

## Avaliação retrospectiva da exposição ocupacional a cancerígenos: abordagem epidemiológica e aplicação em vigilância em saúde

Retrospective assessment of occupational exposure to carcinogens: an epidemiological approach and application to health surveillance

Fátima Sueli Neto Ribeiro <sup>1,2</sup>  
Victor Wünsch Filho <sup>3</sup>

### Abstract

*The proportion of cancer attributed to occupation varies, and estimates are partially dependent on the characteristics of exposed populations, type of tumor, and methodology. The main difficulty for estimating these proportions is the reconstruction of past individual occupational exposure. Appropriate methods for retrospective occupational exposure assessment are essential in epidemiological studies in order to avoid misclassification. In this review, qualitative and quantitative methods are discussed, considering that such evaluations require progressive approaches without a previously established hierarchy. Methods to evaluate exposure through environmental and biological measurements, questionnaires, interviews, expert panels, and job-exposure matrices are compared as to their advantages, limitations, accuracy, and validity. In health surveillance, all the above-mentioned methods can be applied, but the use of job-exposure matrices is emphasized, especially using secondary databases.*

*Occupational Exposure; Surveillance; Carcinogens*

### Introdução

A mensuração da exposição a agentes cancerígenos nos ambientes de trabalho é uma tarefa complexa, pois, habitualmente configuram-se situações ambientais com múltiplas exposições. Por outro lado, o câncer é doença com longo período de latência, assim, a avaliação retrospectiva da exposição requer instrumentos que recuperem informações sobre as experiências do indivíduo em passado distante ao do diagnóstico da doença.

A estimativa da fração atribuível a exposições ocupacionais para o câncer é variável, entre 4% e 40%, dependendo do tipo de tumor, da população estudada e da metodologia empregada <sup>1</sup>. Argumenta-se que a exposição ocupacional a cancerígenos seria maior nos trabalhadores dos países em desenvolvimento, como decorrência das precárias condições de trabalho e do uso de tecnologia obsoleta <sup>2</sup>.

A Agência Internacional para a Pesquisa sobre Câncer (*International Agency for Research on Cancer* – IARC) da Organização Mundial da Saúde reconhece atualmente 88 agentes, grupos de agentes ou circunstâncias, como cancerígenos para os humanos, dos quais 23 são encontrados principalmente em ambientes ocupacionais e 13 constituem-se em processos de trabalho <sup>3</sup>.

No Brasil, a legislação específica do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) proíbe o uso

<sup>1</sup> Programa de Saúde do Trabalhador, Secretaria de Saúde do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

<sup>3</sup> Departamento de Epidemiologia, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

#### Correspondência

F. S. N. Ribeiro  
Programa de Saúde do Trabalhador,  
Secretaria de Saúde do Estado do Rio de Janeiro,  
Rua México 128, sala 417,  
Rio de Janeiro, RJ  
01246-904, Brasil.  
fatsue@uerj.br

de quatro substâncias cancerígenas: 4-aminodifenil, benzidina, beta-naftilamina e 4-nitrodifenil; e delimita valores de referência tecnológicos para a exposição ambiental ao benzeno. Porém, agentes reconhecidamente cancerígenos, como o amianto e a sílica, possuem amplos limites de exposição tolerados, embora o conhecimento científico corrente de carcinogênese não reconheça limites de exposição seguros para agentes cancerígenos <sup>4</sup>.

Nesta revisão, discute-se as abordagens metodológicas de mensuração da exposição, considerando-se suas aplicações na pesquisa epidemiológica em câncer e na vigilância a cancerígenos ocupacionais.

### Exposição ocupacional a cancerígenos

O termo “exposição” denota o contato com qualquer atributo que possa ser relevante para a saúde do indivíduo, sejam fatores ambientais, biológicos ou relacionados à situação sócio-econômica, atuando isoladamente ou em interação com fatores genéticos <sup>5</sup>. São situações nas quais os indivíduos estão expostos à determinada substância, mistura de substâncias, ou a processo de trabalho, que aumentam o risco de incidência de neoplasias malignas <sup>6</sup>.

O tempo é um componente importante para a mensuração de exposição, pois tanto a data do início da exposição quanto a duração são cruciais para identificar a latência e a dose acumulada. As contínuas mudanças nos processos de produção e nas medidas de proteção podem configurar situações que definem *janelas críticas de tempo* e caracterizam exposições relevantes <sup>5</sup>.

As peculiaridades da exposição ocupacional a cancerígenos relacionam-se à submissão compulsória ou inadvertida à exposição, ao desconhecimento dos riscos à saúde decorrentes da exposição pelos trabalhadores e, finalmente, à necessidade de informações adicionais, tanto de ordem ocupacional como extra-ocupacional <sup>7</sup>. A justaposição de informações sobre exposições a cancerígenos ocupacionais com aquelas relacionadas aos hábitos pessoais, como tabagismo e ingestão de álcool, bem como características individuais, por exemplo: idade e gênero, permite que interações sejam analisadas <sup>8</sup>. A importância da mensuração da exposição ocupacional a cancerígenos aumenta com a crescente banalização do contato com produtos químicos na atualidade, seja no trabalho ou no ambiente doméstico, muitas vezes sem que os expostos estejam alertados sobre os seus potenciais danos.

Em alguns ramos industriais, não é possível, com a tecnologia atual, isolar as substâncias presentes em misturas nas várias fases da produção ou geradas em alguma etapa específica do processo produtivo. Nestes casos, considera-se haver exposição a misturas químicas complexas e todo processo industrial é, então, considerado como de potencial cancerígeno. A IARC indica haver excesso de risco para câncer em trabalhos na indústria de alumínio; móveis e marcenaria; tratamento do couro, fabricação e reparo de calçados e artefatos de couro; na gaseificação do carvão e produção de coque; na mineração de hematita; na fundição de ferro e aço; na produção de álcool isopropílico, auramina e magenta; na indústria da borracha e nas indústrias que utilizam misturas de ácidos inorgânicos fortes.

Nas últimas décadas, o aumento do número de trabalhadores vinculados a diversas formas de contrato de trabalho, como os terceirizados ou os contratados por tarefa, tem resultado na precarização das exposições a cancerígenos e nas condições de proteção ao trabalhador, adicionando obstáculos para a investigação retrospectiva da exposição.

Finalmente, deve-se considerar que as medidas de exposição nos ambientes de trabalho resultam em valores pontuais, enquanto a realidade da exposição ocupacional relaciona-se ao tipo de produção, à tecnologia empregada, à gênero de risco e à organização do trabalho, condições que, isoladamente ou em conjunto, geram fontes complexas e dinâmicas de exposição.

### Abordagens metodológicas

Os estudos epidemiológicos de cunho ocupacional buscam compreender o processo de exposição no trabalho, identificar substâncias deletérias e diferenciar seus efeitos sobre a saúde. As informações sobre exposição podem ser obtidas por diferentes métodos, incluindo a recuperação de registros secundários de avaliações diretas e indiretas nos ambientes de trabalho. Avaliações diretas podem ser conduzidas verificando-se variáveis quantitativas ou qualitativas, que incluem considerações sobre a dose disponível no ambiente; intensidade e frequência; duração do contato; rota de exposição; a quantidade que ultrapassa as barreiras naturais e a quantidade absorvida (dose interna) <sup>9</sup>.

Os estudos de coorte prospectivos requerem dados da exposição atual, que podem ser obtidos por mensurações diretas nos ambientes de trabalho, aplicação de questionários ou utilização de informações da empresa. As coor-

tes históricas e os estudos caso-controle demandam informações sobre situações passadas. Nestes estudos, as abordagens qualitativas são os métodos mais utilizados. Nos estudos transversais, as informações de exposição podem ser de natureza retrospectiva ou atual, dependendo da temporalidade da coleta de dados e do tipo de efeito estudado.

Resultados convincentes de estudos epidemiológicos dependem essencialmente do método utilizado na avaliação da exposição, e cada método possui pressupostos que definem sua amplitude e abrangência. Os componentes de maior interesse para a epidemiologia são a *sensibilidade*, capacidade de identificar a proporção dos expostos; *especificidade*, proporção dos verdadeiramente não expostos entre os classificados como não expostos e a *validade* ou *acurácia*, que resulta das diferenças entre a exposição mensurada e a real <sup>5</sup>.

A combinação de métodos quantitativos e qualitativos para a avaliação da exposição num mesmo estudo epidemiológico é sempre desejável, pois reduz os erros de medidas e permite abranger aspectos da exposição que requerem diferentes enfoques para o seu registro adequado <sup>5</sup>. A seguir, serão discutidos os principais métodos para estimar e avaliar a exposição ocupacional a cancerígenos. Algumas destas propostas constituem elementos de uma mesma abordagem, como, por exemplo, o uso de questionários isoladamente ou combinados com avaliação de especialistas e matrizes de exposição ocupacional <sup>10</sup>.

### Avaliação ambiental

A avaliação ambiental consiste na identificação e na estimativa da exposição com base em medidas de emissões, níveis ambientais e monitoramento individual. Fundamenta-se em bases técnicas bem conhecidas, objeto da Higiene Industrial e Ocupacional, e abrange um conjunto de etapas: (a) caracterização do ambiente, da força de trabalho e dos agentes; (b) identificação de grupos homogêneos de exposição; (c) avaliação qualitativa de risco; (d) monitoramento, interpretação e tomada de decisões; (e) recomendações, relatórios e reavaliações <sup>5,11</sup>. Uma importante vantagem das medidas ambientais relaciona-se à sensibilidade, que tende a aumentar com a contínua sofisticação tecnológica.

### Marcadores biológicos

A exposição ambiental a substâncias cancerígenas pode ser estimada diretamente nos fluí-

dos orgânicos ou nos produtos do metabolismo do organismo do trabalhador, que são chamados de indicadores biológicos, marcadores biológicos de exposição ou de medidas biológicas. Enquanto a avaliação ambiental estima a dose disponível ou administrada, os indicadores biológicos estimam a dose absorvida ou interna mas, com a disponibilidade de recursos tecnológicos adequados, é possível estimar a dose biologicamente ativa. O exame e a análise dos biomarcadores de exposição fazem parte do escopo da toxicologia, porém têm sido crescentemente incluídos na pesquisa epidemiológica.

Os biomarcadores mais utilizados na investigação da exposição a cancerígenos são os tioéteres urinários, os cancerígenos livres e seus metabólitos e os adutos no DNA <sup>5</sup>. Os avanços da biologia molecular têm ampliado e refinado a avaliação da exposição a cancerígenos.

### Questionários e entrevistas

A obtenção de informações por meio de questionários e entrevistas é a forma mais comum de mensuração retrospectiva de exposição em estudos epidemiológicos. A sua eficiência depende da estrutura e objetividade das perguntas sobre as informações que se deseja obter, porém pode ser expressivamente ampliada se associada a um recordatório das substâncias manipuladas pelos trabalhadores com os respectivos nomes comerciais ou populares.

Estudos mostraram que a identificação de situações da exposição ocupacional com um questionário auto-aplicável ou respondido a um entrevistador treinado pode atingir níveis de 75% de sensibilidade e 70% de especificidade e um valor preditivo positivo de 83%, quando comparado com estimativas ambientais realizadas por higienistas ou utilizando indicadores biológicos de exposição <sup>12</sup>.

A concordância entre as histórias ocupacionais auto-referidas e os registros de empregadores apresentou variações entre 50% e 80% em diferentes estudos. Porém, a concordância de respostas do trabalhador ou de algum informante substituto, geralmente um familiar, embora alta, pode variar de acordo com o tipo de informação que se deseja obter <sup>12</sup>.

### Classificação de ocupação e atividade econômica

A utilização dos títulos de ocupação e de setor econômico, como aproximação da situação de exposição em estudos epidemiológicos e inquéritos populacionais, demanda a adoção de classificações capazes de viabilizar

comparações entre diferentes estudos, entre populações de distintas regiões ou ao longo do tempo.

Na prática, cada país possui sua própria classificação de ocupação, elaborada a partir de dados censitários ou adaptada de recomendações internacionais. A Organização Internacional do Trabalho disponibiliza o Padrão Internacional de Classificação de Ocupação (*International Standard Classification of Occupation* – ISCO), que serve de referência para revisões de classificações nacionais propiciar comparações internacionais e, também, como ponto de partida para a construção de sistemas de classificação nacionais<sup>13</sup>. A estrutura do ISCO foi aprovada em 1966, e a última revisão, de 1988, adotou uma estrutura de classificação de ocupações segundo a habilidade de realizar tarefas e a especialização da mão-de-obra, sendo as ocupações agrupadas em quatro níveis de desagregação<sup>14</sup>.

O Brasil adota a Classificação Brasileira de Ocupação, publicada em 1977, com revisões em 1982 e 1994. A versão mais recente, de 2002, agrega as ocupações por habilidades cognitivas, por códigos e títulos, consistindo numa estrutura hierárquico-piramidal composta de dez grandes grupos desagregados em subgrupos, por dígitos identificadores, e seu nível mais simples compreende 2.422 ocupações<sup>15</sup>.

Um reconhecido problema deste tipo de classificação é a sua não pertinência para agrupamento em subpopulações homogêneas de exposição (ou de risco). A alternativa é reagrupar as ocupações segundo os departamentos de cada empresa e criar subgrupos de exposição<sup>8</sup>. Para aumentar o grau de definição da variável ocupação como indicadora de exposição, essa informação pode ser associada a do setor econômico.

A Organização das Nações Unidas publicou, em 1949, a primeira versão da Classificação Internacional de Atividades Econômicas (*International Standard Industrial Classification of All Economic Activities* – ISIC), atualmente na terceira revisão<sup>14</sup>. Em 1961, a União Européia elaborou a Nomenclatura Geral de Atividades Econômicas das Comunidades Européias (*Nomenclature Générale des Activités Économiques dans les Communautés Européennes* – NACE) para harmonizar as nomenclaturas utilizadas entre os países da região. A versão de 1993 ampliou e adaptou o nível de desagregação da terceira revisão da ISIC<sup>16</sup>.

A Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) é a classificação brasileira oficial desde 1995. Desenvolvida com base na ISIC, em 2002, sofreu a primeira revisão<sup>17</sup>.

De modo geral, todas estas classificações organizam-se em estruturas com níveis de desagregação hierárquicos e decrescentes, identificadas por dígitos e letras. Na CNAE, a maior agregação é a seção que reúne setores econômicos identificados por letras de A a Q. Cada seção reúne divisões, grupos e classes (Figura 1).

#### Avaliação caso a caso por especialistas

Este método foi desenvolvido por Gérin et al.<sup>18</sup> para um estudo caso-controle sobre fatores de risco ocupacionais e câncer conduzido no Canadá. O objetivo foi traduzir em listas de exposição as informações obtidas em minuciosas entrevistas e com detalhados questionários ocupacionais individuais, para a obtenção de índices semi-quantitativos e aplicação na análise do estudo epidemiológico. De acordo com este método, cada substância é codificada segundo a via de absorção, nível e frequência da exposição, e a confiança no registro da informação da exposição. É também considerada a combinação entre o ramo de atividade e a ocupação, e as tarefas realizadas durante toda a vida ocupacional<sup>18</sup>. Profissionais experientes na área de higiene ocupacional, química, engenharia, medicina ou toxicologia inferem o nível de exposição a partir das informações registradas e definem categorias de exposição.

Este tipo de avaliação da história ocupacional em geral conta com mais de um codificador. Assume-se a ocorrência de pouca variabilidade intra e entre especialistas. O ideal seria o consenso na codificação, embora seja questionável se tal prática reduziria o erro de classificação da exposição<sup>19</sup>. Para evitar vieses, avalia-se a concordância entre os especialistas através da aplicação do mesmo instrumento em dois momentos distintos pelos mesmos codificadores, ou por diferentes codificadores. Então, calcula-se a porcentagem de concordância. A variação é estimada pelo coeficiente Kappa, que avalia a concordância observada e esperada ao acaso<sup>5</sup>.

Em geral, observou-se que especialistas com formações específicas tendem a superestimar a exposição, enquanto os higienistas ocupacionais, com conhecimento e prática abrangentes, produzem estimativas mais eficientes. Trabalhadores experientes e bem treinados são também capazes de realizar estimativas de boa qualidade<sup>12</sup>.

Avaliações que não possuem medidas diretas de exposição são consideradas qualitativas, e a classificação mais comum diz respeito à frequência da exposição. Siemiatycki<sup>20</sup> utilizou uma classificação por categorias, proporcio-

nais à jornada de trabalho, enquanto Hawkins et al.<sup>11</sup> combinaram a frequência com a concentração (Tabela 1).

**Matrizes de exposição ocupacional**

A matriz de exposição ocupacional (MEO) é definida como uma classificação de exposição que utiliza a informação da ocupação por setores econômicos para definir níveis de exposição a agentes ou substâncias. As matrizes produzem indicadores que identificam a exposição de forma dicotômica (sim; não), por gradientes (alto; baixo; não expostos), ou níveis e probabilidade de exposição (definitivamente expostos; provavelmente expostos; possivelmente expostos)<sup>10,21</sup>.

A construção de uma matriz pode ser feita por técnicos da empresa, por trabalhadores, ou por peritos externos. Nesta elaboração, utilizam dados de avaliações ambientais, questionários, informações de ocupações por fontes indiretas ou avaliações de história ocupacional. A estimativa da exposição por meio de MEO pode se dar a partir do julgamento de especialistas tomando por base elementos indiretos, como a descrição de uma ocupação em determinado tipo de indústria. Outras dimensões, como tempo calendário, planta industrial, atividade física, estresse psicológico, hábitos individuais ou trabalho sedentário, podem ser incorporadas e aumentar a sua validade<sup>22</sup>.

As MEO são classificadas em específicas, que abrangem uma indústria ou grupo de plan-

tas industriais; ou gerais, que abarcam diversos agentes e substâncias em uma população definida<sup>21</sup>. Variações sobre este princípio geraram matrizes que permitem refinar a informação de ocupação<sup>23</sup>.

As vantagens das MEO relacionam-se ao seu potencial para estimar exposições independentes do *status* da doença, permitir a avaliação da exposição com baixo custo, especialmente quando utilizam apenas informações da ocupação e do setor econômico. Seu uso é apropriado em estudos epidemiológicos cujas tarefas são pouco detalhadas. Uma vantagem adicional é a possibilidade de ser construída por dados de registros nacionais. De fato, as MEO representam o único método factível para analisar grandes bases de dados sobre exposições ocupacionais<sup>24</sup>.

Entre as limitações das MEO está a subjetividade na classificação da exposição, pois o julgamento por especialistas e a disponibilidade de poucas informações facilitam a ocorrência

Figura 1

Estrutura de desagregação da Classificação Nacional de Atividades Econômicas.

**Seção D** – Indústria de transformação  
**Divisão 17** – Fabricação de produtos têxteis  
**Grupo 17.3** – Tecelagem  
**Classe 17.31** – Tecelagem de algodão

Tabela 1

Classificações qualitativas de exposições ocupacionais a cancerígenos.

Categories*	Hawkins et al. <sup>11</sup>	Siemiatycki <sup>20</sup>
Não expostos	Não há contato com o agente	Contato menor que 1% da jornada semanal de trabalho
Baixa exposição	Contato infrequente com o agente em baixa concentração	Contato entre 1 e 5% da jornada semanal de trabalho
Exposição moderada (Hawkins et al. <sup>11</sup> ) ou média (Siemiatycki <sup>20</sup> )	Contato frequente com agente em baixa concentração ou contato infrequente com agente sob alta concentração	Contato entre 5 e 30% da jornada semanal de trabalho
Alta exposição	Contato frequente com agente sob alta concentração	Contato acima de 30% da jornada semanal de trabalho
Exposição muito alta	Contato frequente com agente sob altíssimas concentrações	–

\* Inclui todas as vias de exposição, não considerando o uso de equipamentos de proteção individual. A definição de frequência depende do higienista, do local de trabalho e do agente.

do erro de classificação diferencial ou não diferencial<sup>10</sup>. O uso isolado da variável ocupação, além dos limites conhecidos desta categoria para expressar a exposição, induz erros de classificação introduzidos pela variabilidade da exposição numa mesma ocupação. Por fim, as MEO não registram mudanças significativas no padrão da exposição nem a variabilidade intratrabalhadore<sup>21</sup>. Na construção das MEO, é mais comum a ocorrência do viés gerado pelo erro de classificação na proporção dos não expostos como expostos (falta de especificidade) do que o oposto (falta de sensibilidade)<sup>10</sup>.

### Erros de mensuração

Entre os fatores que geram distorções e reduzem a validade dos estudos epidemiológicos, a mensuração da exposição é um dos mais importantes<sup>8</sup>. A ocorrência de vieses é dependente do instrumento utilizado e de sua execução imprópria, das características do entrevistado, dos sintomas da doença na fase do pré-diagnóstico e da sensibilização do entrevistado em relação aos riscos da doença<sup>5,12</sup>.

Outra importante fonte de erro de classificação é a variabilidade da exposição, tanto qualitativa como quantitativamente. Nos processos de trabalho, as variabilidades estão relacionadas às fontes de exposição e ao processo de produção que determinam exposições intermitentes ou contínuas. As tarefas, as condições e a forma de desempenhar o trabalho podem responder por outra parcela importante da variabilidade do grupo. Rappaport et al.<sup>25</sup> descreveram que apenas 25% dos grupos de exposição homogênea, definidos pelos critérios da higiene ocupacional, eram de fato uniformemente expostos.

Nos estudos epidemiológicos em que se estima a associação entre a exposição e um desfecho pela técnica de regressão logística, o pressuposto básico de que as variáveis explanatórias são conhecidas e livres de erros, na prática, não ocorre nas avaliações de exposição ocupacional. Heederik & Miller<sup>26</sup> avaliaram os efeitos da imprecisão nas medidas de exposição e concluíram que a relação estaria bastante subestimada se tais erros de medida não fossem considerados.

O conhecimento sobre a real prevalência da exposição, a sensibilidade e a especificidade da classificação, e a magnitude do viés de podem ser utilizados para identificar erros críticos na mensuração da exposição. Todavia, estes procedimentos exigem a aplicação de mais de um método de estimativa da exposição, o que au-

menta os custos. Logo, a correção formal raramente é usada, ou é usada apenas para indicar a direção e a magnitude do viés de classificação<sup>22</sup>.

### Vigilância em saúde do trabalhador

A informação mais utilizada como aproximação da exposição ocupacional em inquéritos populacionais é o título da ocupação ou da categoria profissional. O exame do título da ocupação tem como principal vantagem a simplicidade e a fácil compreensão da construção do índice de exposição. O título da ocupação reflete descrições diretas e objetivas do que está sendo avaliado.

As exposições a cancerígenos em diferentes ocupações podem variar quantitativamente (nível, frequência da exposição e dose biologicamente ativa) e qualitativamente (características do agente, do ambiente de trabalho e do próprio trabalhador), portanto, o uso do título da ocupação é, em muitas circunstâncias, apenas uma aproximação grosseira da dose de exposição, mas bastante útil para a identificação de uma circunstância genérica de exposição.

O título da ocupação permite avaliações bastante satisfatórias para exposições elevadas e ambientes de trabalho pouco complexos. Todavia, à medida que ocorrem diferenciações na organização e nos processos de trabalho, seja pela introdução de medidas de controle ambientais, ou realização de diversas tarefas numa mesma categoria ocupacional ou, ainda, convivência de trabalhadores em tarefas semelhantes ligadas a empresas e condições de trabalhos diferenciados, torna-se necessário o desenvolvimento de métodos de mensuração da exposição mais detalhados e sensíveis.

Para análises retrospectivas de exposições ocupacionais em estudos populacionais, além das informações individuais, deve-se levar em conta a análise de pessoas-ano expostas, a variabilidade intra e entre grupos, e as *janelas críticas de exposição* na mesma ocupação e empresa, ou seja, as variações na exposição decorrentes da introdução de medidas de controle ambiental ou de mudanças do processo industrial. Outra fonte de informação é o conjunto de tarefas previstas na definição de atividades de uma determinada categoria ocupacional, utilizada em estudos epidemiológicos de base populacional<sup>27</sup>. O uso do título da ocupação em estudos populacionais tem sido uma estratégia bem-sucedida, e as informações geradas por estes estudos resultaram em referências utilizadas internacionalmente.

O National Institute for Occupational Safety and Health dos Estados Unidos desenvolveu dois inquéritos com amostras de empresas representativas de segmentos econômicos com o objetivo de estimar o número de trabalhadores expostos, a natureza da exposição e detectar o tipo de programa de redução dos problemas de saúde ocupacional implementado pelas empresas. O primeiro, *National Occupation Hazard Survey*, foi realizado entre 1972 e 1974, e o segundo, *National Occupation Exposure Survey* (NOES), entre 1981 e 1983<sup>11,27,28</sup>. Além destes inquéritos, a Occupational Safety and Health Administration, desde 1974, realiza inspeções sistemáticas, com consentimento das empresas de extração de minérios, configurando o *Mine Safety and Health Administration*, principal base de dados para a avaliação de exposição em minas subterrâneas ou de extração a céu aberto naquele país<sup>29</sup>.

No final da década de 80, um inquérito industrial do Instituto Finlandês de Saúde Ocupacional, o projeto SUTKEA, acrônimo em finlandês para mensuração da exposição ocupacional, gerou os mais importantes dados de exposição ocupacional a cancerígenos daquele país. Além do SUTKEA, a Finlândia dispõe, desde 1979, de um sistema de notificação compulsória anual, dos trabalhadores expostos a cancerígenos, o "Registro ASA", abreviação em finlandês deste sistema. Contudo, pesquisadores daquele país consideram que ainda existe subregistro das situações com baixos níveis de exposição a cancerígenos<sup>30,31</sup>.

O programa da União Européia, *Europa contra o Câncer*, propiciou a construção de um sistema multinacional de informações sobre exposições ocupacionais a cancerígenos – *Carcinogen Exposure* (CAREX). Desenvolvido entre 1990 e 1993 em 15 países da União Européia, consiste num sistema de classificação com 139 agentes considerados pela IARC como definitivamente cancerígenos ou suspeitos de o serem e 55 classes industriais do ISIC<sup>21,32</sup>. A prevalência de exposição em cada país foi calculada a partir da projeção do estudo americano (NOES) e finlandês (SUTKEA e "Registro ASA"), mas não foram considerados padrões de exposição específicos para cada país. Em alguns, as estimativas foram refinadas por especialistas nacionais<sup>21,32</sup>. O CAREX identificou 32 milhões de trabalhadores expostos (23% dentre os ocupados) aos agentes cancerígenos estudados. Em geral, foi observado que cada trabalhador estava, em média, exposto a mais de um agente cancerígeno. Em 1997, o CAREX foi ampliado para a Estônia, Letônia, Lituânia e República Checa<sup>33</sup>. Fora do continente europeu, o CAREX foi adaptado para a Costa Rica<sup>34</sup>.

Nos inquéritos populacionais, deve-se considerar que a exposição ocupacional, como tração da experiência de vida no trabalho, necessita ser avaliada com maior detalhamento e abrangência possível. Assim, deve-se levar em conta, simultaneamente, múltiplos agentes, as exposições curtas mas repetitivas, os postos de trabalho críticos com alta exposição, a rotatividade de trabalhadores, bem como grupos com relações de trabalho precárias e a alta variabilidade dos fatores individuais.

#### Bases de dados

As fontes de informação para estudos epidemiológicos, além das investigações diretas em amostras populacionais, podem ser recuperadas a partir de bases de dados secundários, resultantes de informações ligadas à ocupação e nas bases de dados administrativos populacionais.

Alguns países dispõem de bases de dados com informações completas sobre avaliações de ambientes de trabalho, embora não sejam necessariamente representativas de setores econômicos. A Alemanha possui o MEGA, acrônimo em alemão de base de dados sobre exposição química nos locais de trabalho; a Inglaterra, o *National Exposure Database* (NOEDB); a Dinamarca, o ATABAS, de registro de poluição do ar mensurado em ambientes de trabalho dinamarqueses; a Noruega, o *Exposure Database* (EXPO); a Finlândia, o *Finnish Job-Exposure Matrix* (FINJEM); e a França, o COLCHIC, de banco de dados de exposição ocupacional a agentes químicos<sup>24,35</sup>.

A legislação brasileira de saúde e de segurança<sup>36</sup> estabeleceu, em 1995, que as empresas realizassem avaliações ambientais obrigatórias anuais. Estas avaliações poderão vir a se configurar numa útil base de dados, caso se cumpram métodos padronizados de mensuração.

As principais vantagens do uso de bases de dados são o baixo custo, o curto período de tempo para registro, a possibilidade de obter informações colhidas no passado<sup>5</sup> e a não dependência da colaboração ou da presença do entrevistado. As principais fontes de erro relacionam-se à falta de informações completas do período estudado, à perda de informações da exposição ou de outras co-variáveis de interesse, à falta de uniformidade dos dados e às informações ambíguas ou inconsistentes. Portanto, seu uso implica em limitações, em especial, quando o pesquisador dispõe de pouco controle da qualidade dos dados para o período estudado, da definição dos termos utilizados e da natureza das informações<sup>5</sup>.

O Brasil não dispõe de bases de dados com informações completas sobre avaliações de ambientes de trabalho. Entretanto, conta com bases administrativas, previdenciárias e de saúde capazes de auxiliar na descrição de cenários exploratórios para esta área de pesquisa.

A base de dados do Ministério da Previdência Social é uma rica fonte de informação, pois reúne todos os movimentos da vida ocupacional dos trabalhadores que contribuíram para o seguro social. Assim, é possível reconstituir o histórico do trabalhador de acordo com as funções exercidas e o seu desfecho (óbito, acidentes ou afastamento definitivo), porém, é necessário sempre considerar os aspectos éticos envolvidos na utilização de informações que são privadas dos indivíduos.

Registros do Ministério da Saúde captam diversos agravos pelos sistemas de notificação, de declaração, ou de pagamento, que poderiam auxiliar em estudos ecológicos, análise de demanda.

A declaração de trabalhadores empregados e desempregados, emitida pelas empresas, consubstancia o Relatório Anual de Informações Sociais (RAIS) e o Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (CAGED), e forma uma série histórica com informações ocupacionais desde 1985. Os dados estão agregados e permitem estimar a movimentação e a localização dos trabalhadores formais segundo cada setor econômico e ocupação. Assim, é possível reconstruir tendências temporais no que diz respeito ao número de trabalhadores ocupados por regiões e setores econômicos específicos. Estas bases são organizadas e mantidas pelo MTE e possuem acesso via Internet.

Todas estas bases possuem os problemas inerentes aos registros sistemáticos que não recebem supervisão ou avaliação de sua qualidade. Todavia, a exploração destas bases pode resultar num processo de retroalimentação das informações contribuindo para a melhoria de sua qualidade.

Os modelos de bases de dados internacionais sustentam-se em informações de mensuração ambiental e de morbidade decorrentes da fiscalização, de exposições declaradas, inquéritos consentidos pelas empresas ou projeções da prevalência da exposição de um país para outro. O registro de exposições ocupacionais é muito recente no Brasil. As peculiaridades do processo de industrialização resultam, na atualidade, numa contínua ampliação da mão-de-obra no setor de serviços, incluindo a terceirização, o que configura obstáculos para a implementação de registros sistemáticos, embora a legislação brasileira assim o exija. Ape-

sar das deficiências de qualidade, a disponibilidade destes dados faculta o seu uso em saúde pública e permite inferências epidemiológicas para a compreensão e melhor caracterização da população em relação à exposição, ainda que restrita ao mercado formal como é o caso das bases RAIS e CAGED.

### Vigilância da exposição

A prática tradicional da vigilância em saúde consiste no monitoramento de casos da doença e subsequente identificação de áreas críticas, portanto são ações voltadas para dimensionar o efeito. O conhecimento atual sobre agentes cancerígenos e processos de trabalho permite abordagens voltadas para a avaliação e controle da exposição ocupacional. Os inquéritos populacionais, com objetivos de vigilância, requerem a busca ativa de informações no que tange à identificação e ao dimensionamento dos riscos representados pela exposição aos agentes cancerígenos, mas também quanto à localização e possibilidade de mensuração de situações de exposição em sua dimensão coletiva. São estudos bem definidos no tempo e no espaço, mas que dificilmente podem ser rotineiros, dado o seu alto custo.

O caráter dinâmico da incorporação de novas substâncias químicas na sociedade, aliado às variações intrínsecas no ambiente de trabalho, representa um desafio para a vigilância em saúde do trabalhador. Uma estratégia possível é a identificação de situações de exposição, tomando-se como referência bases de dados secundários já disponíveis. Para tal, a base RAIS pode ser especialmente conveniente. Submetendo-se estes dados a uma MEO é possível comparações geográficas ou temporais.

Algumas propostas novas para vigilância de agravos relacionados ao trabalho propõem o monitoramento de indicadores biológicos<sup>37,38</sup> e, também, a identificação e o acompanhamento de espaços intra-urbanos, denominados "áreas sentinelas"<sup>39</sup>.

A prática crescente de vigilância dos ambientes e processos de trabalho, realizada no Sistema Único de Saúde, poderá vir a se materializar num conjunto de informações ambientais para viabilizar critérios para a vigilância da exposição a substâncias cancerígenas.

### **Conclusões**

Muito ainda há para pesquisar sobre etiologias de origem ocupacional e o câncer, e isto deverá concentrar boa parte dos esforços dos epi-



miologistas no futuro. Por outro lado, são dezenas as substâncias reconhecidas como definitivamente cancerígenas para os humanos presentes de forma predominante em ambientes de trabalho e que necessitam ser monitoradas, controladas e, se possível, eliminadas. Este contexto acarreta a necessidade de avaliações confiáveis da exposição a cancerígenos e de sistemas de informação capazes de mensurar e acompanhar situações de risco para os trabalhadores.

Santana & Cordeiro <sup>40</sup> destacam que a exposição reflete uma experiência de vida e não se limita ao ambiente de trabalho, mas envolve um modelo dinâmico, interativo e complexo, incluindo os hábitos de vida, a dimensão de tempo e raramente se limita a um agente. A mensuração da exposição ocupacional a cancerígenos requer abordagens progressivas, sem obedecer a uma hierarquia entre métodos quantitativos e qualitativos. No plano ideal, um

estudo deve buscar avaliações diretas e, também, subjetivas, preferencialmente incluindo análises que contemplem a validade, a precisão das medidas e a constituição de grupos homogêneos de exposição.

As MEO são instrumentos úteis tanto para a aplicação na situação de uma empresa em particular, como para avaliações mais amplas, compreendendo todas as formas de trabalho em determinada região. A legislação brasileira exige que avaliações diretas nos ambientes de trabalho sejam realizadas de forma sistemática pelas empresas, facilitando a consolidação destas informações em planos setoriais ou regionais. Os inquéritos com base em informações de bases secundárias, dada a sua facilidade, baixo custo e alto potencial para estimar exposições e apesar de suas limitações, permitem otimizar investigações detalhadas, estabelecer prioridades e desencadear ações de vigilância mais efetivas.

## Resumo

*A proporção de câncer atribuída à ocupação é bastante variável, com estimativas parcialmente dependentes de características das subpopulações expostas, tipo de tumor e da metodologia empregada. Uma das principais dificuldades para a estimativa destas proporções é reconstruir a experiência ocupacional individual. Métodos adequados de avaliação retrospectiva da exposição ocupacional são essenciais nos estudos epidemiológicos para evitar erros de classificação. Nesta revisão, tais métodos, tanto de cunho qualitativo quanto quantitativo, são discutidos considerando-se que estas avaliações requerem abordagens progressivas e sem hierarquia preestabelecida. Métodos de avaliação da exposição por meio de mensurações ambientais, indicadores biológicos, questionários e entrevistas, exame caso a caso por especialistas, ou matrizes de exposição ocupacional, são comparados em relação às vantagens, limitações, acurácia e validade dos métodos. Para as práticas de vigilância em saúde, todas as propostas anteriores são úteis, mas destaca-se o uso das matrizes de exposição ocupacional, construídas com base em dados secundários.*

*Exposição Ocupacional; Vigilância; Carcinógenos*

## Colaboradores

O trabalho de revisão e redação foi desenvolvido de forma conjunta, com um freqüente debate entre os autores, considerando o conhecimento acumulado por cada um.

## Referências

1. Pearce N, Boffetta P, Kogevinas M. Occupational carcinogens. In: Encyclopaedia of occupational health and safety [CD-ROM]. 4th Ed. Geneva: International Labour Organization; 1998.
2. Kogevinas M, Boffetta P, Pearce N. Occupational exposure to carcinogens in developing countries. In: Pearce N, Matos E, Vainio H, Boffetta P, Kogevinas M, editors. Occupational cancer in developing countries. London: Oxford University Press; 1994. p. 63-96. (IARC Scientific Publications 129).
3. International Agency for Research on Cancer. Complete list of all monographs and supplements published to date. In: Lists of IARC evaluations. <http://www.iarc.fr/> (acessado em 30/Mar/2003).
4. Gustavsson P. Cancer, prevention. In: Encyclopaedia of occupational health and safety [CD-ROM] 4th Ed. Geneva: International Labor Office; 1998.
5. Armstrong BK, White E, Saracci R. Principles of exposure measurements in epidemiology. New York: Oxford University Press; 1992.
6. Hunter WJ. Carcinogenic substances. In: Encyclopaedia of occupational health and safety. v.1. 3th Ed. Rome: International Labour Office; 1989. p. 401-4.
7. Boffetta P, Kogevinas M, Westerholm P, Saracci R. Exposure to occupational carcinogens and social class differences in cancer occurrence. In: Kogevinas M, Pearce N, Susser M, Boffetta P, editors. Social inequalities and cancer. Lyon: IARC Press; 1997. p. 331-42. (IARC Scientific Publications 138).
8. Goldberg M, Hémon D. Occupational epidemiology and assessment of exposure. Int J Epidemiol 1993; 22 Suppl 2:S5-S8.

9. World Health Organization. Principles for the assessment of risk to human health from exposure to chemicals. Helsinki: World Health Organization/International Program on Chemical Safety; 1999. (Series: Environmental Health Criteria 210).
10. Bouyer J, Hémon D. Retrospective evaluation of occupational exposure in population-based case-control studies: general overview with special attention to job exposure matrices. *Int J Epidemiol* 1993; 22 Suppl 2:S57-64.
11. Hawkins NC, Norwood SK, Rock JC. A strategy for occupational exposure assessment. Fairfax: American Industrial Hygiene Association; 1991.
12. Boleij J, Buringh E, Heederik D, Kromhout H. Occupational hygiene of chemical and biological agents. New York: Elsevier; 1995.
13. International Labour Organization. ISCO-88: International standard classification of occupations. <http://www.ilo.org/public/english/bureau/stat/class/index.htm> (acessado em 30/Mar/2003).
14. International Labour Organization. International standard industrial classification of all economic activities (ISIC). 3<sup>rd</sup> Revision. <http://www.ilo.org/public/english/bureau/stat/class/isic.htm> (acessado em 30/Mar/2003).
15. Ministério do Trabalho e do Emprego. CBO – Classificação Brasileira de Ocupações. <http://www.mteco.gov.br> (acessado em 30/Mar/2003).
16. Statistical Office of the European Commission. NACE Rev 1. Statistical Classification of Economic Activities in the European Community. ['nace'](http://unstats.un.org/unsd/class/intercop/raining/austalia/papers/austra-15.pps) (acessado em 30/Mar/2003).
17. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Classificação nacional de atividades econômicas – CONCLA. <http://www.ibge.gov.br/concla/cnae/cnae.shtm> (acessado em 30/Mar/2003).
18. Gérin M, Siemiatycki J, Kemper H, Bégin D. Obtaining occupational exposure histories in epidemiologic case-control studies. *J Occup Med* 1985; 27:420-6.
19. Clavel J, Glass DC, Cordier S, Hémon D. Standardization in the retrospective evaluation by experts of occupational exposure to organic solvents in a population-based case-control study. *Int J Epidemiol* 1993; 22 Suppl 2:S121-6.
20. Siemiatycki J. Risk factors for cancer in the workplace. Boca Raton: CRC Press; 1991.
21. Kauppinen T, Toikkanen J, Pukkala E. From cross-tabulation to multipurpose exposure information system: a new job-exposure matrix. *Am J Ind Med* 1998; 33:409-17.
22. Kauppinen T. Assessment of exposure in occupational epidemiology. *Scand J Work Environ Health* 1994; 20 Spec No:19-29.
23. Benke G, Sim M, Fritschhi L, Aldred G. Beyond the job exposure matrix: The task exposure matrix (TEM). *Ann Occup Hyg* 2000; 44:475-82.
24. Mannetje A, Kromhout H. The use of occupation and industry classifications in general populations studies. *Int J Epidemiol* 2003; 32:419-28.
25. Rappaport SM, Kromhout H, Symanski E. Variation of exposure between workers in homogeneous exposure groups. *Am Ind Hyg Assoc J* 1993; 54:654-62.
26. Heederik D, Miller BG. Weak association in occupational epidemiology: adjustment for exposure estimation error. *Int J Epidemiol* 1988; 17:970-4.
27. Sieber WK, Sundin SD, Frazier TM, Robinson CE. Development, use and availability of a job exposure matrix based on national occupational hazard survey data. *Am J Ind Med* 1991; 20:163-74.
28. Sieber K. National occupational exposure survey – sample methodology. Atlanta: Department of Health and Human Services, National Institute for Occupational Safety and Health; 1990. (Publication 89-102).
29. Linch KD, Miller WE, Alhouse RB, Groce DW, Hale JM. Surveillance of respirable crystalline silica dust using OSHA compliance data (1979-1995). *Am J Ind Med* 1998; 34:547-58.
30. Alho J, Kauppinen T, Sundquist E. Use of exposure registration in the prevention of occupational cancer in Finland. *Am J Ind Med* 1988; 13:581-92.
31. Heikkilä P, Kauppinen T. Occupational exposure to carcinogens in Finland. *Am J Ind Med* 1992; 21:467-80.
32. Kauppinen T, Toikkanen J, Pedersen D, Young R, Ahrens W, Boffetta P, et al. Occupational exposure to carcinogens in the European Union. *Occup Environ Med* 2000; 57:10-8.
33. Kauppinen T, Pajarskiene B, Podniece Z, Rjazanov V, Smerhovsky Z, Veidebaum T, et al. Occupational exposure to carcinogens in Estonia, Latvia, Lithuania and the Czech Republic in 1997. *Scand J Work Environ Health* 2001; 27:343-5.
34. Partanen T, Chaves J, Wesseling C, Chaverri F, Monge P, Ruepert C, et al. Workplace carcinogen and pesticide exposures in Costa Rica. *Int J Occup Environ Health* 2003; 9:104-11.
35. Vincent R, Jeandel B. COLCHIC – occupational exposure to chemical agents database: current content and development perspectives applied. *Occupational and Environmental Hygiene* 2001; 16:115-21.
36. Ministério do Trabalho e do Emprego. Consolidação das leis do trabalho. São Paulo: Editora Atlas; 1996.
37. Neves H. Vigilância de exposição ocupacional a substâncias tóxicas. *Inf Epidemiol SUS* 1999; 8:35-46.
38. Piveta F, Machado JMH, Araújo UC, Moreira MFR, Apostoli P. Monitoramento biológico: conceitos e aplicações em saúde pública. *Cad Saúde Pública* 2001; 17:545-54.
39. Teixeira MG, Barreto ML, Costa MCN, Strina A, Martins Jr D, Prado M. Áreas sentinelas: uma estratégia de monitoramento em saúde pública. *Cad Saúde Pública* 2002; 18:1189-95.
40. Santana VS, Cordeiro R. Detecção de agravos à saúde relacionados com o trabalho. In: Mendes R, organizador. *Patologia do trabalho*. 2<sup>a</sup> Ed. São Paulo: Editora Atheneu; 2003. p. 199-230.

Recebido em 07/Jul/2003

Versão final reapresentada em 24/Out/2003

Aprovado em 07/Nov/2003