

# Caracterização da exposição de população a organoclorados: uma aplicação da análise de cluster

## *Characterization of population exposure to organochlorines: a cluster analysis application*

Raphael Mendonça Guimarães<sup>1</sup>

Carmen Ildes Rodrigues Fróes Asmus<sup>1</sup>

Alex Burdorf<sup>II</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Estudos em Saúde Coletiva da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ. Rio de Janeiro, RJ.

<sup>II</sup> Department of Public Health, Erasmus MC Rotterdam, Rotterdam, Netherlands.

**Correspondência:** Raphael Mendonça Guimarães . Instituto de Estudos em Saúde Coletiva, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Avenida Horácio Macedo, Ilha do Fundão, Cidade Universitária. CEP 21941-598 Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: raphael@iesc.ufrj.br

## Resumo

O presente trabalho objetivou apresentar os resultados da aplicação da análise de agrupamento (cluster) para a caracterização da exposição a organoclorados, através de variáveis relacionadas ao tempo e à dose de exposição. Características de 354 sujeitos de uma população exposta a resíduos de pesticidas organoclorados relacionadas ao tempo e à dose de exposição foram submetidas à análise de cluster para separá-las em subgrupos. Foi realizada a análise de cluster hierárquico. Para avaliar a precisão da classificação, foram comparadas a variabilidade intragrupo e a variabilidade inter-grupos através do teste de ANOVA para cada dimensão. A estratégia de agregação foi realizada pelo método de Ward. Para criação dos clusters, foram comparadas as variáveis associadas à exposição e às rotas de contaminação. As informações referentes às doses estimadas de ingestão do composto foram usadas para ponderar os valores de tempo de exposição a cada uma das rotas, de forma a obter valores *proxy* de intensidade de exposição. Os resultados indicaram 3 clusters: o *cluster 1* (n = 45), com características de maior exposição; o *cluster 2* (n = 103), de exposição intermediária, e o *cluster 3* (n = 206), de menor exposição. As análises bivariadas realizadas com os grupos evidenciaram que são agrupamentos com diferença estatisticamente significativa. Este estudo evidenciou a aplicabilidade da análise de cluster para categorizar populações expostas a organoclorados, e aponta para a relevância de estudos tipológicos que possam contribuir para uma melhor classificação de sujeitos expostos a agentes químicos, condição típica dos estudos de epidemiologia ambiental, para uma mais ampla compreensão dos aspectos etiológicos, preventivos e terapêuticos da contaminação.

**Palavras-chave:** Métodos estatísticos multivariados. Análise de agrupamento. Organoclorados. Exposição. Saúde ambiental. Epidemiologia ambiental.

## Abstract

This study aimed to show the results from a cluster analysis application in the characterization of population exposure to organochlorines through variables related to time and exposure dose. Characteristics of 354 subjects in a population exposed to organochlorine pesticides residues related to time and exposure dose were subjected to cluster analysis to separate them into subgroups. We performed hierarchical cluster analysis. To evaluate the classification accuracy, compared to intra-group and inter-group variability by ANOVA for each dimension. The aggregation strategy was accomplished by the method of Ward. It was, for the creation of clusters, variables associated with exposure and routes of contamination. The information on the estimated intake doses of compound were used to weight the values of exposure time at each of the routes, so as to obtain values proxy exposure intensity. The results showed three clusters: cluster 1 (n = 45), characteristics of greatest exposure, the cluster 2 (n = 103), intermediate exposure, and cluster 3 (n = 206), less exposure. The bivariate analyzes performed with groups that are groups showed a statistically significant difference. This study demonstrated the applicability of cluster analysis to categorize populations exposed to organochlorines and also points to the relevance of typological studies that may contribute to a better classification of subjects exposed to chemical agents, which is typical of environmental epidemiology studies to a wider understanding of etiological, preventive and therapeutic contamination.

**Keywords:** Multivariate statistical methods. Cluster analysis. Organochlorines. Exposure. Environmental health. Environmental epidemiology.

## Introdução

O conceito de exposição na área de epidemiologia ambiental é definido como um contato delimitado no tempo e no espaço entre um indivíduo e um ou mais agentes biológicos, químicos e físicos<sup>1</sup>. Já a avaliação da exposição é identificada a partir das exposições que ocorrem ou que podem ser antecipadas em populações humanas<sup>2</sup>. Isto pode ser um evento complexo, demandando a análise de diferentes aspectos de contato entre as pessoas e as substâncias.

Métodos de avaliação da exposição podem ser usados para identificar e definir os grupos de maior e menor exposição. Dependendo da proposta de avaliação da exposição, o valor numérico pode ser uma estimativa da intensidade, taxa, velocidade, duração e frequência do contato ou da exposição. De acordo com o IPCS, uma das formas de estimar a exposição pode ser a avaliação separada da concentração da exposição e do tempo de contato, e sua combinação a posteriori. A partir desta forma, o avaliador dedica atenção para determinar a concentração de substâncias no meio ou localidade e contrapõe esta informação com o tempo e vias em que o indivíduo ou os grupos populacionais entraram em contato com a substância<sup>2</sup>.

Dentre as substâncias mais estudadas nos últimos anos estão os organoclorados, que são compostos de carbono, hidrogênio e cloro. São extremamente persistentes no meio ambiente e se acumulam em diversos compartimentos ambientais. A persistência no ambiente é definida pelo tempo que o produto químico leva para perder pelo menos 95% de sua atividade, ou seja, para se decompor em estruturas mais simples, basicamente CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O, sob condições ambientais e usos habituais. Aqueles que não são persistentes levam de uma a três semanas para serem degradados; os de persistência moderada, de 1 a 18 meses; e os persistentes, dois ou mais anos<sup>3-7</sup>. São compostos de difícil mensuração no homem, dada a sua lipofilia e baixa disponibilidade em tecido sanguíneo. Além disso, estimativas de

organoclorados exigem tecnologia de alta precisão e, por vezes, não refletem a real contaminação dos indivíduos<sup>8</sup>. Atentos a este fato, os programas de investigação interessados em realizar estudos na área vêm procurando formas alternativas de classificação da exposição dos sujeitos para a realização de estudos que quantifiquem a magnitude de associação entre a contaminação dos compostos e desfechos em saúde diversos<sup>9-12</sup>.

A análise de conglomerados tem como objetivo dividir os elementos de uma amostra em grupos, de forma que elementos pertencentes a um mesmo grupo sejam similares entre si, com respeito às variáveis (características) que neles foram medidas, e que elementos em grupos diferentes sejam heterogêneos em relação a estas mesmas características. O termo Análise de Cluster, primeiramente usado por Tyron<sup>13</sup>, na realidade comporta uma variedade de algoritmos de classificação diferentes, todos voltados para uma questão importante em várias áreas da pesquisa, que seria como organizar dados observados em estruturas que façam sentido, ou como desenvolver taxonomias capazes de classificar dados observados em diferentes classes. Importante é considerar inclusive, que essas classes devem ser classes que ocorrem “naturalmente” no conjunto de dados<sup>14</sup>.

Não foi encontrado na literatura estudo que tivesse utilizado a análise de cluster para verificar as relações conjuntas entre as variáveis associadas à exposição por substâncias químicas, especificamente a organoclorados. A grande maioria dos estudos internacionais utiliza dados de concentração sérica dos compostos, uma solução que traz em si dois problemas: a) o sangue não é a principal matriz biológica de concentração destes compostos; b) programas de investigação com menores montas de financiamento ou que contam com logística mais precária não dispõem de recursos para coleta e análise de qualquer matriz biológica.

Isto posto, o objetivo do estudo foi apresentar os resultados da aplicação da análise de agrupamento (cluster) para a caracterização da exposição a organoclorados, através

de variáveis relacionadas ao tempo e à dose de exposição.

## **Materiais e métodos**

### **Dados**

Os dados são referentes a um projeto que é um dos produtos do Termo de Cooperação nº 74/2010 (processo nº 25000.153491/2010-00) estabelecido entre o Instituto de Estudos em Saúde Coletiva (IESC) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e a Coordenação de Vigilância em Saúde Ambiental do Ministério da Saúde (CGVAM/MS) no ano de 2011.

Este Termo de Cooperação, nomeado “Análise dos Efeitos à Saúde Decorrentes da Exposição a Compostos Organoclorados em Cidade dos Meninos – RJ”, tem como objeto a análise do banco de dados produzido pelo Instituto Nacional do Câncer (INCA), durante o ano de 2007, a partir de um convênio realizado, à época, entre o INCA e a CGVAM.

O convênio estabelecido entre o INCA e a CGVAM teve como objeto a realização de um inquérito de saúde da população residente na área denominada Cidade dos Meninos, com coleta de dados clínicos, exame físico e exames laboratoriais. Ele foi finalizado no ano de 2007 e o banco de dados produzido foi entregue ao MS.

No ano de 2011, o IESC/UFRJ foi chamado pelo MS para analisar este banco de dados, através do Termo de Cooperação supracitado.

Os dados mantidos no banco de dados não possuem qualquer tipo de identificação, de forma que as análises não envolvem nenhum tipo de abordagem ou procedimento que implique em chance de violação dos direitos humanos estabelecidos pelo código de ética. Trata-se de banco de dados secundário cuja cessão de acervo foi dada pelo Ministério da Saúde pelo Ofício nº 47/2012.

### **Análise Estatística**

Foi realizada a análise de cluster hierárquico. Para avaliar a precisão da

classificação, comparou-se a variabilidade intragrupo (que é pequena se a classificação for boa) e a variabilidade inter-grupos (que é grande se a classificação for boa), através do teste de ANOVA para cada dimensão (caso ou variável)<sup>15,16</sup>.

A análise por clusters teve como objetivo principal classificar os objetos de análise (por exemplo, indivíduos de uma população) que são conhecidos por suas características, em grupos que sejam homogêneos intragrupos e heterogêneos intergrupos. As técnicas objetivas de agrupamentos diminuem a subjetividade, pois quantificam a similaridade ou dissimilaridade entre indivíduos. Dentre os vários métodos ou algoritmos de classificação de grupos estão aqueles que utilizam as técnicas hierárquicas. Neste, a partição se dá a partir de um número de grupo não definido inicialmente, em que os grupos majoritários são divididos em subgrupos minoritários agrupando aqueles indivíduos que apresentam características semelhantes. A classificação dos indivíduos em grupos distintos é feita a partir de uma função de agrupamento (distância ou similaridade) e de um critério matemático de agrupamento. A distância Euclidiana é a medida de dissimilaridade mais comumente usada em agrupamentos, embora existam muitas outras medidas de distância<sup>16-18</sup>.

Considere  $p \times n$  dados uma matriz  $X$  em espaço dimensional  $p$ ; as distâncias euclidianas entre as entidades  $X_i$  e  $X_j$  é dada por

$$d_{ij} = [X_i - X_j] = \left[ \sum_{k=1}^p (X_{i,k} - X_{j,k})^2 \right]^{1/2}$$

Tanto a distância euclidiana, medida de dissimilaridade, quanto o coeficiente de correlação, medida de similaridade, podem ser usados na determinação dos grupos. Para esse fim existem dois métodos de agrupamento, os hierárquicos e os não hierárquicos. Nos métodos hierárquicos vários critérios de agrupamentos são possíveis; dentre eles, optou-se pelo método de Ward (1963). Esse método procura por partições que minimizem a perda associada a cada agrupamento (Everitt, 1974; Bussab et al.,

1990; Mingoti, 2005). Essa perda é quantificada pela diferença entre a soma dos erros quadráticos de cada padrão e a média da partição em que está contido. A soma dos erros quadrados é definida como:

$$SQD = \sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2$$

em que  $n$  é o número total de elementos do agrupamento e  $x_i$  é o  $i$ -ésimo elemento do agrupamento.

O método, em lugar de reunir as duas classes que apresentam a menor distância (semelhança), agrega duas classes, de tal maneira que a classe resultante tenha dispersão mínima com relação a todas as classes que possam ser formadas em uma etapa do seu algoritmo<sup>17</sup>. O algoritmo calcula a dispersão de cada nova classe eventualmente constituída de duas classes originais. Para aplicar esse método, é necessário que a distância entre os objetos (sujeitos do estudo) a classificar seja uma quadrática  $d^2$  (euclidiana, euclidiana reduzida ou distância do  $c^2$ ). Se agrupadas as classes  $\{k\}$  e  $\{k'\}$ , o aumento da variância intragrupo, também chamado de nível de agregação  $\Delta_{(k \cup k')}$  é definido por:

$$\Delta_{(k \cup k')} = \frac{n_k \cdot n_{k'}}{n_k + n_{k'}} d^2_{(G_k, G_{k'})}$$

em que  $G_k$  e  $G_{k'}$  correspondem aos centros de gravidade das classes  $k$  e  $k'$ , enquanto  $d^2$  representa a distância euclidiana<sup>18</sup>.

Para a organização dos dados, utilizou-se a planilha eletrônica do Microsoft Excel, na sua versão 2010, e para a análise de *clusters*, o SPSS 20.0.

## Resultados

A técnica de agrupamento utilizada foi a classificação hierárquica ascendente. O método hierárquico aglomerativo ou ascendente começa com os objetos individuais, ou seja, os sujeitos. Então, têm-se, inicialmente, tantos grupos quantos forem os sujeitos ( $n = 354$ ). Os mais semelhantes foram agrupados, sendo estes grupos iniciais fundidos de acordo com suas similaridades.

Eventualmente, como as semelhanças diminuem, todos os subgrupos são fundidos em um único.

Para selecionar uma boa partição, escolheu-se um nível de agregação para o qual o valor não seja muito elevado, ou seja, baixa transformação das distâncias iniciais entre os objetos<sup>15,18</sup>.

### Seleção das variáveis de agrupamento

Para a criação dos clusters foram consideradas variáveis cujo modelo teórico ancilar se identificasse como comportamento associado à exposição e às rotas de contaminação.

Os organoclorados fazem parte de um grupo de compostos classificados como poluentes orgânicos persistentes (POPs). Tal atribuição se deve a três características básicas: persistência ambiental, bioacumulação (com conseqüente biomagnificação na cadeia trófica) e alta toxicidade. Inúmeros trabalhos foram produzidos posteriormente, ficando definitivamente comprovada a ação nociva dessas substâncias para o meio ambiente e a saúde pública, o que levou à restrição de uso, e até proibição, em diversos países. Propriedades tais como baixa volatilidade, estabilidade química, solubilidade lipídica, baixa taxa de biotransformação e degradação, que fizeram com que esses químicos se tornassem inseticidas tão eficientes, também os baniram por causa de sua extrema persistência no meio ambiente, bioconcentração e biomagnificação dentro das variadas cadeias alimentares<sup>19</sup>.

Devido à característica de persistência no ambiente, os organoclorados têm maior chance de penetrar nas diversas cadeias alimentares e permanecer, por tempo indeterminado, no ecossistema. O que torna esses compostos danosos, além de sua persistência, é o fato de serem lipossolúveis e de difícil eliminação. Eles ficam estocados no tecido adiposo da cadeia animal, o que faz com que os animais se constituam em verdadeiros compartimentos de reserva desses produtos. Há referência de que cerca de 96% da exposição humana aos

organoclorados e dioxinas se dá por meio da ingestão de alimentos, principalmente de origem animal, como peixes, carnes, ovos, leite e seus derivados<sup>20</sup>.

Para a definição dos clusters foram usadas as variáveis: tempo de moradia no local, tempo de contato com o solo (em atividades ocupacionais, agricultura, etc.), tempo de criação de animais, tempo de consumo de carne produzida no local, tempo de consumo de leite, ovos e derivados, todas variáveis contínuas medidas em anos.

A toxicologia considera, para efeito de avaliação de toxicidade a qualquer composto químico, a relação dose (intensidade) x tempo. Todas estas variáveis foram ajustadas para a idade, procedendo-se um cálculo de pessoa tempo em que se considerou cada ano de exposição<sup>8</sup> para efeito de cálculo de exposição acumulada.

Durante o Estudo de Avaliação de Risco, devido à quantidade limitada de dados sobre a dispersão ambiental dos contaminantes fora das áreas de foco e falta de dados relativos a todos os contaminantes alvo, foram retiradas amostras do solo e alimentos (ovos) para análise dos níveis de contaminantes<sup>21-23</sup>. A amostragem foi sistemática, utilizando uma grade a partir de duas linhas retas imaginárias, localizadas, respectivamente, a 50 e 100 m dos ombros da Estrada Camboaba, a principal via de acesso do local. Os pontos de amostragem foram definidos a 500 m a partir destas linhas retas, usando como ponto de partida a casa sentinela principal para a Cidade dos Meninos. Para além dos pontos de amostragem na grelha proposto, os pontos de amostragem foram estabelecidos na vizinhança imediata das casas ao longo do ramo da estrada Camboaba. Dados da concentração de cada contaminante detectada nas amostras de solo nas principais focos de emissão na Cidade dos Meninos foram comparados com os valores de referência para a legislação holandesa para solos residenciais (MRT - tolerância ao risco máximo - valor e intervenção)<sup>24</sup>.

Os testes foram realizados por um laboratório privado do Rio de Janeiro (limite

de detecção do método: 0.01µg/kg para todos os compostos analisados; o, p'DDE, o, p'DDD, e o, p'DDT foram quantificados pela semi-quantitativa do método). Em relação aos alimentos, os ovos foram escolhidos porque são bioconcentradores de grande quantidade de pesticidas organoclorados e, juntamente com o leite de vaca, constituem uma fonte básica de proteína animal para os residentes locais. Os níveis de pesticidas em amostras de leite de vacas criadas na Cidade dos Meninos foram usados para calcular a dose de exposição dos alimentos. Coleções de amostras foram realizadas com os produtores de leite localizados no tempo do estudo. Cada amostra foi um composto da produção diária para cada agricultor<sup>22,23</sup>.

As análises de pesticidas das amostras de alimentos foram realizadas por um laboratório privado do Rio de Janeiro (limite de detecção do método: 0.01µg/kg para todos os compostos analisados; o, p'DDE, o, p'DDD, e o, p'DDT foram quantificados pelo método semi-quantitativo). Os níveis de resíduos de pesticidas nos alimentos foram comparados com os limites máximos de resíduos estabelecidos pela European Food Safety Authority<sup>24</sup>, considerado o mais completo e rigoroso padrão internacional.

As doses de exposição ambiental estimadas através de Estudos de Avaliação de Risco à Saúde Humana realizados na área<sup>21,25</sup> usaram as seguintes fórmulas:

#### Dose estimada por ingestão de solo (Edsi)

$$\text{Edsi} = \frac{C \times \text{IR} \times \text{EF} \times 10^{-6}}{\text{BW}}$$

onde C = concentração do contaminante no solo superficial (mg/kg); IR = taxa de ingestão de solo; EF = fator de exposição; BW = peso corporal.

#### Dose estimada por ingestão de alimentos (Edf)

$$\text{Edf} = \sum_{i=1}^n \frac{C_i \times \text{Ri} \times \text{EF}}{\text{BW}}$$

onde C = concentração do contaminante no grupo alimentar (mg/g); Ri = taxa de

ingestão do grupo alimentar (g/dia); EF = fator de exposição; BW = peso corporal.

As informações referentes a estas doses estimadas foram usadas para ponderar os valores de tempo de exposição a cada uma das rotas, de forma a obter valores *proxy* de intensidade de exposição.

#### Definição dos clusters

O número de *clusters* a serem utilizados não segue um padrão fixo, pois depende muito do objetivo do pesquisador. Não há um critério estatístico padrão para inferência, como testes ou coisas semelhantes. Um procedimento frequentemente utilizado é a regra de parada, que examina alguma medida de similaridade ou distância entre agrupamentos em cada passo sucessivo, com a solução de *clusters* sendo definida quando a medida de similaridade excede a um valor especificado, isto é, quando a distância entre dois pontos ultrapassar um valor predefinido pelo pesquisador.

Os *clusters* foram então formados pela combinação individual dos ativos, um a um, em diferentes grupos, até a formação do número estimado pela modelagem (*data driven*), que neste caso específico foram três.

Os resultados indicaram que o *cluster* 1 (n = 45), aqui identificado, apresenta características de exposição que podem ser consideradas como mais intensas do que aquelas identificadas para o *cluster* 2 (n = 103), de exposição intermediária, que possui intensidade maior que o *cluster* 3 (n = 206).

A Tabela 1 identifica os valores médios de cada uma das variáveis utilizadas para a criação dos clusters, com o respectivo teste de ANOVA; já a Tabela 2 apresenta dados de alguns potenciais confundidores de qualquer análise relativa a organoclorados para desfechos em saúde, apontados pela literatura<sup>26</sup>, evidenciando que são agrupamentos com diferença estatisticamente significativa, ou seja, grupos heterogêneos entre si, porém homogêneos internamente.

A validade preditiva dos clusters pode

ser avaliada, de forma prospectiva, verificando-se o comportamento de cada subtipo com relação a diferentes variáveis de modificação de efeito, como sexo, idade ou fase da vida onde a exposição se iniciou. Ainda que o desenho deste estudo não permita avaliar a validade preditiva da tipologia, é possível, todavia, discutir as prioridades de monitoramento. Os clusters mantiveram

padrões diferenciáveis de exposição; portanto, é possível que sejam utilizadas suas informações para categorizar a população exposta e priorizar o grupo de maior exposição para rastreamento na rede de serviços de saúde para desfechos associados aos organoclorados, especialmente desfechos endócrinos, reprodutivos, neurológicos, hepáticos e câncer.

**Tabela 1** - Valores Médios dos tempos de exposição ambiental segundo grupos de exposição.

**Table 1** - Average values of environmental exposure times according to exposure groups.

Variável Tempo	Grupo 1 (n=45)		Grupo 2 (n=103)		Grupo 3 (n=206)		Total (n=354)		p valor*
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	
Residência no local	43,09	11,71	24,02	11,20	10,94	9,48	18,83	14,99	< 0,001
Contato com o solo	42,71	11,83	21,81	12,40	10,50	9,90	17,89	15,29	< 0,001
Criação de animais	10,33	16,75	8,33	12,09	3,53	7,04	5,79	10,65	< 0,001
Consumo de Carne	44,29	9,87	23,86	11,07	10,85	9,48	18,89	15,07	< 0,001
Consumo de Ovos	44,33	9,88	24,21	11,10	10,84	9,49	18,99	15,12	< 0,001
Consumo de Leite e Derivados	43,91	10,72	23,89	11,16	10,74	9,56	18,78	15,14	< 0,001

\* obtido através do teste de ANOVA.

\* Obtained with the ANOVA test.

**Tabela 2** - Análise Bivariada de potenciais confundidores segundo grupo de exposição.

**Table 2** - Bivariate analysis of potential confounding according to exposure group.

Variável	Grupo 1 (n=45)		Grupo 2 m(n=103)		Grupo 3 (n=206)		Total (n=354)		p valor*
	n	%	n	%	n	%	n	%	
<b>Nascimento no local</b>									
Não	30	11,6	89	34,4	140	54,1	259	100,0	0,001
Sim	15	15,8	14	14,7	66	69,5	95	100,0	
<b>Início da Exposição após 5 anos de vida</b>									
Não	22	12,60	68	38,90	85	48,60	175	100,0	< 0,001
Sim	16	16,20	16	16,20	67	67,70	99	100,0	
<b>Sexo</b>									
Masculino	16	8,90	64	35,60	100	55,60	180	100,0	0,001
Feminino	32	18,40	36	20,70	106	60,90	174	100,0	
<b>Faixa Etária</b>									
0 – 9 anos	0	0,00	0	0,00	3	100,0	3	100,0	< 0,001
10 – 19 anos	0	0,00	0	0,00	30	100,0	30	100,0	
20 – 29 anos	0	0,00	0	0,00	38	100,0	38	100,0	
30 – 39 anos	0	0,00	3	4,20	69	95,80	72	100,0	
40 – 49 anos	5	4,80	52	50,00	47	45,20	104	100,0	
50 – 59 anos	27	34,60	36	46,20	15	19,20	78	100,0	
60 anos e mais	13	44,80	12	41,40	4	13,80	29	100,0	
<b>Microárea da ESF**</b>									
1	9	10,6	18	21,2	58	68,2	85	100,0	< 0,001
2	10	10,9	30	32,6	52	56,5	92	100,0	
3	13	18,8	35	50,7	21	30,4	69	100,0	
4	12	12,1	30	30,3	57	57,6	99	100,0	

\* Obtido através do teste de qui-quadrado de Pearson. \*\* ESF – Estratégia Saúde da Família

\* Obtained with the Pearson chi-square test. \*\* ESF – Estratégia Saúde da Família (Family Health Strategy)

## Conclusão

A Saúde Ambiental tem como um de seus objetivos a prevenção dos danos à saúde causados por contaminantes químicos presentes no meio ambiente, fazendo com que os níveis desta exposição sejam mantidos em valores que não constituam um risco inaceitável. Para isso, tornam-se necessárias a identificação e quantificação deste risco através da avaliação biológica da exposição humana<sup>27</sup>.

O estudo das características comuns entre as populações expostas a substâncias químicas é importante para que se possa traçar um programa de redução desta exposição<sup>28</sup>. No Brasil ainda são poucos os programas que focam na prevenção da exposição e na mitigação do risco, diferentemente do que ocorre em países como Canadá, Austrália, França e Estados Unidos.

Uma limitação desse estudo é que a

técnica utilizada não permite fazer inferência dos achados (pela ausência do padrão ouro); mesmo assim, ela pareceu ser ferramenta útil para o estudo dessas relações e para traçar o perfil de subgrupos dessa população, alguns dos quais devem ser alvo prioritário das ações de controle do agravo.

Espera-se que as características comuns encontradas neste estudo possam apontar direções para o planejamento de estratégias de programas de prevenção da exposição por organoclorados e fomentar mais estudos a partir das suposições levantadas. Estudos futuros, que observem grupos populacionais que foram expostos em acidentes ou em uso doméstico/ocupacional do organoclorado, ou mesmo que vivem em locais onde ainda não foi cessada a exposição, serão úteis para se ampliar o conhecimento dos fatores associados, assim como para avaliar as relações conjuntas desses fatores entre os grupos.

---

## Referências

1. Environmental Protection Agency. *Exposure Assessment Tools and Models*. Disponível em <http://www.epa.gov/opptintr/exposure/> (Acessado em 20 de março de 2012).
2. International Programme on Chemical Safety. *General scientific principles of chemical safety*. Geneva: World Health Organization; 2000. (Training Module, 4).
3. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. *Toxicological profile for DDT, DDE, DDD*. Disponível em <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp35.html> (Acessado em 19 de março de 2012).
4. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. *Toxicological profile for chlorophenols*. Disponível em <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp107.html> (Acessado em 19 de março de 2012).
5. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. *Toxicological profile for 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin*. Disponível em <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp104.html> (Acessado em 19 de março de 2012).
6. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. *Toxicological profile for alpha, beta, gamma, and delta-hexachlorocyclohexane*. Disponível em <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp43.html> (Acessado em 19 de março de 2012).
7. D'Amato C, Torres JPM, Malm O. DDT (diclorodifeniltricloroetano): toxicidade e contaminação ambiental. Uma revisão. *Química Nova* 2002; 25: 995-1002.
8. Klaassen D. *Casarett and Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons*. Companion HandBook. Fifth Edition. McGraw-Hill 6<sup>th</sup>Ed; 1999.
9. Environmental Protection Agency. Hazardous waste. <http://www.epa.gov/ebtpages/wastehazardouswaste.html> (Acessado em 22 de março de 2012).
10. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. *Public health assessment guidance manual*. Disponível em <http://www.atsdr.cdc.gov/HAC/PHAMManual/appg.html> (Acessado em 22 de março de 2012).
11. Reichenheim, ME & Moraes, CL. Qualidade dos instrumentos epidemiológicos. In Almeida Filho N, Barreto M (Eds.). *Epidemiologia & Saúde - Fundamentos, Métodos e Aplicações*. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan; 2011. pp. 150-64.
12. Streiner DL, Norman GR. *Health measurement scales. A practical guide to their development and use* (4 ed.). Oxford: Oxford University Press; 2008.
13. Tyron RC. *Cluster Analysis*. Ann Arbor, MI: Edwards Brothers; 1939.

14. von Wangenheim R. Análise de Agrupamentos. Disponível em <http://www.inf.ufsc.br/~patrec/agrupamentos.html> (Acessado em 25 de março de 2012).
15. Mingoti SA. *Análise de Dados Através de Métodos de Estatística Multivariada: uma abordagem aplicada*. Belo Horizonte: Editora UFMG; 2005.
16. Wilson M. *Constructing measures. An item response modeling approach*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers; 2005.
17. Raymundo CE. *Desenvolvimento de material instrucional com enfoque construtivista para cursos de bioestatística aplicada à análise epidemiológica usando R* (dissertação de mestrado). Rio de Janeiro: Instituto de Medicina Social da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ; 2009.
18. Crivisqui E. *Apresentação dos métodos de classificação*. Londrina: U; 1999.
19. Ecobichon DJ. Toxic effects of pesticides. In Amdur MO, Doull J, Klaassen CD (eds.) *Casarett and Doull's Toxicology: The basic science of poisons*. 4a ed. New York; McGraw-Hill; 1991. pp. 565-622.
20. Nakagawa R et al. Maternal body burden of organochlorine pesticides and dioxins. *Journal of AOAC International* 1999; 82(3): 716-724.
21. Ministério da Saúde. *Avaliação de risco a saúde humana por resíduos de pesticidas organoclorados em Cidade dos Meninos, Duque de Caxias, RJ*. Disponível em [http://portal.saude.gov.br/portal/svs/visualizar\\_texto.cfm?idtxt=23560](http://portal.saude.gov.br/portal/svs/visualizar_texto.cfm?idtxt=23560) (Acessado em 19 de setembro de 2006).
22. Ministério da Saúde. *Atuação do Ministério da Saúde no caso de contaminação ambiental por pesticidas organoclorados, na Cidade dos Meninos, Município de Duque de Caxias, Rio de Janeiro*. Disponível em [http://portal.saude.gov.br/portal/svs/visualizar\\_texto.cfm?idtxt=23817](http://portal.saude.gov.br/portal/svs/visualizar_texto.cfm?idtxt=23817) (Acessado em 19 de setembro de 2006).
23. Ministério da Saúde. *Atuação do Ministério da Saúde no caso de contaminação ambiental por pesticidas organoclorados, na Cidade dos Meninos, Município de Duque de Caxias, Rio de Janeiro*. Disponível em [http://portal.saude.gov.br/portal/svs/visualizar\\_texto.cfm?idtxt=23817](http://portal.saude.gov.br/portal/svs/visualizar_texto.cfm?idtxt=23817) (Acessado em 22 de março de 2012).
24. European Food Safety Authority. *Health and consumer protection directorate – general. Council directives: 76/895/EEC; 86/362/EEC; 86/363/EEC E 90/642/EEC*. Disponível em [http://ec.europa.eu/food/plant/protection/pesticides/legislation\\_en.htm](http://ec.europa.eu/food/plant/protection/pesticides/legislation_en.htm) (Acessado em 22 de setembro de 2006).
25. Asmus CIRF et al. Assessment of human health risk from organochlorine pesticide residues in Cidade dos Meninos, Duque de Caxias, Rio de Janeiro, Brazil. *Cad Saúde Pública* 2008; 24(4): 755-66.
26. WHO. *International Programme on Chemical Safety. Global Assessment Of The State-Of-The-Science Of Endocrine Disruptors*. World Health Organization; 2002.
27. Amorim LCA. Os biomarcadores e sua aplicação na avaliação da exposição aos agentes químicos ambientais. *Rev Bras Epidemiol* 2003; 6(2): 158-70.
28. Christensen R et al. European experience in chemicals management: integrating science into policy. *Environ Sci Technol* 2001; 45(1): 80-9.

Recebido em: 23/04/12

Versão final apresentada em: 30/08/12

Aprovado em: 31/08/12