



Exposição Profissional a Agentes Químicos: os indicadores biológicos na vigilância de saúde dos trabalhadores

João Prista (jprista@ensp.unl.pt)
António de Sousa Uva** (asuva@ensp.unl.pt)*

* *Assistente da ENSP/UNL (Grupo de Disciplinas de Saúde Ocupacional)*

** *Médico do trabalho, Docente da Escola Nacional de Saúde Pública – UNL*

Resumo

Os factores de risco de natureza química constituem um dos mais numerosos grupos de agentes de doença profissional, algumas das quais com acção mutagénica e cancerígena e outras com potencial alergénico.

A utilização de indicadores biológicos de exposição, quando disponível, constitui um critério mais rigoroso de avaliação da exposição profissional, comparativamente à estratégia de avaliação do risco centrada em informações da vigilância ambiental.

Os autores procuram, de uma forma sistematizada, chamar a atenção para as vantagens da estratégia de monitorização biológica das exposições profissionais, designadamente na sua componente integradora de factores extrínsecos e intrínsecos susceptíveis de influenciar o efeito (resposta) sobre o trabalhador exposto e, nesse sentido, destacam o papel que o médico do trabalho desempenha em tal domínio.

Summary

Occupational exposure to chemical agents: biological indices in the surveillance of the health of the workers

Risk factors of chemical nature are one of the most significant groups of agents of occupational hazard with mutagenic and carcinogenic action and allergenic potential.

When compared to the strategy of risk evaluation based in information of environmental surveillance, the use of biological indices of exposure is a more rigorous criterion in the evaluation of occupational exposure, when available.

In a systematic manner, the authors attempt to highlight the advantages of the strategy of biological monitoring of occupational exposures, namely its integrative component of extrinsic and intrinsic factors prone to influence the effect (answer) on the exposed worker and, in that sense, they stress the role developed by the occupational health physician in that domain.

Palavras-chave: Exposição profissional, Monitorização biológica, Saúde ocupacional, Limite máximo admissível, Indicador biológico de exposição



De entre o considerável número e a grande diversidade de elementos condicionantes da saúde existentes num ambiente de trabalho, as substâncias químicas ocupam o mais extenso grupo de factores de risco de natureza profissional (1).

Em Portugal, a Lista das Doenças Profissionais actualmente em vigor identifica 31 tóxicos orgânicos e inorgânicos como agentes químicos susceptíveis de provocar doença profissional, referenciando, ainda, outras substâncias e compostos químicos na génese de doenças profissionais do aparelho respiratório ou da pele, ou como potenciais indutores de tumores ou de manifestações alérgicas das mucosas (2).

A tal não será estranho o papel determinante que as substâncias químicas desempenham nas sociedades e na vida humana. São elementos indissociáveis dos processos industriais, em cada vez maior escala são utilizadas na agricultura e, de modos diversos, reconhecem-se no conteúdo de inúmeros serviços. São, em suma, parte integrante da esmagadora maioria das actividades humanas.

O risco químico acompanhou desde sempre a actividade humana, apesar de o homem ter demorado algum tempo a disso tomar consciência (3).

Segundo o International Programme on Chemical Safety (IPCS), iniciativa comum da Organização Mundial da Saúde (OMS), Organização das Nações Unidas (ONU) e Organização Internacional do Trabalho (OIT), estima-se em cerca de 100 mil o número de substâncias químicas puras existentes, em 4 milhões o de compostos com utilização comercial e em várias centenas o número de químicos de síntese anualmente introduzidos no ambiente de vida humano (4).

Utilizados como reagentes ou como matéria-prima, ou ainda enquanto produtos de fabrico, subprodutos ou resíduos, estas substâncias, puras ou compostas, representam perigos de gravidade diversa, dependentes das suas características físico-químicas e da sua perigosidade (5).

Em 1995 a OMS considerava que das 100 mil substâncias químicas consideradas agentes de doença profissional, 200 a 300 seriam mutagénicas e cancerígenas e mais de 3.000 teriam acção alérgica e/ou irritante (6).

De acordo com o IPCS, o incremento das indústrias químicas e a utilização ou produção de substâncias químicas noutras indústrias e tipos de actividades deverá, no futuro, continuar a crescer e a disseminação da sua aplicação poderá potenciar os inerentes problemas de efeitos para a saúde.

Uma crescente proporção da população estará, assim, exposta a substâncias potencialmente tóxicas, não esquecendo que, no caso da exposição profissional, esta representa para os trabalhadores um acréscimo (importante) à exposição de qualquer outro cidadão da comunidade em que se inserem.

Num tal contexto, terá que reconhecer-se que a avaliação e a gestão dos riscos de exposição a agentes químicos, designadamente em meio ocupacional, assume uma importância decisiva no âmbito das preocupações de prevenção da doença justificando que, como preconizado pelo IPCS, "estará entre as principais prioridades na prossecução dos princípios do desenvolvimento sustentado" (4).

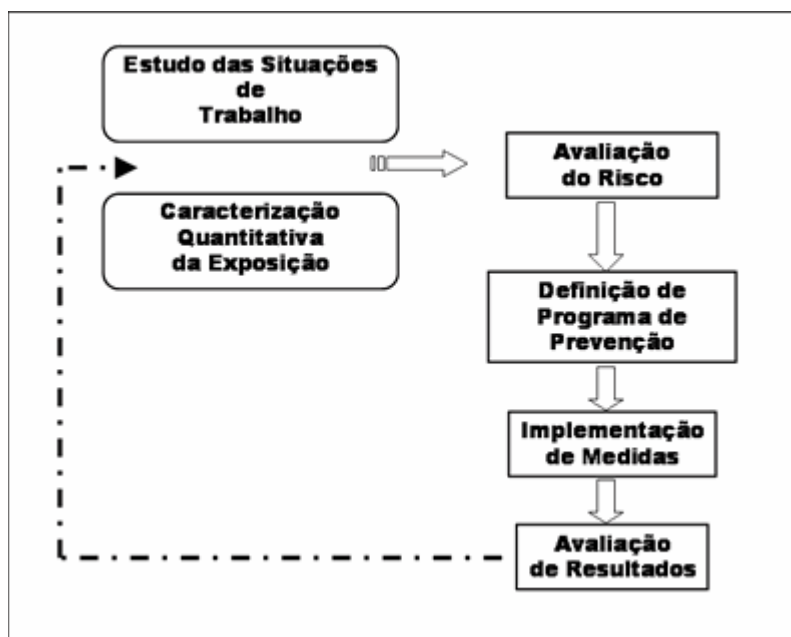
Em Saúde Ocupacional, o diagnóstico e a prevenção das doenças profissionais assentam, esquematicamente, em quatro principais etapas metodológicas: (a) estudo das situações de trabalho; (b) diagnóstico das situações de risco; (c) selecção dos indicadores de exposição mais pertinentes; (d) definição dos decorrentes programas de prevenção (6).

A finalidade primeira da avaliação dos riscos profissionais é sempre a de os prevenir, devendo, quando não possam ser eliminados, ser atenuados e o risco residual controlado (7). Deste modo, qualquer estratégia preventiva, no contexto do binómio trabalho/doença, deverá centrar-se na exigência de avaliar os riscos, primeiro, para projectar intervenções coerentes, logo depois.



Metodologicamente importa, assim, respeitar uma abordagem sequencial, de cujos elementos essenciais se destacam as acções conducentes ao conhecimento dos fenómenos envolvidos, à caracterização do risco, à planificação das acções, à implementação de medidas e à análise dos resultados. (Figura 1)

Figura 1: Estratégia de prevenção na exposição a agentes químicos.



A avaliação/gestão dos riscos profissionais na exposição a agentes químicos exige, desde logo, o conhecimento das especificidades de cada factor de risco em causa: as suas propriedades e características, a sua capacidade para produzir efeitos adversos no organismo (toxicidade), o modo como interage com o organismo (toxicocinética e toxicodinâmica), a correspondência entre os níveis absorvidos e os efeitos determinados nos indivíduos expostos (relações dose-resposta e dose-efeito). Mas implica, também, a caracterização qualitativa e quantitativa da forma, natureza e dimensão do contacto da substância com a população exposta, considerando todas as fontes de exposição, ocupacionais e não-ocupacionais (4).

A caracterização qualitativa da exposição exige, necessariamente, o estudo das situações de trabalho, por forma a ser valorizado o conjunto de elementos intervenientes que a podem influenciar. As características dos indivíduos expostos, suas capacidades físicas, seus níveis de formação, seus hábitos e estilos de vida, o tipo de tarefas desenvolvidas e exigências fisiológicas determinadas, a concomitância com outros factores de risco designadamente com repercussões ambientais, a organização do trabalho nomeadamente no que respeita a pausas e turnos, os sistemas protectivos e preventivos disponíveis, são, entre outros, elementos não marginalizáveis numa adequada identificação da exposição ao factor de risco.

Em termos de quantificação, a estratégia de prevenção dos riscos profissionais de natureza química engloba, sistematicamente, a abordagem simultânea da exposição ambiental e dos efeitos (ou respostas) por ela provocados, requerendo um claro conhecimento do tipo e significado das informações que as várias abordagens reflectem (1).



A vigilância do ambiente de trabalho e a da saúde do trabalhador são, assim, aspectos complementares duma mesma estratégia de avaliação e prevenção dos riscos, fornecendo informações diferentes e que se completam, nunca devendo ser encaradas como diferentes opções para alcançar um mesmo resultado.

A Vigilância/Monitorização Ambiental visa quantificar e controlar o agente químico no ambiente de trabalho, avaliando o risco para a saúde por comparação com referências apropriadas (8). Baseia-se, assim, na determinação da concentração de tóxico no ambiente de trabalho (Indicador de Dose Externa) utilizando como critério de aceitabilidade os designados valores máximos admissíveis, que representam a maior concentração de uma substância química a que a quase totalidade dos trabalhadores pode estar exposta, ao longo da jornada de trabalho, sem que daí resulte efeito (adverso) para a saúde (VLE – Valores Limite de Exposição; TLV – Threshold Limit Values; OEL – Occupational Exposure Limits; MAK – Maximale Arbeitsplatz Konzentration) (1, 6, 9, 10, 11).

A Vigilância/Monitorização Biológica, por seu lado, centra-se sobre o próprio indivíduo exposto. Utiliza como critérios de estudo os designados Indicadores Biológicos, definidos como "toda a substância, estrutura ou processo que pode ser quantificado no organismo ou nos seus meios biológicos, que influencia ou prediz a incidência de um acontecimento ou de uma doença" (IPCS, 2001), dos quais se reconhecem 3 diferentes tipos: (1) os Indicadores Biológicos de Exposição (BEI – Biological Exposure Indices; OEL-B – Occupational Exposure Limit Based on Biological Monitoring; BAT – Biologisch Arbeitsstoff Toleranzwerte), que representam a efectiva quantidade de substância absorvida pelo organismo (Indicadores de Dose Interna); (2) os Indicadores Biológicos de Efeito, que reflectem uma alteração bioquímica, reversível, causada pela absorção de uma substância tóxica, considerando-se o grau de alteração inferior ao associado a uma lesão e não-associado a um efeito patológico irreversível; (3) os Indicadores Biológicos de Susceptibilidade que traduzem a capacidade inata ou adquirida do indivíduo para responder de modo específico a uma substância química (1, 8, 12, 13). (Quadro 1)

Quadro 1: Tipos e significados de indicadores da exposição a agentes químicos.

<i>Tipo de Indicador</i>	<i>Significado</i>	<i>(Exemplo)</i>
Indicador de dose externa	Carga externa de exposição	Chumbo no ar
Indicador Biológico de Exposição	Carga interna de exposição	Plumbémia
Indicador Biológico de Efeito	Nível de alterações (reversíveis) induzidas pelo tóxico absorvido	Protoporfirina-Zinco
Indicador Biológico de Susceptibilidade	Capacidades inatas ou adquiridas de resposta ao tóxico	ALA-D ¹⁻¹ ; ALA-D ¹⁻²

A complementaridade de ambas as metodologias de vigilância assenta no facto de que o risco de desenvolvimento de efeitos adversos deriva das propriedades da substância química (tóxico) mas implica que exista exposição ao produto, ou seja, que exista contacto com ele ou que ele penetre no organismo (5).

A avaliação ambiental apenas põe em evidência a exposição no local de trabalho e no estrito contexto das condições em que ela é apreciada. É uma avaliação teórica do risco, na medida em que apenas relata sobre aquilo a que o trabalhador está exposto. É uma avaliação parcelar, uma vez que apenas informa daquela exposição e em relação à fonte em estudo. Quando se está perante um risco de toxicidade local, contudo, ela será o único elemento possível de avaliação do risco.

A Vigilância Biológica, de outro modo, pronuncia-se sobre a interacção entre o tóxico e o organismo. É uma avaliação real, na medida em que mede a quantidade de tóxico que efectivamente penetrou



e foi absorvido, ou o resultado (efeito) determinado por essa mesma dose, sendo influenciada pelas características do tóxico e pelas variações individuais. E reflecte a totalidade da exposição, contemplando o conjunto de fontes (ocupacionais e não-ocupacionais). É, assim, de muito maior eficácia e pertinência quando se trata de avaliar efeitos sistémicos designadamente em exposições de longa duração.

Vigilância Ambiental e Vigilância Biológica representam, portanto, informações diferentes mas complementares, reflectindo partes de uma mesma realidade que se pretende conhecer – os riscos resultantes da interacção entre o agente químico presente e os trabalhadores a ele expostos.

Numa estratégia de prevenção dos riscos profissionais de natureza química, importará colher as diversas informações e saber analisá-las no contexto da realidade presente e na dimensão do real valor de cada uma delas. E deverá ter-se em conta que existem factores susceptíveis de evidenciarem discordâncias entre os resultados da vigilância ambiental e os derivados da vigilância biológica: (1) factores intrínsecos ao trabalhador (constituição física, alimentação, actividade enzimática, sexo, idade, doenças, medicação, ...); (2) factores profissionais (carga de trabalho física, variações na exposição, diversidade de fontes de exposição, temperatura e humidade nos locais de trabalho, exposições múltiplas,...); (3) factores ambientais (poluição ambiental e contaminação de alimentos e água nas zonas de residência); (4) factores relacionados com modos de vida (actividades extra-profissionais, higiene pessoal, hábitos de vida e de trabalho, outras exposições domésticas e de lazer); (5) factores de natureza metodológica (contaminação dos produtos colhidos para análise, má conservação dos produtos a analisar, variações dos métodos analíticos) (14). (Figura 2)

Figura 2: Vigilância ambiental e biológica: tipos de factores indutores de discordância.



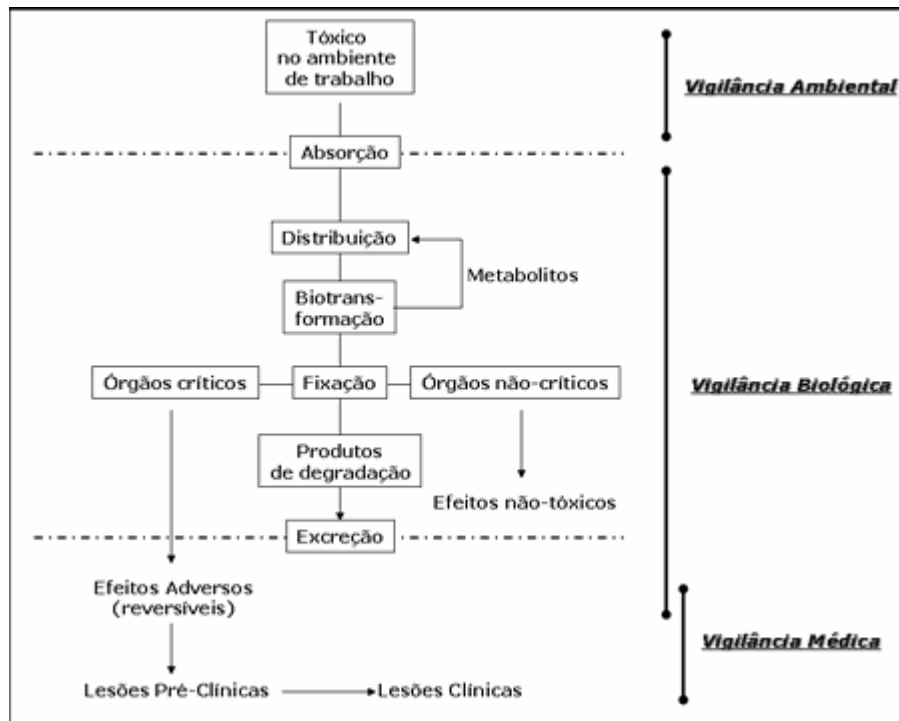
A vigilância da saúde dos trabalhadores expostos a agentes químicos requer, assim, as duas abordagens referidas - a Vigilância Ambiental e a Vigilância Biológica. Mas ficaria amputada e inconsequente, se não completada por acções de Vigilância Médica, esta entendida como o conjunto de avaliações médico-fisiológicas periódicas, sistemáticas e repetidas dos trabalhadores expostos, com o objectivo de proteger a saúde e prevenir as doenças "ligadas" ao trabalho (8) (Figura 3). Essa vigilância, centrada na identificação dos sinais precoces de doença, complementa as duas precedentes, permitindo despistar os casos de hipersusceptibilidade e detectar eventuais falhas nas medidas preventivas (9). É, consequentemente, uma parte integrante de qualquer metodologia de prevenção de eventuais consequências (negativas) para a saúde, resultantes da exposição ocupacional a agentes químicos.



Para o Médico do Trabalho, contudo, as acções de Vigilância Biológica e de Vigilância Médica deverão ser entendidas apenas como componentes de um processo desejavelmente contínuo, que pode englobar desde a quantificação do agente químico ou seus metabolitos no organismo até à pesquisa de sinais precoces de doença (8).

O papel da Vigilância Biológica na avaliação/gestão da exposição a agentes químicos adquire, deste modo, um particular relevo.

Figura 3: Representação das incidências dos tipos de vigilância na exposição a agentes químicos.



(Adaptado de Lauwerys, 1996) (15)

De facto, a utilização dos Indicadores Biológicos, quando possível e nos seus diversos tipos, representa, comparativamente com os dados da Vigilância Ambiental, um conjunto de informações de acréscido valor e significado para a interpretação das reais interacções entre um agente químico e os trabalhadores a ele expostos: (1) reflectem a totalidade da exposição a partir de todas as fontes e a absorção através de todas as vias, isto é, informam sobre a exposição e a impregnação; (2) indiciam sobre a exposição recente e a acumulada; (3) podem determinar-se "a posteriori", facto importante em particular no caso dos incidentes; (4) representam efeitos na fase pré-patológica; (5) permitem apreciar a validade das medidas preventivas; (6) a sua quantificação é, geralmente, mais rápida e económica (9, 13, 14).

A exposição a um agente químico a concentrações inferiores aos limites considerados admissíveis não invalida que alguns dos indivíduos expostos possam apresentar respostas de intensidade acrescida, efeitos adversos não-esperados ou agravamento de situações pré-existentes.

Tal aspecto, a não ser tido em conta, colocaria um indeterminado número de trabalhadores em condições de diminuída protecção face aos riscos inerentes a essa exposição. E ao Médico do Trabalho compete avaliar a extensão em que tais trabalhadores requerem protecção adicional (11).



Deste modo, a Vigilância Biológica deve ser assumida pelos Médicos do Trabalho (13) como instrumento fundamental (e até primeiro) nos programas de prevenção dos efeitos adversos da exposição profissional a agentes químicos, o que inclui a assunção de que, sempre que tecnicamente possível, os Indicadores Biológicos devem ser privilegiados no estudo das capacidades fisiológicas de resposta à agressão química e da evolução das reacções de adaptação ou de desajuste do organismo face à absorção dos tóxicos.

A metodologia de prevenção de eventuais efeitos relacionados com a exposição profissional a substâncias químicas continuará, no entanto, a ser fundamentalmente baseada na avaliação da dose externa, uma vez que para a maioria das substâncias químicas, os conhecimentos de toxicocinética e de toxicodinâmica disponíveis não permitem, num número muito significativo de situações, o recurso a "marcadores" biológicos pelo menos com especificidade e sensibilidade validadas.



Referências Bibliográficas:

1. PRISTA, J.; UVA, A.S. – Aspectos Gerais de Toxicologia para Médicos do Trabalho. ENSP.UNL, 2002 (Obras Avulsas, 6)
2. DECRETO REGULAMENTAR nº 6/2001. D.R. I Série B. 104 (01-05-05) 2613-2638 – Lista das doenças profissionais
3. HERVÉ-BAZIN, B. – Risques chimiques et détermination des valeurs limites d'exposition. *In* Encycl. Med. Chir., Toxicologie-Pathologie Professionnelle. Paris: Editions Scientifiques et Médicales Elsevier, 16-685-A-10, 2002, 12 p
4. IPCS – INTERNATIONAL PROGRAMME ON CHEMICAL SAFETY – Principles for the assessment of risks to human health from exposure to chemicals. Geneva: WHO, 1999. – XX (Environmental Health Criteria; 210)
5. HURÉ, P.; TRIOLET, J. – Principes généraux de la prévention technique du risque chimique. *In* Encycl. Med. Chir., Toxicologie-Pathologie Professionnelle. Paris: Editions Scientifiques et Médicales Elsevier, 16-685-C, 2002, 7 p
6. UVA, A.S.; FARIA, M. – Exposição profissional a substâncias químicas: diagnóstico das situações de risco. **Revista Portuguesa de Saúde Pública**, 18:1 (2000), 5-9
7. CE – Mémento pour l'évaluation des risques professionnels. Luxembourg: Office des Publications Officielles des Communautés Européennes, 1996 (Santé et Sécurité)
8. HOET, P. – General principles. *In* WHO – Biological Monitoring of chemical exposure in the workplace. Geneva: WHO, 1996, 1-19
9. BERNARD, A.; LAUWERYS, R. – La surveillance biologique de l'exposition aux toxiques industriels. **Archives des Maladies Professionnelles**, 50: 1 (1989) 101-107
10. INRS – INSTITUT NATIONALE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE - Valeurs limites d'exposition professionnelle aux substances dangereuses de l'ACIGH aux États-Unis et de la Commission MAK en Allemagne. Cahiers de Notes Documentaires, 163 (1996) 197-227
11. ACGIH – AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS – 2000 TLVs and BEIs: based on the documentation of the threshold limits values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices. Cincinnati: ACGIH, 2000
12. IPCS – INTERNATIONAL PROGRAMME ON CHEMICAL SAFETY – Biomarkers in risk assessment: validity and validation. Geneva: WHO, 2001. – XIV (Environmental Health Criteria; 214)
13. MULLER, F. – La surveillance biologique des expositions aux substances chimiques: nouvel outil d'évaluation de l'exposition toxique professionnelle. Strasbourg: Associations Interentreprises de Médecine du Travail du Bas-Rhin, 2001



14. SCHNEIDER, O.; BRONDEAU, M.T. – Indices biologiques d'exposition. **Cahiers de Notes Documentaires** – Hygiène et Sécurité du Travail, 174 (1999, 1^o Trim)
15. LAUWERYS, R. – Occupational toxicology. *In* KLAASSEN, C.D., ET AL. – Cassarett and Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons. 5th ed. Cap. 33. New York: McGraw-Hill, 1996