



UNISANTA

Limites de Tolerância Biológica

Prof. João Roberto Penna

Limite de tolerância biológica

- Também é conhecido como **indicador biológico**. É uma quantidade do agente químico que **está no corpo humano** (no sangue, na urina, em algum tecido).
- Dependendo da quantidade, esperam-se reações indesejadas do corpo. Mas, se a quantidade estiver **ABAIXO DE UM LIMITE, OU DE UM PADRÃO**, está “tudo bem”. Este é o “**limite de tolerância biológica**” (LTB). A NR 07 prevê vários...

No Brasil...

- Os LTB foram **copiados** do *National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)* e da *Occupational Safety and Health Administration (OSHA)*.
- Os LTB, exatamente como ocorre com os LT, têm **variado historicamente**, tanto no âmbito internacional, como no Brasil.
- São revisados, à medida em que se observam **trabalhadores doentes**, mesmo **dentro dos padrões de LTB** já estabelecidos.

NR 7

- Revisada em 1994, trouxe o **Quadro I** no qual aparecem os **Parâmetros para Controle Biológico da Exposição Ocupacional a Agentes Químicos**.
- Neste quadro aparece um campo chamado **IBMP (Índice Biológico Máximo Permitido)**: é o valor máximo do indicador biológico para o qual **se supõe** que a maioria das pessoas ocupacionalmente expostas **não corre risco de dano à saúde**. Reparou no “**supõe**”?

NR 7

- Vejamos um exemplo: o **Arsênico**.
- Na NR 7 o controle por indicador biológico indica um IBMP de **50 µg/g de creatinina**.
- Em 2004 (dez anos depois da revisão da NR 7) este parâmetro foi alterado para **35 µg/g de creat.**, mas **não no Brasil**. Quem passou a adotar o novo valor foi a ACGIH*.

JAKUBOWSKI, Marek; TRZCINKA-OCHOCKA, Malgorzata. Biological Monitoring of Exposure: Trends and Key Developments. *Journal of Occupational & Health*. 2005, Vol. 47, p. 22-48.

NR 7

- Vejamos mais um exemplo: o **Cromo**.
- Na NR 7 o controle por indicador biológico indica um IBMP de **30 µg/g de creatinina**.
- Em 2004 (dez anos depois da revisão da NR 7) este parâmetro foi alterado para **25 µg/g de creat.**, mas **não no Brasil**. Quem passou a adotar o novo valor foi a ACGIH*.

JAKUBOWSKI, Marek; TRZCINKA-OCHOCKA, Malgorzata. Biological Monitoring of Exposure: Trends and Key Developments. *Journal of Occupational & Health*. 2005, Vol. 47, p. 22-48.

O Chumbo

- O limite superior da normalidade para o **Pb-S** (chumbo no sangue) há quase **quatro décadas** é internacionalmente aceito como sendo **40 mg/dl** (Lane et al., 1968).
- Já o **limite de tolerância biológica** atualmente utilizado no Brasil para este indicador foi proposto pela *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) em **1975**, como sendo **60 mg/dl**.

O Chumbo e o **sistema nervoso**

- O alvo principal do Pb no corpo é o **Sistema Nervoso**. Ele é o mais afetado, veja:
- **Hiper-atividade, irritabilidade e depressão** (Byers, 1959; Eisler & Bartousek, 1960; National Academic of Science, 1972);
- **Disfunções nervosas periféricas** (Sessa, 1965; Catton, 1970; Seppäläinen & Hemberg, 1972);
- Em 1975, Vitale descreveu dois casos de **neuropatia** crônica em indivíduos que trabalhavam com chumbo, cujos Pb-S eram respectivamente **48 e 51 mg/dl** (LTB no Brasil = **60 mg/dl**).

O Chumbo abaixo do LTB

- Em 1977, Abbritti et al. estudaram trabalhadores sem nenhum antecedente clínico ou neurológico que pudesse acarretar disfunção neurológica periférica – ocupacionalmente expostos ao chumbo inorgânico em indústrias de pigmentos e cerâmicas da Itália.
- Dois com Pb-S menor que 40 mg/dl apresentavam sinais eletromiográficos de **neuropatia**.

O Chumbo abaixo do LTB

- Em 1980, um grupo de estudos da Organização Mundial de Saúde (WHO, 1980) concluiu que:
- *"os efeitos neurológicos periféricos iniciais começam a ocorrer dentro de uma amplitude de variação da **Pb-S de 40 a 50 mg/dl**, podendo ocorrer em poucos indivíduos até abaixo de 40 mg/dl".*

O Chumbo abaixo do LTB

- Em 1985, Chen et al. encontraram significativa diminuição da velocidade de condução nervosa em fibras motoras (MCV) e sensitivas (SCV) do nervo mediano entre 20 trabalhadores ocupacionalmente expostos ao chumbo cujos níveis de exposição encontravam-se **abaixo de 40 mg/dl**.
- Em 1984, Mantere et al. já identificavam a plumbemia de **30 mg/dl** como o patamar a partir do qual já começam a ocorrer *déficits de algumas das funções nervosas superiores*.

Comparando...

- Nos EUA, no estado de New York, o LTB para o chumbo é bem menor: **25 mg/dl de sangue**.
- Num estudo brasileiro feito no Laboratório de Toxicologia do SESI, em Leopoldina, foi feita uma comparação: foram encontrados **720** trabalhadores expostos acima do LTB de **25 mg/dl de sangue**, mas “apenas” **81** acima de **60 mg/dl (LTB adotado no Brasil)**.

Comparando...

- Apenas em uma fábrica avaliada* (de pilhas e baterias), a diferença é gritante:
- Foram encontrados **451** trabalhadores expostos acima do LTB de **25 mg/dl de sangue**, mas “apenas” **58** acima de **60 mg/dl (LTB adotado no Brasil)**.
- E então, o que fazer? Como Gestor você acreditaria que **só 58** estão com problemas de saúde?

*NEVES, Hélio. Vigilância de exposição ocupacional a substâncias tóxicas. **Informe Epidemiológico do SUS**, 8(1): 35-46, 1999.

Realidade brasileira...



■ Derretimento de chumbo, cádmio e estanho

FREITAS, Carlos Roberto de. *Caracterização qualitativa dos agentes poluentes da Indústria de Baterias Ortox e avaliação do seu potencial poluente*. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba: 2004, 66 p.

Realidade brasileira...



■ Baterias a serem recicladas em pátio

FREITAS, Carlos Roberto de. *Caracterização qualitativa dos agentes poluentes da Indústria de Baterias Ortox e avaliação do seu potencial poluente*. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba: 2004, 66 p.

Realidade brasileira...



■ Aplicação de maçarico em conectores

FREITAS, Carlos Roberto de. *Caracterização qualitativa dos agentes poluentes da Indústria de Baterias Ortox e avaliação do seu potencial poluente*. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba: 2004, 66 p.

Realidade brasileira...



- Estanhagem de contatos (sem máscara)

Um péssimo exemplo

- Em 1987 a **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional** publicava um artigo no qual alguns exemplos de como se **analisar resultados de indicadores biológicos** deveriam ser interpretados.
- Como exemplo, o artigo cita a exposição ao **benzeno** e o seu **indicador biológico**, que era, na época, o **fenol urinário**.

Um péssimo exemplo

- Num dos exemplos de como interpretar os resultados, cita-se que, se um grupo de 60 trabalhadores expostos ao benzeno numa siderúrgica, encontra-se uma média de 44,2 mg/l de fenol urinário, mas dois trabalhadores apresentam resultado de 62 e 58 mg/l.
- O LTB na época era considerado normal em até 50 mg/l.
- Resultado: "normal (desprezar (????????) os dois casos anormais, pois aceita-se até 5% de casos)".

Como interpretar?

- É evidente que OS TRABALHADORES ESTAVAM EXPOSTOS AO BENZENO.
- Havia dois deles acima do LTB, mas **MESMO ASSIM**, um Médico do Trabalho deveria considerar a situação “normal”...
- A média obtida (44,2 mg/l de fenol urinário) estava abaixo do LTB e, assim, o ambiente estava “controlado”.
- Você aceitaria isto como normal?

Como interpretar?

- Interpretando:
- A) Os trabalhadores estão **respirando benzeno** na área;
- B) O benzeno é uma “**substância comprovadamente carcinogênica, para a qual não existe limite seguro de exposição**” (ver Anexo 13-A da NR 15 – item 6.1);
- A situação está **descontrolada**. Há **vazamento de benzeno na área**;
- Os trabalhadores devem ser **afastados** e **tratados**.

Um problema sério

- Em 1997 a OMS apresentou a seguinte estimativa: de cada 1.000 trabalhadores expostos a concentrações de **1 ppm** de benzeno no ar, **3** terão **leucemia**.
- Até 1995 o **LT** para o benzeno, no Brasil, era de **8 ppm**. Então, passou a ser de **1 ppm** e **2,5 ppm** (neste último caso, nas siderúrgicas);
- Trabalhadores expostos a **1 ppm** de benzeno no ar podem apresentar um índice de fenol urinário entre **20 e 100 mg/l**.*

*DELLA ROSA, Henrique Vicente, et al. **Monitorização Biológica da Exposição Humana a Agentes Químicos**. São Paulo: FUNDACENTRO, 1991, 67p.

Um problema sério

- A biotransformação do benzeno no corpo gera **outros produtos tóxicos** que circulam no **sangue**: **fenol** e **hidroquinona**, que se **fixam na medula óssea**, justamente o órgão que **fabrica as células sanguíneas**.
- A Alemanha **não adota** qualquer limite biológico para substâncias com efeitos **mutagênicos** ou **carcinogênicos**, como o **benzeno**, pelo fato de “**não haver um valor biológico considerado seguro**”.
- As seguintes **doenças** derivadas da exposição ao benzeno já são reconhecidas pelo Governo Federal (Ministério da Saúde, 2001):

Doenças

- Leucemias (C91- e C95.-)
- Síndromes Mielodisplásicas (D46.-)
- Anemia Aplástica devida a outros agentes externos (D61.2)
- Hipoplasia Medular (D61.9)
- Púrpura e outras manifestações hemorrágicas (D69.-)
- Agranulocitose (Neutropenia tóxica) (D70)
- Outros transtornos especificados dos glóbulos brancos:
Leucocitose,
- Reação Leucemóide (D72.8)
- Outros transtornos mentais decorrentes de lesão e disfunção cerebrais e de doença física (F06.-) (Tolueno e outros solventes aromáticos neurotóxicos)

Doenças

- Transtornos de personalidade e de comportamento decorrentes de doença, lesão e de disfunção de personalidade (F07.-) (Tolueno e outros solventes aromáticos neurotóxicos)
- Transtorno Mental Orgânico ou Sintomático não-especificado (F09.-)
- Episódios depressivos (F32.-) (Tolueno e outros solventes aromáticos neurotóxicos)
- Neurastenia (Inclui Síndrome de Fadiga) (F48.0) (Tolueno e outros solventes aromáticos neurotóxicos)
- Encefalopatia Tóxica Crônica (G92.2)
- Hipoacusia Ototóxica (H91.0) (Tolueno e Xileno)
- Dermatite de Contato por Irritantes (L24.-)
- Efeitos Tóxicos Agudos (T52.1 e T52.2)

Trabalhador = cobaia

- Deixarei mais uma pergunta no ar:
- Você acha correto expor o trabalhador ao agente químico para **depois** fazer um exame (de sangue ou urina) para detectar se um produto “**viajou**” **dentro** **do seu corpo?**
- **Pior**: depois disto, conclui-se se esta “viagem” é considerada “**normal**”...

Para meditar...

“If you poison your boss a little bit each day it's called murder; if your boss poisons you a little each day it's called a Threshold Limit Value.”

"Se você envenenar seu chefe um pouco a cada dia, isso é chamado de assassinato. Mas se seu chefe envenena você um pouquinho a cada dia isso é chamado Limite de Tolerância”

- James P. Keogh, M.D., cited by Robert N. Proctor. *Cancer Wars: How Politics Shapes What We Know and Don't Know About Cancer* (New York: Basic Books, 1995), p 153.