnicos responsáveis, principalmente no setor público, o que garantiu mais eficiência, segurança e articulação sobre este ponto crítico, polêmico e tão contestado pelas empresas. A ação sinérgica dos sindicatos também potencializou a unificação dos órgãos públicos.

Houve mudanças importantes no perfil de exposição neste terceiro período. Há, no entanto, muitas dificuldades metodológicas que dificultam uma apreciação melhor das informações que poderiam ser extraídas dos poucos dados quantitativos existentes. É possível dizer que houve uma diminuição das concentrações ambientais. A prática da utilização do fenol urinário como principal instrumento indicador de exposição era generalizada nas indústrias, sendo pontual a prática de realizar avaliações ambientais quantitativas. Há poucos dados quantitativos nos estudos e relatórios publicados, e os que existem não referem metodologias. Ainda assim, as concentrações que foram medidas entre 1980 e 1985 são muito elevadas. Nos anos seguintes estes números caem, e há relatos de melhora nos ambientes, mas não são suficientes para que se conclua que tenha deixado de haver exposição em níveis importantes. Ao final deste período são inúmeras as críticas ao uso do fenol urinário, da forma como estava sendo utilizado, e à sua adequação às concentrações naquele momento, aparentemente bem menores nos idos de 1994 do que haviam sido em 1982 nessas empresas.

#### Quarto ciclo

O quarto período inicia em 1994, quando houve o reconhecimento pelo Ministério do Trabalho do benzeno como substância cancerígena. Há uma mudança de abordagem significativa tanto do ponto de vista da exposição ao benzeno em si, como da forma de tratamento da vigilância dos riscos e da importância ambiental da substância, levando a novos desafios, boa parte deles ainda não equacionados. Este período se caracteriza por uma pactuação nacional inovadora à época, envolvendo representações nacionais de três setores da sociedade: uma parte importante do poder público, empresários do setor siderúrgico e petroquímico e representantes de trabalhadores<sup>32</sup>.

A pactuação se deu em torno de alguns princípios dentre os quais: a proibição da utilização do benzeno, permitindo seu uso apenas em alguns setores industriais e sob permissão específica; o abandono do conceito de limite de tolerância e a adoção do princípio de não exposição, com a apropriação do conceito de valor de referência

**Quadro 2.** Doenças relacionadas à exposição ao Benzeno identificadas no Brasil até 2012.

Diagnósticos	Nº de casos	Local/Empresa	Data Reg.	Registro	Referência
Aplasia	2 em 30	São Paulo	1966	Doutorado	Cillio, 1966
Aplasia	2 em 23	São Paulo	1971	Doutorado	Oliveira, 1973
Aplasia	4 casos 1(?)	São Paulo	1973	Trab.Conpat	Morrone, 1974
Aplasia	1(?)	São Paulo	1978	Mestrado	Wakamatsu, 1978
Aplasia	1	Nitrocarbono/Ba	1990	Rel.DRT-Ba	Sindiquim/Ba, 1992
Aplasia	5	Postos/Brasil	2006	INSS	Costa, 2009
Total Aplasia			13+2(?)		
Intoxicação	106 (?)	São Paulo	1973	Trab.Conpat	Morrone, 1974
Intoxicação	8 (?)em 151	São Paulo	1978	Mestrado	Wakamatsu, 1978
Intoxicação	34 em 60	Matarazzo/SP	1984	Proc.DRT-SP	Costa, 2009
Intoxicação	2200	Cosipa/SP	1991	INST	Carvalho, 1995
Intoxicação	66/472(?)	Copec/Ba	1991	DRT-Ba	Miranda, 1997
Intoxicação	12/30(?)	CST/ES	1991	DRT-ES	Costa, 2009
Intoxicação	97	MG	1992	Fundacentro	Carvalho, 1995
Intoxicação	8	PQU/SP	1992	Mestrado	Galvanese 1999
Intoxicação	351	Copec/Ba	1993	Fundacentro	Carvalho, 1995
Intoxicação	56(?)	Cosipa/SP	1996	DRT-SP	Machado, 2003
Intoxicação	14	Cosipa/SP	2001	STIMMES	Costa, 2009
Intoxicação	76	CSN/RJ	2001	CSN	Costa, 2009
Intoxicação	8	Açominas	2001	Açominas	Costa, 2009
Intoxicação	15	RPBC/SP	2004	DRT/SP	Costa, 2009
Intoxicação	9	RS	2008	Mestrado	Correa, 2008
Total Intoxicações			2812+672(?)		
LMA	1	Matarazzo	1984	Proc.DRT-SP	Costa, 2009
LMA	1	Cosipa/SP	1984	Diesat	Giraldo, 1999
LMC	1	Nitrocarbono/Ba	1990	Rel.DRT-Ba	Sindiquim/Ba, 1992
LMC	1	PQU/SP	1991	Mestrado	Galvanese, 1999
LMA+ SMD	1+3	Cosipa/SP	1994	HC/Unicamp	Ruiz, 1994
LMA	1	PQU/SP	1997	CEBz/SP	Costa, 2009
LMA	1	RPBC/SP	2004	DRT/SP	Costa, 2009
LMA	1	RPBC/SP	2006	DRT/SP	ACP/MPT, 2011
LMC+LMA+LLC	3	Cosipa/SP	2007	DRT-SP	Costa, 2009
Leucemias	14	Postos/Brasil	2006	INSS	Costa, 2009
Total Leucemias			29		

tecnológico-VRT; a valorização das formas de participação dos trabalhadores como estratégias efetivas de prevenção de riscos. Foram publicados quase duas dezenas de instrumentos reguladores, sendo os principais entre 1994 e 2005, e foi criada toda uma estrutura de negociação permanente, a partir do Anexo 13-A da NR-15<sup>32</sup>.

É um período fértil em regulamentações. Seu início é demarcado, em 1994, pela Portaria de reconhecimento do benzeno como substância cancerígena. Até então, apenas quatro substâncias, de uso muito reduzido e localizado e praticamente desconhecidas, eram reconhecidas como cancerígenas. Esta legislação era, portanto, inócua. A introdução do benzeno no Anexo 13

da NR 15 foi bastante positiva, e a retirada dos limites de tolerância ambientais e biológicos teve grande repercussão, pois funcionam como mecanismos de regulação jurídico-administrativa das empresas. Quando deixaram de existir, as empresas passaram a ser pressionadas, por não poder manter a justificativa de que suas dependências estavam “dentro dos padrões legais”.

Do ponto de vista da exposição ao benzeno, diversos elementos sugerem a ocorrência de mudanças importantes neste período. A dificuldade de coleta de informações sistematizadas sobre esta situação do ponto de vista quantitativo, apesar do detalhamento da regulamentação produzida inclusive em relação a este ponto, não foi superada

na experiência do quarto período. Após muitas tentativas para que as empresas apresentassem dados quanto à situação de contaminação por benzeno nas empresas cadastradas, um balanço feito pela bancada patronal em oficina sobre avaliação ambiental apontou a não homogeneidade entre as empresas, cada uma fazendo a sua avaliação conforme padrões diferentes. O acompanhamento feito pelo serviço público, ainda que não permita uma visão precisa da situação, evidencia uma diminuição substantiva nos padrões de exposição se comparados a vinte anos antes.

No setor siderúrgico o controle da contaminação ambiental é reconhecidamente mais difícil. Ainda assim, a situação neste setor evoluiu favoravelmente em relação aos anos 1980, especialmente com o fechamento das fábricas de benzeno que operavam na área de carboquímicos na maior parte das usinas. Os setores petroquímico e químico tiveram uma boa aceitação das propostas de boas práticas, ferramenta do setor público para implementação da política de não exposição. A diminuição da exposição nestes setores é significativa e pode ser percebida pelos indicadores quantitativos em diversas empresas, mas é mais evidente pela implementação das principais boas práticas em grande parte destas: monitoramento de benzeno on-line em áreas críticas de exposição; carregamento de caminhões por baixo em sistema fechado “bottom-load”; programas de substituição de bombas; medição de tanques com radar evitando sua abertura, entre outras.

Houve uma queda substantiva na identificação de agravos à saúde neste período. As mudanças ocorridas justificam parcialmente a diminuição do número de casos pela diminuição da exposição. No entanto, uma parte importante dos casos continuam não sendo identificados e outros, quando diagnosticados, não conseguem reconhecimento oficial da Previdência Social.

Deve-se ressaltar a importância da evolução dos critérios para diagnóstico da intoxicação por benzeno a partir da instrução normativa 1 de 1995, que resultou na Norma de Vigilância da Saúde dos Trabalhadores Intoxicados por Benzeno (Portaria 776/MS) e nos Protocolos de Risco Químico, atenção à Saúde dos trabalhadores expostos a benzeno e Protocolo de Câncer Relacionado ao Trabalho, Leucemia Mielóide Aguda e Síndrome Mielodisplásica decorrentes de exposição a esta substância. Estes instrumentos constituem parte importante da linha evolutiva iniciada com a caracterização da “leucopenia” como achado de notificação compulsória pelo Centro de Saúde de Cubatão em 1984 e, com avanços e

retrocessos, têm sido elemento fundamental para a intervenção dos serviços públicos nos agravos à saúde provocados pelo benzeno<sup>1,44,45</sup>.

Ao mesmo tempo esta experiência tem servido no Brasil como referência para a vigilância à saúde de trabalhadores expostos a riscos químicos em geral. Entre os avanços mais significativos encontra-se a ampliação do escopo dos setores incluídos na vigilância, com destaque para o setor de comércio de revenda no varejo de combustíveis, os postos de gasolina. Com discussões que vêm tomando corpo desde 2005 este setor é um dos mais trabalhados atualmente, ampliando a discussão da saúde do trabalhador e dos riscos químicos para fora dos muros das fábricas e sendo modelo para ação de vigilância em todo o país<sup>46</sup>.

A inserção do setor “petróleo” estrito senso (Petrobrás, suas subsidiárias e terceirizadas) passou por muitas transformações neste período. Afastada da discussão sobre o benzeno no Brasil até praticamente 1995, com raras e pontuais exceções, esta situação começa a mudar com a entrada de trabalhadores petroleiros nas Comissões criadas pelo acordo. Teve importância especial o processo de formação de trabalhadores desenvolvido pelos sindicatos em conjunto com o setor público a partir de 1997, para qualificar a representação operária que formava os Grupos de Trabalhadores do Benzeno, direito criado em 1995 e especialmente apropriado pelos petroleiros. Os chamados “getebistas” imprimiram nas unidades da indústria do petróleo uma dinâmica de discussão que tornou este segmento o mais mobilizado quanto à questão da contaminação química<sup>32</sup>.

Neste processo inúmeras situações críticas foram desveladas em refinarias, armazenadoras e outras unidades da Petrobrás. A mais notória destas situações foi encontrada na Refinaria Presidente Bernardes, de Cubatão, onde se encontra a mais antiga e pior fábrica de benzeno do país, inaugurada em 1956. Decorrente de Inquérito Civil Público, depois transformado em Ação Civil Pública, foi realizada investigação diagnóstica sobre a saúde de grupo de trabalhadores expostos a benzeno nesta fábrica que é certamente um dos estudos mais detalhados de um cluster de casos em nosso país que mostrou exposição significativa e intoxicação em todos os casos investigados com graus variados de gravidade<sup>10</sup>.

### Considerações finais

Houve uma evolução importante na forma como é tratada a saúde dos trabalhadores no Brasil. Apesar dos avanços persistem, inúmeros desafios

e a possibilidade de retrocessos, setoriais ou difusos, está sempre presente.

As dinâmicas sociais com maior participação de trabalhadores, população e poder público favorecem a implementação de mudanças positivas. Nestes cenários, a negação da existência de contaminação de trabalhadores e do ambiente e as políticas de gerenciamento artificial de riscos, tendências que prevalecem nas empresas, encontram mais dificuldades para se estabelecer.

A importância da produção técnico-científica como base das ações do serviço público e ele-

mento de articulação com o movimento social é determinante na consolidação de uma dinâmica supracorporativa.

A precariedade das informações existentes, tanto em relação às situações de contaminação ambiental quanto de adoecimento dos trabalhadores estão entre os principais obstáculos a serem superados.

É importante que sejam feitos levantamentos e estudos quantitativos, mas as limitações para tal continuam grandes.

## Colaboradores

DF Costa e M Goldbaum participaram da concepção, produção e revisões do texto que foi redigido pelo primeiro autor.

## Referências

1. Brasil. Ministério da Saúde (MS). *Risco químico: atenção à saúde dos trabalhadores expostos ao benzeno*. Brasília: Editora do Ministério da Saúde; 2006. Série A. Normas e Manuais Técnicos.
2. Aksoy M. *Benzene Carcinogenicity*. Boca Raton: CRC Press Inc.; 1987.
3. Hunter D. *The diseases of occupations*. London: English Universities Press Ltd.; 1955.
4. Infante PF. Benzene: an historical perspective on American and European occupational setting. In: Harremoës P, Gee D, MacGarvin M, Stirling A, Keys J, Wynne B, Vaz SG. *Late lessons from early warnings: the precautionary principle 1896-2000*. Copenhagen: European Environment Agency; 2002. p. 38-51.
5. Snyder R. Benzene and leukemia. *Critical Reviews in Toxicology* 2002; 32(3):55-210.
6. Eastmond DA, Keshava N, Sonawane B. Lymphohematopoietic cancers induced by chemicals and others agents and their implications for risk evaluations: an overview. *Mutation Research* 2014; 761:40-64.
7. Vlaanderen J, Lan Q, Kromhout H, Rothman N, Vermeulen R. Occupational Benzene Exposure and the Risk of Lymphoma Subtypes: A Meta-analysis of Cohort Studies Incorporating Three Study Quality Dimensions. *Environ Health Perspect* 2011; 119(2):159-167.
8. Mc-Hale CM, Zhang L, Smith MT. Current understanding of the mechanism of benzene induced leukemia in humans: implications for risk assessment. *Carcinogenesis* 2012; 33(2):240-252.
9. Loewenson R. Globalization and occupational health: a perspective from Southern Africa. *Bull World Health Organ* 2001; 79(9):863-868.
10. Costa DF. *Prevenção da exposição a benzeno no Brasil* [tese]. São Paulo: USP; 2009.
11. Aksoy M. Benzene as a Leukemogenic and Carcinogenic Agent. *Am J Ind Med* 1985; 8(1):9-20.
12. Yergin DO. *Petróleo: uma história de ganância, dinheiro e poder*. São Paulo: Scritta; 1992.
13. Hobsbawn E. *Era dos Extremos. O Breve Século XXI, 1914-1991*. 2ª ed. São Paulo: Editora Schwarcz Ltda; 1996.

14. Bartolucci GB, Alessandro G, Saia B. Evolução histórica da patologia profissional da benzene. In: Minoya C, Apostoli P, Bartolucci GB. *Il benzene: tossicologia, ambiente divita e di lavoro*. Milano: Morgan Edizioni Tecniche; 1995. p. 69-80.
15. Alessio L, Maroni M, Forni A. A patologia da hidrocarburi aromatici. In: Sartorelli E. *Tratatto di Medicina del Lavoro*. Padova: Piccin Editore; 1981. p. 519-542.
16. Minoya C, Apostoli P, Bartolucci GB. *Il benzene: tossicologia, ambiente divita e di lavoro*. Milano: Morgan Edizioni Tecniche; 1995.
17. Apostoli P, Alessio L. Fattori condizionanti assorbimento e metabolismo del benzene. In: Minoya C, Apostoli P, Bartolucci GB. *Il benzene: tossicologia, ambiente divita e di lavoro*. Milano: Morgan Edizioni Tecniche; 1995. p. 17-26.
18. Aksoy M, Erdem S. Follow up study on the mortality and the development of leukemia in 44 pancitopenic patients with chronic exposure to benzene. *Blood* 1978; 52(2):285-292.
19. Snyder R. Leukemia and benzene. *Int J Environ Res Public Health* 2012; 9(8):2875-2893.
20. Lan Q, Zhang L, Li G, Vermeulen R, Weinberg RS, Dosemeci M, Rappaport SM, Shen M, Alter BP, Wu Y, Kopp W, Waidyanatha S, Rabkin C, Guo W, Chanock S, Hayes RB, Linet M, Kim S, Yin S, Rothman N, Smith MT. Hematotoxicity in Workers Exposed to Low Level of Benzene. *Science* 2004; 306(5702):1774-1776.
21. Hayes RB, Songnian Y, Dosemeci M, Linet M. Benzene and Limphohematopoietic Malignancies in Humans. *Am J Ind Med* 2001; 40(2):117-126.
22. Novaes TCP. *Bases Metodológicas para Abordagem da Exposição Ocupacional ao Benzene* [dissertação]. São Paulo: USP; 1992.
23. Carvalho AB, Arcuri A, Bedrikow B, Augusto LG, Oliveira LC, Bonciani M, Kato M, Gramacho M, Freitas NBB, Novaes TCP, Lefevre B, Lacaz FAC, Pereira MLR. *Benzene – Subsídios técnicos à Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho (SSST/MTb)*. 2ª ed. São Paulo: Fundacentro; 1995.
24. Freitas N, Arcuri SA. O Benzene e a Saúde dos Trabalhadores – A Luta Histórica e a Negociação Tripartite. In: Bonciani M, organizador. *Saúde, Ambiente e Contrato Coletivo de Trabalho - Experiências em Negociação Coletiva*. São Paulo: LTr Editora Limitada; 1996. p. 71-117.
25. Magrini RO. *Novas Relações Trabalhistas de Segurança e Saúde do Trabalhador desenvolvidas no estado de São Paulo e no Brasil* [tese]. São Paulo: USP; 1999.
26. Morrone LC, Andrade M. Anemia Aplástica pelo benzene em uma indústria de equipamentos plásticos – ocorrência de quatro casos fatais. In: *Anais do XIII Congresso Nacional de Prevenção de Acidentes do Trabalho*; 1974; p. 733-739.
27. Wakamatsu CT. *Contribuição ao Estudo da Exposição Profissional ao Benzene em Trabalhadores de Indústrias de Calçados* [dissertação]. São Paulo: USP; 1976.
28. Cillio DM. *Aplasia Medular Adquirida* [tese]. São Paulo: USP; 1966.
29. Oliveira HCP. *Anemias aplásticas e agentes mielotóxicos* [tese]. Rio de Janeiro: UFRJ; 1970.
30. Novaes TCP, Gruenzner G. Determinação dos teores de benzene em solventes orgânicos industriais comercializados no Brasil e propostas para prevenção do risco potencial de benzolismo. *Revista Brasileira de saúde Ocupacional* 1981; 9(36):66-70.
31. Corrêa MJM. *A construção social do silêncio epidemiológico do benzenismo: uma história negada* [dissertação]. Porto Alegre: PUC; 2008.
32. Machado JMH, Costa DF, Cardoso LM, Arcuri A. Alternativas e processos de vigilância em saúde do trabalhador relacionados à exposição ao benzene no Brasil. *Cien Saude Colet* 2003; 8(4):913-921.
33. Augusto L, Novaes T. Ação Médico-Social no Caso do Benzenismo em Cubatão, São Paulo: uma Abordagem Multidisciplinar. *Cad Saude Publica* 1999; 15(4):729-738.
34. Magrini RO. *Novas Relações Trabalhistas de Segurança e Saúde do Trabalhador desenvolvidas no estado de São Paulo e no Brasil* [tese]. São Paulo: USP; 1999.
35. Ruiz MA, Lorand-Metze I, Augusto LGS, Souza CA. Characteristics of the hemopoietic abnormalities after chronic exposure to benzene. *Leukemia Research* 1994; 18(Supl.):29.
36. Costa D. Relatório da Análise de Hemogramas dos Trabalhadores da Coqueria e Carboquímicos da Cosipa. In: Fundação Osvaldo Cruz, Ministério da Saúde. *Repertório Brasileiro do Benzene* [CD-Rom]. Rio de Janeiro: Fiocruz; 1996.
37. Galvanese FAC. *Estudo de caso sobre a legislação sanitária e o direito à saúde: o estado, a sociedade e a proteção da saúde de trabalhadores em Santo André, 1992* [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 1999.
38. Miranda CR, Dias CR, Oliveira LCC, Pena PGL. Benzenismo no complexo petroquímico de Camaçari, Bahia. *Rev Bras Saúde Ocup* 1997; 24(89/90):87-91.
39. Ruiz MA, Lorand-Metze I, Augusto LGS, Souza CA. Characteristics of the hemopoietic abnormalities after chronic exposure to benzene. *Leukemia Research* 1994; 18(Supl.):29.
40. Sindiquim. *Dossiê sobre doenças ocupacionais e acidentes no polo petroquímico de Camaçari, Bahia. Especial Benzene. Comissão de Saúde*. Salvador: Sindiquim; 1992.
41. Horta RO. Benzenismo na Refinaria de Manguinhos. In: Fiocruz, Ministério da Saúde. *Repertório Brasileiro do Benzene*. 3ª ed. [CD-Rom]. Rio de Janeiro: Fiocruz; 2005.
42. Lianza S, Zidam L. *Relatório de formação em saúde e segurança no Brasil*. São Paulo: CUT; 2003.
43. Lopes JSL. A ambientalização dos conflitos sociais. Participação e controle público da poluição industrial. Rio de Janeiro: Relume Dumará; 2004.
44. Arcuri AS, Cardoso LMN, organizadores. *Acordo e Legislação sobre o Benzene – 10 anos*. São Paulo: Fundacentro; 2005.
45. Brasil. Portaria nº 776, de 28 de abril de 2004. Dispõe sobre a regulamentação dos procedimentos relativos à vigilância da saúde dos trabalhadores expostos ao benzene e dá outras providências. *Diário Oficial da União* 2004; 29 abr.
46. Santos APL, Lacaz FAC. Ações de vigilância em saúde do trabalhador e ambiente, análise da atuação do Centro de Referência em Saúde do Trabalhador de Campinas em postos de combustível. *Rev. bras. Saúde ocup.* 2013; 38(128):230-242.