

# Carvão e Meio Ambiente

Centro de Ecologia

da Universidade Federal  
do Rio Grande do Sul



Editora  
da Universidade

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

*Carvão e meio ambiente* é fruto da colaboração de inúmeros grupos de trabalho da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, tendo contado com pesquisadores de outras instituições com o objetivo de estudar os efeitos da exploração e do uso do carvão sobre o meio ambiente, na Região Carbonífera do baixo Jacuí, no Rio Grande do Sul.

A Região, nos seus aspectos ambientais e sociais, é tratada de modo global na primeira parte do livro, que relata sobre a geologia, o clima, os solos, a vegetação e as características demográficas, econômicas e jurídico-políticas.

A partir da descrição geral busca-se uma síntese dos aspectos ambientais e socioeconômicos, visando analisar a sustentabilidade econômica e ambiental da exploração e do uso do carvão.

Estudos sobre as conseqüências da queima do carvão, na atmosfera local, no solo e na água, são abordados nos tópicos ligados ao meio físico. Especial atenção

está voltada para a recuperação de áreas mineradas e com sugestões para os tomadores de decisão quanto ao monitoramento e ao gerenciamento ambiental.

Animais e plantas foram alvo de estudos específicos com objetivo de identificar indicadores dos impactos de atividades carboníferas sobre os organismos vivos, bem como os aspectos relacionados à saúde pública.

A organização social da região e seu engajamento na melhoria do ambiente ocorreram através de estudos sobre as ações de educação ambiental promovidas por escolas e associações comunitárias.

Quer pela caracterização geral da região, quer pelos estudos específicos, *Carvão e meio ambiente* trata de forma aprofundada e original os mais diversos tópicos associados à problemática da exploração e do uso do carvão e suas conseqüências sobre o meio físico, os organismos vivos e a sociedade.

# Carvão e Meio Ambiente

---

Centro de Ecologia

---

da Universidade Federal  
do Rio Grande do Sul



Editora  
da Universidade

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

RESERVA TÉCNICA  
Editora da UFRGS

© dos autores  
1ª edição: 2000

Direitos reservados desta edição  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Capa: Paulo Antonio da Silveira  
Foto da capa: Geraldo Mario Rohde  
Editoração eletrônica: William Wazlawik  
Toni Peterson Lazaro  
Fernando Piccinini Schmitt

---

C397c Centro de Ecologia/UFRGS  
Carvão e meio ambiente/ Centro de Ecologia/UFRGS. – Porto Alegre : Ed. Universidade/UFRGS, 2000.

1. Carvão – Meio ambiente. I. Título.

CDU 622.33:634.0.11

---

Catálogo na publicação: Mônica Ballejo Canto – CRB 10/1023

ISBN 85-7025-563-2

CARV  
C 332

# Carvão

e Meio Ambiente

RESERVA TÉCNICA  
Editora da UFRGS



**UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO RIO  
GRANDE DO SUL**

Reitora

**Wrana Maria Panizzi**

Vice-Reitor

**Nilton Rodrigues Paim**

Pró-Reitor de Extensão

**Luiz Fernando Coelho de Souza**

---

**EDITORA DA UNIVERSIDADE**

Diretor

**Geraldo F. Huff**

**CONSELHO EDITORIAL**

**Anna Carolina K. P. Regner**

**Christa Berger**

**Eloir Paulo Schenkel**

**Georgina Bond-Buckup**

**José Antonio Costa**

**Livio Amaral**

**Luiza Helena Malta Moll**

**Maria da Graça Krieger**

**Maria Heloisa Lenz**

**Paulo G. Fagundes Vizontini**

**Geraldo F. Huff, presidente**



---

**Editora da Universidade/UFRGS** • Av. João Pessoa, 415 - 90040-000 - Porto Alegre, RS - Fone/fax (51) 224-8821, 316-4082 e 316-4090 - E-mail: [editora@orion.ufrgs.br](mailto:editora@orion.ufrgs.br) - <http://www.ufrgs.br/editora> • **Direção:** Geraldo Francisco Huff • **Editoração:** Paulo Antonio da Silveira (coordenador), Carla M. Luzzatto, Cláudia Bittencourt, Maria da Glória Almeida dos Santos, Najára Machado • **Administração:** Julio Cesar de Souza Dias (coordenador), José Pereira Brito Filho, Laerte Balbinot Dias, Norival Hermeto Nunes Saucedo • **Apoio:** Idalina Louzada, Laércio Fontoura.

# NÍVEIS DE PESTICIDAS ORGANOCORADOS EM SANGUE HUMANO DA POPULAÇÃO DE SÃO JERÔNIMO/RS

Graciema Formolo Pellini  
Tuiskon Dick  
Maria Teresa Raya Rodriguez

## INTRODUÇÃO

Os pesticidas organoclorados são compostos lipossolúveis e com a características de ação prolongada no meio.

O objetivo desta pesquisa foi o de avaliar os níveis de pesticidas organoclorados no sangue da população humana de São Jerônimo e comparar estes níveis com os resultados de pesquisas em outras localidades.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Coleta de materiais

Os pesticidas organoclorados avaliados pela pesquisa são: aHCH, bHCH, Lindane, HCB, heptacloroepóxido, pp'DDE., pp'DDT e oxiclordane.

As amostras de sangue foram coletadas pelo Laboratório de Análises Ltda. De São Jerônimo(RS) com a supervisão do doutor Paulo Duro.

Foram coletadas 121 amostras de sangue na cidade de São Jerônimo(RS).

O critério da amostragem foi aleatório, visando amostrar, no mínimo, 0,5% da população, valor este considerado como representativo pelo IBGE (1991).

Cada doador preencheu um questionário (anexo 1), preenchimento este que foi supervisionado pelo Laboratório de Análises Ltda.

Os tubos de ensaio foram previamente tratados para análise de resíduos, ou

seja, lavados com Extran® alcalino, enxaguados com água deionizada e acetona, cada tubo continha 0,2ml de solução de oxalato de potássio a 20g% usado como anticoagulante. Após a coleta (10ml), o sangue foi centrifugado e o plasma separado para um segundo tubo de ensaio, também tratado para análise de resíduos, onde foi mantido em freezer até o momento da análise.

## ANÁLISES

As análises foram realizadas no Laboratório de Cromatografia a Gás do Centro de Ecologia - UFRGS.

A metodologia utilizada para as análises é a descrita por DALE *et alii* (1966) que consiste em extração com 6ml de n-Hexano de uma alíquota de 3ml de plasma. Os tubos eram colocados em um agitador de deslocamento horizontal por um período de 30 minutos. Uma alíquota de 4ml da fase de n-Hexano era retirada com pipeta volumétrica e colocada em um tubo de ensaio. Esta alíquota era submetida a corrente de nitrogênio super seco até evaporação total do n-hexano. No tubo de ensaio, onde foi realizada a evaporação, adicionou-se com pipeta volumétrica 1ml de n-Hexano e uma alíquota de 8 microlitros era injetada no cromatógrafo.

Para cada lote de 20 amostras, foi feita uma duplicata.

Foram feitos recuperados cuja média de recuperação considerada boa é de 80 a 105%.

## Condições de análises

Utilizaram-se dois cromatógrafos a gás Varian e duas colunas cromatográficas (tabela 1). Na primeira coluna foi feita a identificação e quantificação dos princípios de organoclorados. Na segunda coluna foi feita a confirmação destes princípios. Para se fazer a identificação, foi utilizado um *pool* de pesticidas organoclorados (tabela 2) com concentrações concluídas.

**Tabela 1**  
CONDIÇÕES CROMATOGRÁFICAS

CONDIÇÕES	COLUNA 1	COLUNA 2
Material	vidro	vidro
Comprimento	1,80m	1,80m
Fase Líquida	1,5% OV 17 + 1,95% OV 210	5% OV 101
Fase Estacionária	chromosorb w100 - 120 mesh	chromosorb w100-120 mesh
Temp. Coluna	198 - 210 °C	180 °C
Temp. Detector	280 °C	300 °C
Temp. Injetor	230 °C	230 °C
Fluxo n2	40 ml/min	40ml/min
Atenuação	8	16



**TABELA 2**  
**POOL DE PESTICIDAS ORGANOCLORADOS**  
**COM AS CONCENTRAÇÕES EM ng/μl.**

<b>Princípio Ativo</b>	<b>ng/μl</b>
HCB	0,0050
α-HCH	0,0050
β-HCH	0,0200
Lindane	0,0050
Heptacloro	0,0100
Aldrin	0,0100
Oxiclordane	0,0100
Heptacloro epóxido	0,0100
Trasnonacloro	0,0100
pp' DDE	0,0125
Dieldrin	0,0100
op' DDD	0,0100
Endrin	0,0300
op' DDT	0,0300
pp' DDD	0,0300
pp' DDT	0,0340
Mirex	0,0300
Metoxicloro	0,0500

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na tabela 3 encontram-se o número de representantes em cada grupo de idade e a distribuição quanto ao sexo, tipo de residência, profissão e tabagismo.

**Tabela 3**  
DISTRIBUIÇÃO GERAL DE DOADORES

GRUPO DE IDADE	< 20	20 + 40	40 + 60	≥ 60	TOTAL
número de amostras	26	36	40	19	121
sexo masculino	11	14	23	6	54
sexo feminino	15	22	17	13	67
residência urbana	26	27	37	16	106
residência rural	-	9	3	3	15
profissão não rural	7	28	37	16	88
profissão rural	-	8	3	3	14
crianças	19	-	-	-	-
fumante	1	20	13	4	38
não fumante	25	16	27	15	83

Na tabela 4, relacionamos os valores médios em ng/ml em plasma humano com os respectivos desvio padrão, número de ocorrências (n) para os 8 princípios de organoclorados e limite inferior ( $L_i$ ) e limite superior ( $L_s$ ) dos valores encontrados.

Foram considerados como limite inferior valores iguais ou maiores que 0,1 ng/ml. O valor não detectado (nd) é inferior a 0,1 ng/ml.

**Tabela 4**  
VALORES MÉDIOS ( $\bar{x}$ ) EM ng/ml, DESVIO PADRÃO (DP),  
NÚMERO DE OCORRÊNCIA (n), O MENOR VALOR ENCONTRADO ( $L_i$ ),  
O MAIOR VALOR ( $L_s$ ). NÃO DETECTADO (nd) < 0,1ng/ml.

GRUPO DE IDADE n total	< 20	20 + 40	40 + 60	≥ 60
	n = 26	n = 36	n = 40	n = 19
<b>PRINCÍPIOS DE OCS</b>				
<b><math>\alpha</math> HCH</b>				
X $\pm$ DP	1,51 $\pm$ 1,27	0,86 $\pm$ 0,31	1,36 $\pm$ 0,83	0,98 $\pm$ 1,04
n	7	8	6	5
$L_i$ - $L_s$	0,51 - 3,94	0,31 - 1,40	0,70 - 1,62	0,22 - 2,76
<b><math>\beta</math> HCH</b>				
X $\pm$ DP	1,86 $\pm$ 1,13	2,05 $\pm$ 1,39	2,43 $\pm$ 1,73	4,60 $\pm$ 3,03
n	11	23	23	18
$L_i$ - $L_s$	0,18 - 3,63	0,34 - 6,24	0,36 - 6,60	1,36 - 11,97
<b>LINDANE</b>				
X $\pm$ DP	0,30 $\pm$ -	0,75 $\pm$ -	1,06 $\pm$ 0,64	1,38 $\pm$ -
n	1	1	4	1
$L_i$ - $L_s$	nd - 0,30	nd - 0,75	0,57 - 1,95	nd - 1,38
<b>HCB</b>				
X $\pm$ DP	1,20 $\pm$ 0,76	0,94 $\pm$ 0,60	1,46 $\pm$ 1,59	1,95 $\pm$ 1,48
n	23	27	31	17
$L_i$ - $L_s$	0,15 - 3,06	0,11 - 2,62	0,12 - 7,90	0,18 - 4,77
<b>HEPTACLOROEPÓXIDO</b>				
X $\pm$ DP	0,90 $\pm$ -	0,89 $\pm$ 0,03	0,24 $\pm$ 0,05	0,46 $\pm$ -
n	1	2	2	1
$L_i$ - $L_s$	nd - 0,90	0,87 - 0,91	0,12 - 0,49	0,21 - 0,46
<b>pp' DDE</b>				
X $\pm$ DP	0,70 $\pm$ 0,35	1,73 $\pm$ 2,07	3,74 $\pm$ 4,03	4,22 $\pm$ 3,81
n	17	23	26	11
$L_i$ - $L_s$	0,13 - 1,11	0,15 - 9,90	0,33 - 19,20	0,94 - 13,06
<b>pp' DDT</b>				
X $\pm$ DP	-	1,08 $\pm$ -	0,56 $\pm$ 0,01	1,57 $\pm$ -
n	0	1	2	1
$L_i$ - $L_s$	-	nd - 1,08	0,55 - 0,57	nd - 1,57
<b>OXCILORDANE</b>				
X $\pm$ DP	0,94 $\pm$ 0,43	1,43 $\pm$ 0,96	2,94 $\pm$ -	0,62 $\pm$ 0,26
n	5	7	1	7
$L_i$ - $L_s$	0,28 - 1,41	0,34 - 2,70	nd - 2,94	0,42 - 0,81

O tratamento estatístico aplicado foi ANOVA, através do qual verificou-se a existência ou não de diferenças significativas entre os grupos etários estudados. Quando a diferença era constatada, foi aplicado o teste de Tukey para identificar em que grupos a diferença era significativa.

Na Tabela 5 observa-se o resultado da ANOVA geral para um alfa de 0,05.

**Tabela 5**  
ANOVA – GERAL

	ANOVA geral alfa 0,05	TUKEY
alfa HCH	NS	-
beta HCH	S	A-D; B-D; C-D
Lindane	NS	-
HCB	S	B-D
Heptacloroepóxido	NS	-
pp'DDE	S	A-C; A-D
pp'DDT	NS	-
Oxiclordane	S	C-D

Convenção:

< 20 anos - A

20 † 40 anos - B

40 † 60 anos - C

> 60 anos - D

NS - não significativo

S - significativo

Foi feito o mesmo tratamento estatístico com informações, da tabela 3, como sexo, profissão, residência e tabagismo. Os resultados estão expressos nas tabelas abaixo.

**Tabela 6**  
ANOVA – SEXO

	ANOVA sexo alfa 0,05	TUKEY
alfa HCH	NS	-
beta HCH	S	E-H; F-H; G-H
Lindane	NS	-
HCB	NS	-
Heptacloroepóxido	NS	-
pp'DDE	S	E-H
pp'DDT	NS	-
Oxiclordane	NS	-

Convenção:

A < 20 anos - sexo masculino

B 20 † 40 anos - sexo masculino

C 40 † 60 anos - sexo masculino

D > 60 anos - sexo masculino

E < 20 anos - sexo feminino

F 20 † 40 anos - sexo feminino

G 40 † 60 anos - sexo feminino

H > 60 anos - sexo feminino

NS - não significativo

S - significativo

**Tabela 7**  
ANOVA – TABAGISMO

	<b>ANOVA Tabagismo</b> alfa 0,05	<b>TUKEY</b>
alfa HCH	NS	-
beta HCH	S	F-H
Lindane	NS	-
HCB	NS	-
Heptacloroepóxido	NS	-
pp'DDE	S	E-G
pp'DDT	NS	-
Oxiclordane	S	A-G;D-F;D-G;F-H;G-H

Convenção:

A < 20 anos - fumante

B 20 | 40 anos - fumante

C 40 | 60 anos - fumante

D > 60 anos - fumante

E < 20 anos - não fumante

F 20 | 40 anos - não fumante

G 40 | 60 anos - não fumante

H > 60 anos - não fumante

NS - não significativo

S - significativo

**Tabela 8**  
ANOVA – RESIDÊNCIA

	<b>ANOVA Residência</b> alfa 0,05	<b>TUKEY</b>
alfa HCH	NS	-
beta HCH	S	A-D;B-D;C-D;D-F
Lindane	NS	-
HCB	S	B-D
Heptacloroepóxido	NS	-
pp'DDE	S	A-D;A-G;B-D;B-G;F-G
pp'DDT	NS	-
Oxiclordane	NS	-

Convenção:

A < 20 anos - res. urbana

B 20 | 40 anos - res. urbana

C 40 | 60 anos - res. urbana

D > 60 anos - res. urbana

E < 20 anos - res. rural

F 20 | 40 anos - res. rural

G 40 | 60 anos - res. rural

H > 60 anos - res. rural

NS - não significativo

S - significativo

**Tabela 9**  
ANOVA – PROFISSÃO

	ANOVA Profissão alfa 0,05	TUKEY
alfa HCH	NS	-
beta HCH	S	B-D;C-D
Lindane	NS	-
HCB	NS	-
Heptacloroepóxido	NS	-
pp'DDE	S	D-I
pp'DDT	NS	-
Oxiclordane	NS	-

Convenção:

A < 20 anos - profis. não rural

B 20 | 40 anos - profis. não rural

C 40 | 60 anos - profis. não rural

D > 60 anos - profis. não rural

E < 20 anos - profis. rural

F 20 | 40 anos - profis. rural

G 40 | 60 anos - profis. rural

H > 60 anos - profis. rural

I crianças

NS - não significativo

S - significativo

O HCH (hexaclorociclohexano) também conhecido como BHC, é composto por uma mistura de isômeros: alfa, beta e gama (lindane). Dos isômeros, o lindane é o que apresenta maior ação inseticida. É insípido e inodoro. Após a ingestão, é rapidamente metabolizado a clorofenóis solúveis em água e a clorobenzenos que são excretados (Ware, 1978).

Dos isômeros do HCH, o  $\beta$ HCH é o mais estável e simétrico, sendo assim é o mais persistente. É eliminado cinco vezes mais lentamente do corpo que os outros isômeros, sendo 10 a 30 vezes mais cumulativo no tecido gorduroso que o lindane (Leal e outros, 1984).

Os resultados analíticos do  $\alpha$ HCH,  $\beta$ HCH e lindane, muitas vezes são expressos como HCH total que é somatório dos isômeros.

Leal e outros (1984) fizeram uma avaliação em dois grupos de trabalhadores da agricultura de Pernambuco: aplicadores de produtos e selecionadores de sementes. Nos aplicadores foi encontrado um valor médio de  $\beta$ HCH no sangue de 6,6 ng/ml e para os selecionadores de sementes um valor médio de 11,0 ng/ml.

No anexo 2 é registrado que em São Jerônimo o valor médio de  $\beta$ HCH é de 2,75 ng/ml.

A população examinada por Leal e outros, em 1984, era ocupacionalmente exposta a OCs e o uso de organoclorados na agricultura ainda era permitido. Existe uma diferença de 11 anos entre a amostragem em Pernambuco e a amostragem em São Jerônimo, o que justifica valores quase 3 a 5 vezes maiores em Pernambuco quando comparados com os verificados em trabalhadores de São Jerônimo.

Willrich & Dick (1989) encontram em plasma humano da população de Porto Alegre, RS valores médios de  $\beta$ HCH de 0,80 ng/ml. O valor médio da população de São Jerônimo é de 2,75ng/ml. A amostragem de São Jerônimo foi realizada 6 anos após a amostragem de Porto Alegre mesmo assim os valores de São Jerônimo são mais de 3 vezes maiores que os valores de Porto Alegre. Isto pode ser justificado pela composição da amostragem. Na tabela 4 encontramos para a população = 60 anos a maior média de  $\beta$ HCH (4,60 ng/ml) e o maior limite superior 11,97 ng/ml. Este valor exemplifica a estabilidade do  $\beta$ HCH no organismo humano.

Santos Filho e outros (1993) avaliaram, em Cubatão, SP o sangue de uma população de 242 crianças distribuídas em dois grupos etários: 1-5 anos e 5-11 anos. Houve distribuição também quanto ao sexo. Foi encontrado um valor de HCH total de 0,28  $\mu$ g/l. O maior valor encontrado de HCH total foi de 5,1 $\mu$ g/l. Não houve diferença significativa entre os grupos para um nível de significância de 5%. Na tabela 4, faixa etária < 20 anos, nos limites superiores para  $\alpha$ HCH,  $\beta$ HCH e Lindane o maior limite superior é para o  $\alpha$ HCH 3,94 ng/ml, valor menor que o encontrado por Santos Filho e outros (1993). O valor médio de HCH total encontrado por Santos Filho e outros (1993) foi diluído, pois os valores menores que o limite de detecção do método foram considerados como sendo zero e para efeito de média foi considerado o número total da amostra (242).

Sasaki e outros (1991) realizaram um estudo para a determinação de organoclorados em tecido adiposo e em sangue na população do Japão, com o objetivo de avaliar a relação dos OCs nos dois tecidos. Para o  $\beta$ HCH no sangue, foi encontrado um valor médio de 2,0  $\mu$ g/l e para tecido adiposo 0,84 mg/kg. No Japão o uso de OCs foi proibido em 1971. No Rio Grande do Sul a proibição foi em 1982. Comparando-se o valor médio de  $\beta$ HCH no sangue da população de São Jerônimo que é de 2,75ng/ml com o valor do Japão 2,0 $\mu$ g/l observamos que o valor é quase o mesmo. Na amostragem do Japão a idade média dos doadores é de 56 anos. Os resultados indicam uma exposição ao HCH no passado talvez maior que a exposição da população de São Jerônimo.

Krauthacker (1991) analisou leite e soro humano coletados de mães lactantes da Iugoslávia. Na gordura do leite foi encontrado  $\beta$ HCH com um valor médio de 5,0  $\mu$ g/kg e para soro sanguíneo um valor médio de 18  $\mu$ g/l, no soro foi encontrado também  $\alpha$ HCH com um valor médio de 2,0  $\mu$ g/l. A população de São Jerônimo apresentou um valor para o  $\beta$ HCH menor que a população da Iugoslávia. Para  $\alpha$ HCH a população de São Jerônimo apresentou um valor médio de 1,17 ng/ml, valor próximo ao da população da Iugoslávia.

Krauthacker (1993) coletou amostras de sangue da população de Zagreb no período de 1985-90. Foram encontrados para o ano de 1987/88 um valor médio de HCH total de 3,0 ng/ml e para 1990, um valor médio de HCH total de 0,5 ng/ml. Para os demais anos não foi detectado HCH. As amostras dos trabalhos de Krauthacker em 1991 e 1993 foram coletadas em lugares diferentes da Iugoslávia. A tendência segundo Krauthacker, é que estes valores continuem decrescendo, pois há quase vinte anos foram adotadas medidas de restrição ao uso de pesticidas organoclorados.

Mes (1992) avaliou resíduos de pesticidas organoclorados em sangue humano da população de British Columbia (Canadá). Encontrou para  $\alpha$ HCH valor médio de

0,04 ng/g e  $\beta$ HCH 0,13ng/g. Estes valores quando comparados com os valores do anexo 2 para  $\alpha$  e  $\beta$ HCH são bem menores que para a população de São Jerônimo.

Nair & Pillai (1992) monitoraram resíduos de DDT e HCH em componentes bióticos e abióticos do meio ambiente em Delhi, Índia. Encontraram para o sangue humano valores de  $\alpha$ HCH de 450ng/ml e  $\beta$ HCH 20ng/ml e Lindane 1120ng/ml. Fizaram comparações com resultados de pesquisas anteriores e concluíram que a população havia sido exposta recentemente ao DDT e ao HCH, provavelmente através dos gêneros alimentícios. A exposição recente também é justificada pelo alto valor do lindane, sendo que este é o isômero de HCH que mais rapidamente é eliminado. Se compararmos os resultados em Delhi com os resultados médios de São Jerônimo para um  $\alpha$ HCH 1,17ng/ml,  $\beta$ HCH 2,75 ng/ml e lindane 0,95ng/ml (Anexo 2), observamos que para o lindane existe uma diferença de mais de 1000 vezes. Isto explica a exposição recente em Delhi e a não-exposição recente em São Jerônimo. Deve ser lembrado que na Índia o uso de DDT e HCH foi muito intenso em campanhas de combate a vetores de doenças, podendo ainda ser usado em casos emergenciais.

Na tabela 6 observamos que para o  $\beta$ HCH as diferenças significativas acontecem somente no sexo feminino, talvez por diferenças metabólicas entre os sexos. Na tabela 4 observamos que a média para o  $\beta$ HCH é crescente nas faixas etárias. A tabela 5 mostra que existe diferenças significativas para o  $\beta$ HCH entre todas as faixas etárias, comprovando a estabilidade e a demora na eliminação do  $\beta$ HCH do organismo.

Na tabela 7 verificamos diferença significativa para  $\beta$ HCH no grupo dos não-fumantes. Isto pode indicar que o tabagismo não é fator de influência sobre o acúmulo de  $\beta$ HCH no grupo estudado.

Mesquita e outros (1989) encontraram no sangue de uma população em Samaritá (SP) residente próximo a um depósito de lixo químico, cujo principal componente era o HCB, valores que variaram de 0,5 - 17,8 ng/ml. Da população amostrada a frequência de aparecimento do HCB foi de 59,4%.

Na pesquisa realizada por Santos Filho e outros (1993), das 251 crianças analisadas, apenas 2 (0,83%) apresentaram HCB no sangue. Os níveis encontrados foram de 0,5 e 0,8ng/ml.

Mes (1992) detectou para a população de British Columbia (Canadá) um valor médio de HCB no sangue de 0,11ng/g e como valor máximo de 0,34 ng/g

Krauthacker (1991) na área adriática da Iugoslávia descobriu no sangue da população estudada valores médios de HCB de 2,0 $\mu$ g/l, com uma variação 1,0 - 4,0 $\mu$ g/l.

Krauthacker (1993) encontrou para moradores de Zagreb República da Croácia (Iugoslávia) valores de HCB no sangue que variaram de 0 - 7,0 $\mu$ g/l.

Burse e outros (1994) relacionaram o aparecimento de HCB e pp'DDE com PCBs. Segundo Burse e outros, pessoas com altos níveis de PCBs, cuja origem pode ser ocupacional ou alimentar, tendem a apresentar níveis elevados de HCB e pp'DDE.

Amostras de soro de 23 pessoas residentes em New Bedford, Massachusetts com PCB médio de 44,5 ng/ml apresentaram valor de HCB de 0,19 ng/ml. Amostras de soro de 45 pessoas, cujos níveis médios de PCB eram de 4,58 ng/ml apresentaram HCB médio de 0,11ng/ml.

Na população de São Jerônimo o valor médio para HCB foi de 1,34 ng/ml

(anexo 2). A maior frequência de aparecimento está na faixa etária = 60 anos 89,5% (figura 5) e também a maior média está na faixa etária = 60 anos 1,95 ng/ml (tabela 4).

Nas faixas etárias estudadas, existe diferença significativa para os grupos de idade 20 | 40 anos e = 60 anos. Não foi comprovada diferença significativa em relação ao sexo, tabagismo e profissão. Se compararmos os resultados verificados de São Jerônimo com os resultados da literatura, observamos que a diferença é muito pequena.

O heptacloroepóxido é o resultado da oxidação do heptacloro no organismo vivo. A forma epóxida tem caráter inseticida maior que o próprio heptacloro (Fuchs e Schröder, 1983). O heptacloro foi usado como inseticida de solo e também no tratamento de sementes.

O heptacloroepóxido na população de São Jerônimo apresentou valor médio de 0,61 ng/ml (anexo 2). Não houve diferença significativa nas faixas etárias e nem em relação ao sexo, residência e tabagismo. Dos 121 amostras estudadas, o heptacloroepóxido foi detectado em apenas 6 amostras (4,96%). Como o número de amostras positivas é pequeno, isto dificulta uma avaliação detalhada. A literatura para este organoclorado em sangue também não é abundante.

O oxiclordane está presente na composição técnica do clordane, que foi usado como inseticida desde a década de 40. As propriedades lipofílicas e a persistência no meio ambiente possibilitam a detecção dos resíduos de clordane e seus metabólitos em amostras ambientais e humanas.

Sasaki e outros (1991) estudaram resíduos de oxiclordane em sangue humano e tecido adiposo. Para o sangue foi encontrado um valor médio de oxiclordane de 0,08 ng/ml. A população analisada foi dividida em relação ao sexo. A faixa etária da população avaliada era de 40 anos até 78 anos.

Em São Jerônimo foi encontrado um valor médio de oxiclordane de 1,14 ng/ml. Se juntarmos as faixas etárias de 40 a 60 anos e  $\geq$  60 anos, podemos comparar o presente estudo com os resultados de Sasaki e outros, considerando a distribuição quanto ao sexo.

SEXO AUTOR	SEXO FEMININO Valor Médio ng/ml	SEXO MASCULINO Valor Médio ng/ml
Sasaki e outros Coleta 1986/88	0,12	0,05
Hirai & Katsumaro Coleta 89/90	nd - 0,62	nd - 0,59
Hirai & Katsumaro Coleta 1991	0,08 - 0,70	0,08 - 0,47
Presente estudo Coleta 1994	1,80	0,24

Em todos os trabalhos, a média se apresenta maior para o sexo feminino. Segundo Hirai e Katsumaro (1993), as variações entre homens e mulheres podem ser causadas por diferenças no metabolismo do oxiclordane.

Entre os metabólitos do DDT, o DDE é o mais freqüente no meio ambiente e em fluídos biológicos.



Na tabela 10 abaixo estão relacionados alguns resultados da literatura para pp'DDE em sangue humano.

**Tabela 10**  
RESULTADOS DA LITERATURA PARA pp'DDE EM SANGUE HUMANO.

PAÍS \ AUTOR	ANO PUBLICAÇÃO	ANO AMOSTRAGEM	pp'DDE (ng/ml)
Almeida (Brasil)	1972	-	155 117
Schvartsman et al (Brasil)	1974	-	Sangue materno: 23,73 Sangue do cordão umbilical: 10,40
Costa (Brasil)	1975	-	7,68
Procianoy & Schvartsman (Brasil)	1981	-	Mãe/Filho: 9,23 / 13,63 Mãe/Prematuro: 20,0 / 18,75
Procianoy & Schvartsman (Brasil)	1982	-	22,03 9,73
Leal et al (Brasil)	1984	1983	2,0 - 50,0
Willrich & Dick (Brasil)	1989	1988	2,3
Santos Filho e outros (Brasil)	1993	1989	0,85
Radomski e outros (Argentina)	1971	-	8,13 5,56
Barquet e outros (USA)	1981	-	18,4
Siddiqui e outros (Índia)	1981	-	Mãe: 9,2 Cordão umbilical: 4,8
Sasaki e outros (Japão)	1991	-	4,9
Nair & Pillai (Índia)	1991	1988/89	870,0
Mes (Canadá)	1992	-	0,87
Krauthacker (Iugoslávia)	1993	1985	7,0
		1987/88	4,0
		1989/90	8,0
		1990	2,0
Frank e outros (USA)	1993	1986	3,3
Bauwman e outros (África)	1994	nov - 1986	103,4
		mar - 1987	127,1
		jun - 1987	109,7
		nov - 1987	107,9

Para a população de São Jerônimo, o pp'DDE apresenta com um valor médio de 2,54ng/ml. Na tabela 4 observa-se que o valor médio é crescente com as faixas etárias. A maior média, 4,22 ng/ml está na faixa etária = 60 anos. Houve diferença significativa

entre as faixas de idade de < 20 anos e 40 | 60 anos e < 20 anos e = 60 anos (tabela 5). Isto comprova o efeito cumulativo do pp'DDE.

Numa avaliação cronológica dos trabalhos nacionais, é possível observar o decréscimo dos níveis de pp'DDE. Isto se deve às medidas de controle do uso de OCs, fazendo com que a exposição ao DDT seja menor. Após 1985, a exposição acontece através dos alimentos provenientes de áreas onde foram usado OCs.

Willrich & Dick (1989) coletaram em 1988, 55 amostras de sangue da população de Porto Alegre. A coleta aconteceu 6 anos após a proibição do uso de OCs no estado do Rio Grande do Sul. O valor médio obtido para o pp'DDE foi de 2,3 ng/ml. Em São Jerônimo a coleta de amostras de sangue da população foi feita em 1994, 12 anos após a proibição do uso de OCs e o resultado médio encontrado foi de 2,54 ng/ml. Praticamente não houve diferença entre os dois resultados. A faixa etária da amostragem de Porto Alegre foi de 15 a 60 anos. Pode ser que na amostragem de São Jerônimo haja mais pessoas idosas que na amostragem de Porto Alegre, pois em São Jerônimo foram coletadas 121 amostras.

A tabela 3 indica que 55,37% da população amostrada de São Jerônimo é do sexo feminino e 44,62% do sexo masculino. Nas figuras 58, 59, 60 e 61 observamos que o valor médio para o sexo masculino de pp'DDE é 2,09 ng/ml e para o sexo feminino, 2,75ng/ml.

Na tabela 6 verificamos que houve diferença significativa entre o sexo feminino nas faixas de < 20 anos e = 60 anos. Embora o valor médio de pp'DDE nas mulheres seja maior que nos homens, não foi comprovada diferença significativa entre eles.

Sasaki e outros (1991) encontraram para uma população no Japão valores médios de pp'DDE de 4,9ng/ml. Para os homens a média foi de 4,33ng/ml e para as mulheres a média foi de 5,2ng/ml. As mulheres no Japão também apresentam valores médios de pp'DDE maiores que os homens. O valor médio de pp'DDE encontrado no Japão é quase duas vezes maior que a média encontrada em São Jerônimo. Segundo Sasaki e outros (1991), a fonte de contaminação da população para o pp'DDE pode ser alimentar, já que o uso de DDT no Japão está proibido desde 1971.

Nair & Pillai (1991) monitoraram resíduos de DDT em componentes bióticos e abióticos em Delhi, Índia durante 1988 e 1989. Foram encontrados os resultados abaixo. Concluíram que pode também ter havido contaminação das pessoas através dos alimentos e que os níveis de DDT, quando comparados com trabalhos anteriores, estava diminuído. A população de São Jerônimo apresenta um valor médio para o pp'DDE de 342 vezes menor que a população da Índia, quando comparado com o estudo de Nair e Pillai (1991).

	Amostras Humanas				
	Solo	Minhoca	Sangue	Leite Materno	Tecido Adiposo
	mg/kg n=25	mg/kg n=13	mg/l n=12	mg/l n=20	mg/kg n=8
<b>pp'DDE Média</b>	0,01	0,10	0,87	0,60	0,71

Segundo Beretta (1991), o pp'DDE aparece no leite materno da população de Porto Alegre com um valor de 2,53 mg/l e para tecido adiposo 2,38 mg/kg. Se conside-

rarmos que as coletas feitas por Beretta (1991) e Nair e Pillai (1991) foram realizadas quase na mesma época 87/88 e 88/89, respectivamente, podemos sugerir que as diferenças dos hábitos da população da Índia e da população do Brasil expliquem que, em Porto Alegre, haja uma concentração maior de pp'DDE no tecido adiposo e leite materno. Se compararmos o resultado obtido por Willrich & Dick (1989) para pp'DDE no sangue da população de Porto Alegre observamos que este é 378 vezes menor que o valor obtido na Índia por Nair e Pillai (1991).

Segundo Bouwman e outros (1994), existem diferenças entre a farmacocinética em crianças e pessoas mais velhas. A análise estatística do trabalho sugere que os níveis de DDT são reduzidos antes que os de DDE nos jovens. Em torno dos 29 anos inicia a predominância para a acumulação do DDE e DDT e os níveis encontrados começam a aumentar.

Kashyap e outros (1994) avaliaram tipos de alimentos da Índia, classificados como alimentos sem gordura, alimentos com gorduras, bebidas e água. Para o pp'DDE e o DDT total foi obtido:

Pesticidas	Alimentos sem gordura	Alimentos com gordura		Água (µg/kg)	Bebidas (µg/kg)
	(µg/kg)	Vegetais (µg/kg)	Leite (µg/kg)		
pp'DDE	2,65 ± 0,91	167,3 ± 144,0	306,3 ± 80,1	3,21 ± 1,69	0,74 ± 0,66
DDT total	14,4 ± 4,21	381,3 ± 144,0	631,0 ± 231,0	8,93 ± 2,82	3,24 ± 1,88

A FAO/WHO estabelece como máximo aceitável de ingestão diária de DDT 20µg por kg de peso corporal.

Os resultados deste estudo mostram que, se o consumo dos alimentos acima for feito de uma maneira equilibrada, o limite estabelecido pelo FAO/WHO não será atingido.

Frank e outros (1993) encontraram para a população de Ontário valores de DDE no sangue de 3,3 µg/kg. O estudo avaliou também a concentração de pesticidas nos alimentos. Encontraram para alimentos, um valor médio de DDE de 0,03 µg/kg. Concluíram que parte dos resíduos de DDE no sangue são provenientes dos mesmos.

A literatura consultada avalia resíduos de OCs em sangue, tecido adiposo e leite materno de diferentes pessoas. A simples comparação dos resultados obtidos destes compartimentos biológicos torna-se prejudicada, em função de diferenças nos hábitos alimentares, condições socioeconômicas, raça, localização geográfica e temporal. Para que se obtenha uma relação real dos resíduos de OCs de uma região, sugere-se que seja avaliado simultaneamente sangue, tecido adiposo e, se possível, leite materno de uma mesma pessoa, obtendo-se assim um perfil completo de resíduos de OCs no homem.

As medidas de proibição e controle de uso de pesticidas OCs, adotadas por quase todos os países, vem mostrando um resultado positivo, pois há uma tendência evidente na diminuição nos níveis de resíduos de OCs no homem e no meio ambiente.

## CONCLUSÕES

Através dos resultados obtidos desse estudo chegamos às conclusões relacionadas a seguir.

– Os resultados da avaliação de OCs (organoclorados) na população de São Jerônimo quando comparados com os resultados obtidos da literatura nacional e estrangeira, permitem concluir que a população de São Jerônimo não sofreu exposição recente aos OCs.

– Os valores de OCs encontrados na população maior que 20 anos pode ter sido resultado de uma exposição direta no passado. Para a população menor que 20 anos a fonte de fornecimento de níveis de OCs deve ser alimentar, considerando que o uso de OCs no Estado está proibido há 14 anos.

– Fazendo-se comparações cronológicas dos resultados de OCs em sangue, obtidos na literatura brasileira, constata-se um decréscimo gradual da concentração de resíduos OCs na população brasileira.

– O isômero bHCH apresenta maior média na população maior que 60 anos, confirmando a estabilidade e a demora de eliminação deste isômero.

– O pp'DDE apresenta um valor médio crescente com as faixas etárias confirmando o efeito cumulativo do DDT.

– O pp'DDT é pouco freqüente, confirmando exposição não recente a OCs

– Os baixos níveis de lindane confirmam também a não exposição recente a OCs.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, W. F. *Níveis sanguíneos de DDT em indivíduos profissionalmente expostos e em pessoas sem exposição direta a este inseticida no Brasil*. Tese de doutorado. Faculdade de Saúde Pública da USP, São Paulo, 1972.
- BARQUET, A.; MORGADE, C.; PFAFFENBERGER, C.D. Determination of organochlorine pesticides and metabolites in drinking water, human blood, serum and adipose tissue. *J. Toxicol. Environ. Health*, n.7, p.469-79, 1981.
- BERETA, M. *Organoclorados em leite materno e tecido adiposo humano na cidade de Porto Alegre, RS*. Porto Alegre, 1991. Dissertação. (Mestrado em Ecologia) - Instituto de Biociências da UFRGS.
- BOUWMAN, H.; BECKER, P. J.; SCHUTTE, C. H. J. Malaria control and longitudinal changes in levels of DDT and its metabolites in human serum from Kwazulu. *Bull. of the World Health Organization*, v.72, n.6, p.921-30, 1994.
- BURSE, V. W.; GROCE, D. F.; CAUDILL, S. P.; KORVER, M. P.; PHILLIPS, D. L.; McCLURE, P. C.; LAPEZA JR, C. R.; HEAD, S. L.; MILLER, D. T.; BUCKLEY, D. J.; NASSIF, J.; TIMPERI, R. J.; GEORGE, P. M. Determination of polychlorinated biphenyl levels in the serum of residents and in the homogenates of seafood from the New Bedford, Massachusetts, area: a comparison of exposure sources through pattern recognition techniques. *The Science of the Total Environment*, n.144, p.153-77, 1994.
- COSTA, M.C.L. *Correlação entre os níveis séricos de DDT e os títulos de anticorpos antidiabéticos circulantes em*

- meninas pré-escolares de creches municipais na cidade de São Paulo, em 1975. Tese de doutorado. Faculdade de Saúde Pública da USP. São Paulo 1976.
- DALE, W. E.; CURLEY, A.; CUETO, O. Hexane extractable chlorinated insecticides in human blood. *Life Sciences*, n.5, p.47, 1966.
- FRANK, R.; BRAUN, H. E.; THORPE, B. Comparison of DDE and PCB residuos in the general diet and human blood - Ontario 1986-87. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, n.51, p.146-52, 1993.
- FUCHS, R. A.; SCHÖDER, R. Agents for control of animal pests. *Chemistry of Pesticides*. Ed. K.H. Büchel, n.2, p.9-48, 1983.
- HIRAI, Y.; KATSUMARO, T. Levels of chlordane, oxychlordane and nonachlor on human skin and in human blood. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, n.50, p.316-24, 1993.
- IBGE. *Censo demográfico 1991*. IBGE.
- KASHYAP, R.; IYER, L. R.; SINGH, M. M. Evolution of daily dietary intake of dichloro - diphenyl - trichloroethane (DDT) and Benzene Hexachloride (BHC) in India. *Arch. of Environ. Health*, v.49, n.1, p.63-6, 1994.
- KRAUTHACKER, B. Organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls (PCBs) in human serum collected from the general population from Zagreb (1985-1990). *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, n.50, p.8-11, 1993.
- KRAUTHACKER, B. Levels of organochlorin pesticides and polychlorinated biphenyls (PCBs) in human milk and serum collected from lactating mothers in the Northern Adriatic Area of Yugoslavia. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, n. 46, p.797-802, 1991.
- LEAL, W. S.; MACHADO, J. D.; LIMA, M. A. Resíduos de pesticidas organoclorados em sangue de trabalhadores da agricultura de Pernambuco (Brasil). In: ENCONTRO NACIONAL DE ANALISTAS DE RESÍDUOS DE PESTICIDAS, 8. *Relatório...* São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, p.67-80, 1984.
- MES, J. Organochlorine residues in human blood and biopsy fat and their relationship. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, n.48, p.815-20, 1992.
- MESQUITA, A. S.; BARRETO, H. H. C.; INOMATA, O. N. K.; LEMES, D. R. R. Níveis de hexaclorobenzeno (HCB) no sangue e leite materno da população de Samaritá - São Vicente, SP (1989). In: ENCONTRO NACIONAL DE ANALISTAS DE RESÍDUOS DE PESTICIDAS, 13. *Relatório...* São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1989. p.80-4.
- NAIR, A.; PILLAI, M. K. K. Trends in ambient levels of DDT and HCH residues in humans and the environment of Dehli, India. *The Science of the Total Environment*, n.121, p.145-57, 1992.
- PROCIANOY, R.; SCHVARTSMAN, S. Serum DDT levels in an urban nonoccupationally exposed pediatric population (São Paulo, Brazil). *J. Trop. Pediatr.*, n.28, p.308-9, 1982.
- PROCIANOY, R.; SCHVARTSMAN, S. Blood pesticide concentration in mothers and their newborn infants. *Acta Pediatr. Scand*, n.70, p.925-8, 1981.
- RADOMSKI, J. L.; ASTOLFI, E.; DEICHMANN, W. B.; REY, A. Blood levels of organochlorine pesticides in Argentina: occupationally exposed adults, children and newborn infants. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, n.20, p.186-93, 1971.
- SANTOS, F.; SILVA, R. S.; BARRETO, H. H. C.; INOMATA, O. N. K.; LEMES, V. R. R.; SAKUMA, A. M.; SCORSAFAVA, M. A. Concentrações sanguíneas de metais pesados e praguicidas organoclorados em crianças de 1 a 10 anos. *Revista de Saúde Pública*, v. 27, n.1, p.59-67, 1993.
- SASAKI, K.; ISHIZAKA, T.; SUZUKI, T.; TAKEDA, M.; UCHIYAMA, M. Accumulation levels of organochlorine pesticides in human adipose tissue and blood. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, n.46, p.662-9, 1991.
- SCHVARTSMAN, S.; ALMEIDA, W. F.; VAZ, F. A. C.; CORRADINE, H. B.; PIGATI, P.; GAETA, R.; UNGARO, M. T. Blood levels of DDT in nonoccupationall exposed mothers and newborn infants in a city in Brazil. *Environ. Qual. Saf.*, n.3, p.154-6, 1974.

- SIDDIQUI, M. K. J.; SAXENA, N. C.; BHARGAVA, A. K.; SETH, T. D.; MURTI, C. R. K.; KUTTY, D. Agrochemicals in the maternal blood, milk and cord blood: a source of toxicants for prenatals and neonates. *Environ. Res.*, n.24, p.24-32, 1981.
- WARE, G. W. *The pesticide book*. Freeman. San Francisco, USA: Ed. W.H. Freeman, 1978. p.2-9.
- WILLRICH, F. C.; DICK, T. Background pollution: chlorinated hydrocarbon pesticides residues in human blood (normal urban population - Porto Alegre, RS - 1988). *Revista da Sociedade Brasileira de Toxicologia*, v.2, 1989. Suplemento especial. VI Congresso Brasileiro de Toxicologia.

# ANEXO 1

## QUESTIONÁRIO DE COLETA

1. NOME: \_\_\_\_\_

2. IDADE: \_\_\_\_\_ 3. SEXO \_\_\_\_\_

4. PESO: \_\_\_\_\_ 5. ALTURA \_\_\_\_\_

6. TEMPO DE RESIDÊNCIA NO ENDEREÇO ATUAL: \_\_\_\_\_

( ) PERÍMETRO URBANO ( ) PERÍMETRO RURAL

7. TEMPO DE RESIDÊNCIA NO ENDEREÇO ANTERIOR: \_\_\_\_\_

( ) PERÍMETRO URBANO ( ) PERÍMETRO RURAL

8. ATIVIDADE PROFISSIONAL: \_\_\_\_\_

LOCAL: \_\_\_\_\_

TEMPO QUE EXERCE: \_\_\_\_\_

OCUPAÇÃO ANTERIOR: \_\_\_\_\_

### 9. HÁBITOS

#### 9.1 ALIMENTARES

                                  muito                                  médio                                  pouco                                  nada

carne gorda

leite

verdura

ovos

farináceos

beb. alcoólicas

9.2 FUMANTE ( ) SIM ( ) NÃO

10. ATIVIDADE ZONA RURAL ( ) SIM ( ) NÃO

11. TEM OU TEVE CONTATO DIÁRIO COM ALGUM PESTICIDA?

( ) SIM ( ) NÃO

ONDE: TRABALHO ( ) SIM ( ) NÃO

RESIDÊNCIA ( ) SIM ( ) NÃO

OUTRO ( ) SIM ( ) NÃO