



**UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA**

---

**PAULO ROGÉRIO DE ARAUJO**

**INTERAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA E GEOGRAFIA DA  
SAÚDE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO  
LINDÓIA, ZONA NORTE DE LONDRINA-PR**

---

Londrina  
2006

**PAULO ROGÉRIO DE ARAUJO**

**INTERAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA E GEOGRAFIA DA  
SAÚDE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO  
LINDÓIA, ZONA NORTE DE LONDRINA-PR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação, em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento.

Orientador: Prof. Dr. José Paulo Peccinini Pinese.

Londrina  
2006

**Catálogo na publicação elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da Universidade Estadual de Londrina.**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

|       |  |
|-------|--|
| A663i | <p>Araujo, Paulo Rogério de.<br/>Interação hidrogeoquímica e geografia da saúde na bacia hidrográfica do Ribeirão Lindóia, zona norte de Londrina – Pr. / Paulo Rogério de Araujo. – Londrina, 2006.<br/>132f. : il.</p> <p>Orientador : José Paulo Peccinini Pinese.<br/>Dissertação (Mestrado em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Estadual de Londrina, 2006.<br/>Bibliografia : f. 100-112.</p> <p>1. Geoquímica – Teses . 2. Química do solo – Teses. 3. Bacias hidrográficas – Saúde – Teses. 4. Lindóia, Ribeirão, Bacia (PR.) – Teses. 5. Sistemas de informação geográfica – Teses. I. Pinese, José Paulo Peccinini. II. Universidade Estadual de Londrina. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU 550.4</p> |
|-------|--|

**PAULO ROGÉRIO DE ARAUJO**

**INTERAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA E GEOGRAFIA DA  
SAÚDE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO  
LINDÓIA, ZONA NORTE DE LONDRINA-PR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação, em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. José Paulo Peccinini Pinese

---

Profa. Dra. Márcia Siqueira de Carvalho

---

Prof. Dr. Otávio Augusto Boni Licht

Londrina, 02 de Outubro de 2006.

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Paulo Peccinini Pinese, pela orientação, amizade, paciência e confiança no desenvolvimento dos trabalhos.

Ao Prof. Dr. André Celligoi pelas opiniões e sugestões sobre uso do software SURFER.

A Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Márcia Siqueira de Carvalho pelas sugestões sobre utilização dos dados de saúde.

A Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Geni Varéa Pereira do Departamento de Bioquímica e Biotecnologia pela atenção e orientação nos trabalhos de filtragem das amostras de água.

Ao Prof. Dr. João Carlos Alves, Chefe do Departamento de Química, por atender prontamente a solicitação de utilização dos laboratórios.

Ao Prof. Dr. Antonio José Ranalli Nardy e ao Prof. Dr. Adilson Roberto Fontanetti, do Departamento de Petrologia e Metalogenia, IGCE da UNESP - Universidade Estadual Paulista – Campus Rio Claro-SP, pela presteza e agilização nas análises das amostras d'água.

Ao Técnico de Laboratório Nelson, Departamento de Bioquímica, pela importante colaboração e paciência no desenvolvimento dos trabalhos de filtragem das amostras.

A minha família (Enoch, Lourdes, Sandra, Silvana e Lucas), pelo esforço e entusiasmo em todos os momentos e ao amigo e cunhado Laãn Lima Pradal, pela preciosa ajuda na coleta das amostras d'água.

A minha “Gatinha” (Prof<sup>a</sup>. Ms. Karina Elaine de Souza Silva), pela valorosa reflexão e inúmeras contribuições.

Aos professores e colegas do departamento, pelas sugestões e trocas de experiência. Ao amigo geógrafo Jesuíno Vitorelli, pela camaradagem e disposição em ajudar.

ARAÚJO, Paulo Rogério de. **Interação hidrogeoquímica e geografia da saúde na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia, zona norte de Londrina-PR.** 2006. 136f. Dissertação (Mestrado em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2006.

## RESUMO

O presente trabalho pondera sobre os riscos que os elementos químicos, em especial os metais pesados, oferecem para a saúde humana fazendo um estudo sócio-ambiental que leva em consideração as mudanças naturais e tecnógenas, com objetivo de caracterizar a hidrogeoquímica das águas superficiais na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia (BRL), Zona Norte de Londrina-Pr. Para tanto foram realizados levantamentos da área de estudo através de trabalhos de campo, de imagens de satélite, de mapas e cartas topográficas da Região Norte do Paraná. Para elaboração da vetorização cartográfica e georreferenciamento foi utilizado o software AutoCad Map 2006 da Autodesk e foram utilizadas a Carta topográfica Londrina e Carta topográfica Sertanópolis, ambas de orientação SAD69 Datum, UTM Zona 22 Sul, 54 à 48 Oeste. Para caracterizar a hidrogeoquímica, determinar possíveis fontes de poluição e ponderar sobre os riscos para a saúde humana através da correlação com diversos íons foram mensurados os parâmetros físico-químicos (pH [6,1 a 8,3], Temperatura [20 a 24 °C] e Condutividade Elétrica [0 a 0,24 µS/cm]) e geoquímicos de qualidade da água através do uso do ICP-AES – Espectrometria de Emissão Atômica com Plasma de Argônio Indutivamente Acoplado [ $\text{SiO}_4^{4-}$  (7,94 a 15,02 mg/L),  $\text{Mg}^{2+}$  (1,08 a 12,59 mg/L),  $\text{Ca}^{2+}$  (2,19 a 26,44 mg/L),  $\text{Sr}^{2+}$  (0,012 a 0,14 mg/L),  $\text{Ni}^{2+}$  (< 0,005 mg/L),  $\text{Mn}^{2+}$  (0,10 a 0,16 mg/L),  $\text{Fe}^{3+}$  (0,011 a 1,28 mg/L),  $\text{Zn}^{2+}$  (0,001 a 0,012 mg/L),  $\text{Pb}^{2+}$  (< 0,001 mg/L),  $\text{Cd}^{2+}$  (< 0,002 mg/L),  $\text{PO}_4^{3-}$  (0,012 a 1,32 mg/L),  $\text{Cr}^{2+}$  (< 0,005 mg/L),  $\text{Al}^{3+}$  (0,10 a 0,99 mg/L),  $\text{Ba}^{2+}$  (0,014 a 0,074 mg/L),  $\text{Co}^{2+}$  (< 0,005 mg/L) e  $\text{Cu}^{2+}$  (< 0,005 mg/L)] e da AAS – Espectrometria de Absorção Atômica [ $\text{Na}^+$  (1,30 a 26,20 mg/L) e  $\text{K}^+$  (0,2 a 4,9 mg/L)]. Para os cruzamentos de informações de saúde (Datusus), organização e espacialização dos dados foi utilizado o software Philcarto, destacando-se os atendimentos Anti-rábico humano, da Dengue, da Hepatite Viral e da Meningite, no período de 2000 a 2004. No campo foram coletadas amostras da água de drenagem da BRL, onde foram numerados 25 pontos de coleta. Para a análise espacial de dados regionalizados foi utilizado o software Surfer 8.0 que trabalha com o método geoestatístico de Krigagem. Percebendo-se que as Anomalias Hidrogeoquímicas Negativas e Positivas distribuíram-se por toda Bacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia, sendo na sua maioria de origem antrópica (provocadas pelo homem), ligadas as atividades econômicas desenvolvidas na área. Com relação aos elementos físico-químicos analisados percebe-se que apresentam anomalias distribuídas por toda BRL.

**Palavras-chave:** Caracterização hidrogeoquímica. Metais pesados. Saúde humana. Espectrofotometria ICP-AES e AAS. SIG.

ARAÚJO, Paulo Rogério de. **Interação hidrogeoquímica e geografia da saúde na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia, zona norte de Londrina-PR.** 2006. 136f. Dissertação (Mestrado em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2006.

### ABSTRACT

The present work ponder on the risks that the chemical elements, especially the heavy metals, offer for the human health doing a environmental study that it takes into account the natural changes and technogenics, with objective of characterizing the hidrogeochemistry of the superficial waters in Drainage Basin of the Lindóia Brook, Zone North of Londrina-Pr. For surveys of the area of study through field works, aerial photographs and satellite pictures had been in such a way carried through, of maps and topographical letters of the Region North of the Paraná. For elaboration of the cartographic vetorização and georeferencing software AutoCad Map 2006 of the Autodesk was used and had been used the Londrina leaf topographical and leaf topographical Sertanópolis, both of orientation SAD69 Datum, UTM 22 Zone South, 54 to 48 West. To characterize the hidrogeochemistry, to determine possible pollution sources and to meditate on the risks for the human health through the correlation with several íons the physiochemical parameters was measured (pH [6,1 a 8,3], Temperature [20 a 24 °C] and Electric Conductivity [0 a 0,24  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]) and geochemistry of quality of water through the integrated use of the ICP-AES [ $\text{SiO}_4^{4-}$  (7,94 a 15,02 mg/L),  $\text{Mg}^{2+}$  (1,08 a 12,59 mg/L),  $\text{Ca}^{2+}$  (2,19 a 26,44 mg/L),  $\text{Sr}^{2+}$  (0,012 a 0,14 mg/L),  $\text{Ni}^{2+}$  (< 0,005 mg/L),  $\text{Mn}^{2+}$  (0,10 a 0,16 mg/L),  $\text{Fe}^{3+}$  (0,011 a 1,28 mg/L),  $\text{Zn}^{2+}$  (0,001 a 0,012 mg/L),  $\text{Pb}^{2+}$  (< 0,001 mg/L),  $\text{Cd}^{2+}$  (< 0,002 mg/L),  $\text{PO}_4^{3-}$  (0,012 a 1,32 mg/L),  $\text{Cr}^{2+}$  (< 0,005 mg/L),  $\text{Al}^{3+}$  (0,10 a 0,99 mg/L),  $\text{Ba}^{2+}$  (0,014 a 0,074 mg/L),  $\text{Co}^{2+}$  (< 0,005 mg/L) e  $\text{Cu}^{2+}$  (< 0,005 mg/L)] and AAS spectrometry [ $\text{Na}^+$  (1,30 a 26,20 mg/L) e  $\text{K}^+$  (0,2 a 4,9 mg/L)] and intersection of information of health (Datusus) through the Geographic Information System - GIS. For the crossings of information of health (Datusus), organization and spacializing of the data was used the software Philcarto, standing out the services Antirabic human, of the Dengue, of the Hepatitis viral and of the Meningitis, in the period from 2000 to 2004. In the field samples of the water of drainage of BRL were collected, where 25 collection points were numbered. For the space analysis of regionalizeds datas uses the software Surfer 8.0 that works with the Kriging geostatistic method. It is noticed that hidrogeochemistry anomalies Negatives and Positive they were distributed by every Hidrographic Basin of Lindóia Brook, being in their majority of origin anthropics (provoked by the man), linked the economical activities developed in the area. Regarding the analyzed physiochemical elements it is noticed that present anomalies distributed by every BRL.

**Keywords:** Hidrogeochemistry characterization. Metals weight. Health human. ICP-AES and AAS spectrometry. GIS.

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 01</b> –Benefícios e malefícios a saúde de elementos essenciais e não-essenciais, em função da dosagem (CORTECCI in SCARPELLI, 2003).....                       | 16 |
| <b>Figura 02</b> –Bacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia no contexto da Bacia do Rio Tibagi – Pr .....  | 23 |
| <b>Figura 03</b> –Mapa base: rede viária e hidrográfica com anotação dos pontos de coleta.....  | 28 |
| <b>Figura 04</b> –BRL inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi e na Bacia do Paraná.....  | 30 |
| <b>Figura 05</b> –Bacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia rede, urbana, viária e rede hidrográfica.....  | 32 |
| <b>Figura 06</b> –Relevo da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia (Perspectiva 3D) .....   | 36 |
| <b>Figura 07</b> –Foto da vertente norte do Ribeirão Lindóia (Alto-médio curso).....  | 37 |
| <b>Figura 08</b> –BRL por bairros de abrangência no contexto da Rede hidrográfica de Londrina .....   | 39 |
| <b>Figura 09</b> –Município de Londrina por Unidades Básicas de Saúde e área geográfica da 17 <sup>a</sup> . Regional de Saúde .....                                      | 42 |
| <b>Figura 10</b> –Londrina - Áreas de influência das UBS's na BRL por bairros .....   | 44 |
| <b>Figura 11</b> –Mapa e gráficos sobre atendimentos das UBS's da BRL, ANTI-RÁBICO HUMANO 2000-04.....  | 45 |
| <b>Figura 12</b> –Mapa e gráficos sobre atendimentos das UBS' da BRL, DENGUE 2000-04.....   | 48 |
| <b>Figura 13</b> –Mapa e gráficos sobre atendimentos das UBS' da BRL, HEPATITE VIRAL 2000-04.....   | 51 |
| <b>Figura 14</b> –Mapa e gráficos sobre atendimentos das UBS' da BRL, MENINGITE 2000-04.....  | 53 |
| <b>Figura 15</b> –Representação de uma disfunção provocada pela deficiência de Cu, Zn e Fe no organismo humano baseado na descrição de Baird 1995 in Figueiredo 2000..... | 59 |
| <b>Figura 16</b> –Temperatura da água por Krigagem ordinária.....   | 77 |
| <b>Figura 17</b> –Potencial Hidrogeniônico da água por Krigagem ordinária .....   | 79 |
| <b>Figura 18</b> –Condutividade Elétrica da água por Krigagem ordinária .....   | 81 |
| <b>Figura 19</b> –Teores de Alumínio por Krigagem ordinária .....   | 84 |
| <b>Figura 20</b> –Teores de Bário por Krigagem ordinária.....   | 85 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Figura 21</b> – Teores de Calcio por Krigagem ordinária.....    | 87  |
| <b>Figura 22</b> – Teores de Estrôncio por Krigagem ordinária..... | 89  |
| <b>Figura 23</b> – Teores de Ferro por Krigagem ordinária.....     | 90  |
| <b>Figura 24</b> – Teores de Fosfato por Krigagem ordinária .....  | 92  |
| <b>Figura 25</b> – Teores de Magnésio por Krigagem ordinária ..... | 93  |
| <b>Figura 26</b> – Teores de Manganês por Krigagem ordinária.....  | 95  |
| <b>Figura 27</b> – Teores de Potássio por Krigagem ordinária.....  | 96  |
| <b>Figura 28</b> – Teores de Silício por Krigagem ordinária.....   | 98  |
| <b>Figura 29</b> – Teores de Sódio por Krigagem ordinária.....     | 99  |
| <b>Figura 30</b> – Teores de Zinco por Krigagem ordinária .....    | 101 |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabela 01</b> – Evolução da População da cidade de Londrina-Pr .....  | 55 |
| <b>Tabela 02</b> – Proporção da População Residente Alfabetizada por Faixa Etária.....                         | 55 |
| <b>Tabela 03</b> – Coleta e Tramento de Esgoto.....  | 56 |
| <b>Tabela 04</b> – Evolução do Saneamento na Cidade de Londrina .....  | 56 |
| <b>Tabela 05</b> – Proporção de Moradores por Tipo de Abastecimento de Água.....                               | 56 |
| <b>Tabela 06</b> – Valores Médios Anuais 2004.....   | 56 |
| <b>Tabela 07</b> – Proporção de Moradores por Tipo de Destino de Lixo .....                                    | 57 |
| <b>Tabela 08</b> – Proporção de Moradores por tipo de Instalação Sanitária .....                               | 57 |
| <b>Tabela 09</b> –Coeficiente de Mortalidade para algumas causas selecionadas (por<br>100.000 habitantes)..... | 57 |
| <b>Tabela 10</b> – Outros Indicadores de Mortalidade.....  | 58 |
| <b>Tabela 11</b> – Variáveis hidrogeoquímicas identificadas nas águas da BRL.....                              | 71 |
| <b>Tabela 12</b> – Variogramas das Variáveis hidrogeoquímicas das águas da BRL .....                           | 72 |
| <b>Tabela 13</b> –Matriz de Correlações das Variáveis hidrogeoquímicas analisadas nas<br>águas da BRL .....    | 74 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**AAS** – Espectrometria de Absorção Atômica.

**Al** – Alumínio.

**AOAC** – Association of Official Agricultural Chemists.

**APELL** – Conscientização e Preparação para Emergências em Nível Local.

**ATSDR** – Agencia de Substâncias Tóxicas e Registro de Doenças.

**Ba** – Bário.

**BRL** – Bacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia.

**°C** – Graus Celsius (medida de temperatura).

**Ca** – Cálcio.

**Cd** – Cádmiio.

**Cfa** – Tipo Climático úmido em todas as estações e verão quente.

**Co** – Cobalto.

**COGEOENVIRONMENT** – Ciências Geológicas para Planejamento Ambiental.

**CONAMA** – Conselho Nacional do Meio Ambiente.

**CPRM** – Serviço Geológico do Brasil.

**Cr** – Cromo.

**Cu** – Cobre.

**EAA** – Espectrometria de Absorção Atômica.

**EAA/FG** – Espectrometria de Absorção Atômica com Forno de Grafite.

**Eh** – Alcalinidade da Água.

**EPA** – Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América.

**Fe** – Ferro.

**FISQ** – Foro Intergovernamental de Segurança Química.

**ICP** – Espectrometria de Emissão Atômica com Plasma.

**ICP-AES** – Espectrometria de Emissão Atômica com Plasma de Argônio Indutivamente Acoplado.

**ICP-MS** – Espectrômetro de Massa com Emissão Atômica de Plasma.

**IPCS INCHEM** – Programa Internacional de Substâncias Químicas e Organização Intergovernamental de Informação sobre Substâncias Químicas.

**IUGS** – União Internacional de Ciências Geológicas.

**K** – Potássio.

**LT** – Lower Than (menor que).

**Mg** – Magnésio.

**mg/L** – Miligramas por Litro.

**MMA** – Ministério do Meio Ambiente.

**Mn** – Manganês.

**MS** – Ministério da Saúde do Brasil.

**Na** – Sódio.

**Ni** – Níquel.

**NRC** – National Research Council.

**OMS** – Organização Mundial de Saúde.

**ONU** – Organização das Nações Unidas.

**P** – Fósforo.

**Pb** – Chumbo.

**PGAGEM** – Programa Nacional de Pesquisa em Geoquímica Ambiental e Geologia Médica.

**pH** – Potencial Hidrogênico da Água.

**PNUMA** – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente.

**PPM** – Parte por Milhão.

**SGB** – Sistema Geográfico Brasileiro.

**Si** – Silício.

**SIG** – Sistema de Informação Geográfica.

**Sr** – Estrôncio.

**SRC** – Saskatchewan Research Council

**UBS** – Unidades Básicas de Saúde.

**UTM** – Universal Transverse Mercator.

**S/cm** – Microsiemens por centímetro (medida de Condutividade Eletrolítica da água).

**Zn** – Zinco.

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....   | 13 |
| 1.1 OS GEOINDICADORES .....   | 14 |
| 1.2 OS ELEMENTOS QUÍMICOS, SUA IMPORTÂNCIA E TOXICIDADE PARA SAÚDE HUMANA .....                           | 14 |
| 1.3 TOXICOLOGIA AMBIENTAL, ECOTOXICOLOGIA E SAÚDE HUMANA .....  | 15 |
| 1.4 GEOGRAFIA MÉDICA .....  | 16 |
| 1.5 GEOLOGIA MÉDICA .....   | 17 |
| 1.6 GEOGRAFIA DA SAÚDE .....  | 18 |
| 1.7 FATORES QUE INFLUENCIAM NA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS E NOS TEORES DE ELEMENTOS METÁLICOS ..... | 19 |
| <b>2 HIPÓTESE DE TRABALHO</b> .....   | 20 |
| <b>3 OBJETIVOS</b> .....  | 21 |
| 3.1 OBJETIVO GERAL.....   | 21 |
| 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....   | 21 |
| <b>4 METODOLOGIA</b> .....  | 22 |
| 4.1 TRABALHOS DE GABINETE.....  | 22 |
| 4.2 TRABALHOS DE LABORATÓRIO.....   | 25 |
| 4.3 TRABALHO DE CAMPO E DESCRIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DOS PONTOS DE COLETA .....                          | 26 |
| <b>5 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO</b> .....   | 30 |
| 5.1 CONTEXTO GEOGRÁFICO .....   | 30 |
| 5.2 CONTEXTO GEOLÓGICO .....  | 33 |
| 5.3 FISIOGRAFIA E HIDROGRAFIA .....   | 33 |
| 5.3.1 Solos .....   | 33 |
| 5.3.2 Clima .....   | 34 |
| 5.3.3 Relevo e Geomorfologia.....   | 35 |
| 5.3.4 Vegetação .....   | 37 |
| 5.3.5 Hidrografia .....   | 38 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....   | 40  |
| 6.1 CARACTERIZAÇÃO SÓCIO-ECONÔMICA .....  | 40  |
| 6.2 UNIDADES BÁSICAS DE SAÚDE (UBS'S) DA BRL .....  | 41  |
| <br>  |     |
| <b>7 ELEMENTOS QUÍMICOS E SAÚDE HUMANA</b> .....  | 59  |
| 7.1 SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS NO CONTEXTO DA AGENDA 21 E LEGISLAÇÃO<br>AMBIENTAL.....  | 63  |
| 7.2 HIDROGEOQUÍMICA DA ÁREA DE ESTUDO .....   | 70  |
| 7.3 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOS ELEMENTOS QUE INCLUEM OS METAIS<br>PESADOS ANALISADOS NAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA<br>DO RIBEIRÃO LINDÓIA..... | 76  |
| <br>  |     |
| <b>8 CONCLUSÕES</b> .....   | 103 |
| <br>  |     |
| <b>REFERÊNCIAS</b> .....  | 107 |
| <br>  |     |
| <b>ANEXOS</b> .....   | 119 |

## 1 INTRODUÇÃO

O ambiente tem passado por transformações severas nos últimos anos, agravadas principalmente pelo advento das Revoluções Industriais e das Grandes Guerras de abrangência mundial. Segundo Rohde (2004) surge um novo período geológico, o Quinário-Tecnógeno<sup>(1)</sup>, produzido pelos arranjos e rearranjos do Modelo Técnico Científico Informacional<sup>(2)</sup> da sociedade contemporânea. Neste contexto a Revolução Verde<sup>(3)</sup> – implantada no campo; os avanços da indústria química moderna<sup>(4)</sup> – que tem criado e introduzido no ambiente os mais complexos elementos e substâncias químicas; a pressão cada vez maior da numerosa população residente nos grandes núcleos urbanos e os efeitos da urbanização e da industrialização, estas mudanças, têm superado em muito a capacidade de resiliência da natureza constituindo grande preocupação aos estudiosos desta temática.

Desta forma, são imprescindíveis a realização de estudos sócio-ambientais, que considerem as mudanças naturais e as tecnógenas (resultado da interferência da sociedade moderna). Os estudos envolvendo os geoindicadores, a toxicidade dos elementos químicos e a sua relação com a saúde humana, a ecotoxicologia, a geologia médica, a geografia médica e a geografia da saúde são importantes ferramentas que podem nos auxiliar nesta avaliação.

Destaca-se ainda que os elementos químicos discutidos neste trabalho são determinados nas amostras de água na forma iônica como cátions e ânions, mas que serão referidos ao longo do texto, figuras e tabelas com o nome e símbolo dos elementos.

---

<sup>(1)</sup> Segundo Guerasimov, 1979; Chemecov, 1982; Ter-Stepanian G. 1988; Carvalho, 1992 e Oliveira 1992 in Rodhe (2004) "o quaternário seria o período do aparecimento do homem e o Quinário, o homem sobrepondo-se ativamente em relação à natureza". Conceitualmente pode ser compreendido como: [...] o período em que a atividade humana passa a ser qualitativamente diferenciada da atividade biológica na modelagem da biosfera, desencadeando processos (tecnogênicos) cujas intensidade superam em muito os processos naturais".

<sup>(2)</sup> Santos (1995) in Suertegaray (1997) denomina de Período Técnico-Científico-Informacional aquele onde os processos físicos não são mais locais, a terra como um sistema sofre impactos globais.

<sup>(3)</sup> A partir dos anos 60, o Brasil começou a experimentar uma profunda modernização em sua agricultura, baseada no modelo então denominado "Revolução Verde": sementes melhoradas que respondiam rapidamente ao uso de adubos químicos necessitavam de aplicação de agrotóxicos, e com operações geralmente mecanizadas. (DEL GROSSI, 2002).

<sup>(4)</sup> Na Indústria Química Moderna [...] A produtividade, criatividade e competitividade são guiadas pelo mercado potencial e a inovação é fortemente induzida por este mesmo mercado. Com o aumento qualitativo e quantitativo do número de substâncias, e conseqüentemente aumento da produção, armazenamento, manipulação, transporte, uso e disposição das substâncias químicas, o potencial de exposição humana e contaminação do ambiente pelos acidentes e incidentes, no trabalho ou em casa, está aumentando (ARCURI; FERNÍCOLA, 2003)

## 1.1 OS GEOINDICADORES

Os Geoindicadores constituem uma importante ferramenta para mensurar, identificar e avaliar mudanças rápidas no ambiente natural, com propósito de reconhecer processos geológicos significantes nos ecossistemas e determinar se estes estão sendo afetados por atividades humanas.

Tais indicadores foram criados pelo grupo de trabalho internacional da União Internacional de Ciências Geológicas (IUGS), que catalogou indicadores de processos geológicos que acometem a superfície terrestre e, que podem provocar mudanças significativas em: magnitude, frequência, tendência, ou taxas, em períodos que não vão além de 100 anos. Estes indicadores geológicos medem eventos catastróficos e graduais dentro do período de vida humano, alguns deles podem fornecer registros de eventos naturais por período de tempo.

Na década de 90, um grupo denominado COGEOENVIRONMENT (Ciências Geológicas para Planejamento Ambiental) compilou uma lista de 27 geoindicadores, dentre os quais o parâmetro destacado neste trabalho é o da: *QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS*. A lista completa com descrições detalhadas dos geoindicadores pode ser encontrada no endereço: <http://www.lgt.lt/geoin/topic.php?tid=checklist>.

## 1.2 OS ELEMENTOS QUÍMICOS, SUA IMPORTÂNCIA E TOXICIDADE PARA SAÚDE HUMANA

As rochas que constituem a crosta terrestre são formadas por aglomerados de minerais (ou de um único mineral) e, à medida que intemperizam reagem com outras substâncias químicas que se combinam, se rearranjam e liberam vários elementos químicos para o ambiente, principalmente através da água. Estes elementos assim como as substâncias químicas (utilizadas pela sociedade no combate a doenças e na agricultura), são imprescindíveis para a vida humana, no entanto, podem também produzir efeitos adversos à saúde humana e ao ambiente.

Os metais pesados<sup>(5)</sup> (imunotóxicos) constituem uma das principais

---

<sup>(5)</sup> Os *metais pesados* referem-se aqueles elementos que possuem densidade superior a 5 g/cm<sup>3</sup> (WARD; ELLIOT, 1995 in CARMO, 2001). São metais quimicamente definidos como tendo pesos atômicos ente 63,546

preocupações da sociedade em função de seus efeitos nocivos ao ambiente e à saúde humana, pois não sendo biodegradáveis, uma vez produzidos podem ser maléficos. De acordo com seu nível de ingestão e/ou concentração no organismo humano, são classificados, como: i) Elementos essenciais à vida animal e vegetal; ii) Necessários em nível de traços; iii) Necessários em nível de ultratraços e iv) Não essenciais (tóxicos) (FIGUEIREDO, 2000) [Quadro síntese 03].

Os benefícios estão no campo dos tratamentos de doenças como, por exemplo, o uso do lítio em casos psiquiátricos graves e combate a tumores cancerígenos com os complexos de platina, entre outros tratamentos. É importante destacar que a deficiência de alguns metais em nosso organismo podem provocar problemas de saúde como acontece com o Fe, o Cu e o Zn, os imunomodulares, responsáveis por importantes reações bioquímicas do nosso organismo (FIGUEIREDO, 2000).

Os danos aparecerão quando a quantidade de metais ingeridos e/ou concentrados no organismo humano forem superiores a nossa capacidade de absorção e recuperação.

### **1.3 TOXICOLOGIA AMBIENTAL, ECOTOXICOLOGIA E SAÚDE HUMANA**

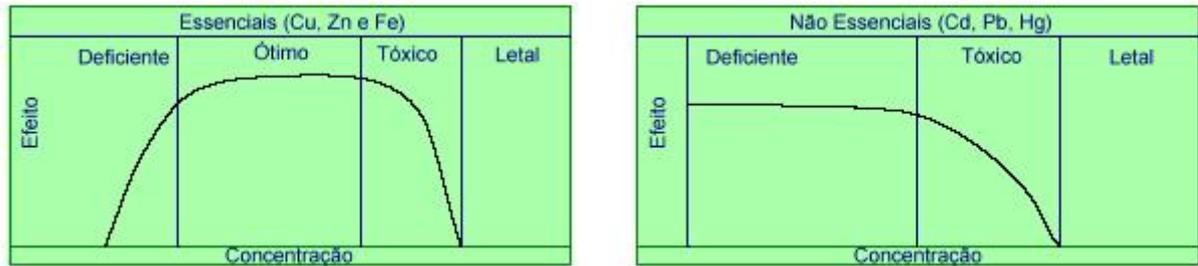
A saúde humana, por meio do sistema imunológico e, o ambiente, através dos ecossistemas, cada um responde de forma diferente aos estímulos de substâncias químicas as quais estão expostas diariamente. Assim, para descrever o estudo científico dos efeitos adversos causados sobre os organismos vivos pelas substâncias químicas liberadas no ambiente são empregados os termos Toxicologia Ambiental e Ecotoxicologia.

Em geral, a expressão Toxicologia Ambiental é usada nos estudos em que se abordam os efeitos das substâncias químicas sobre os seres humanos e o termo Ecotoxicologia, para os estudos dos efeitos destes compostos sobre os ecossistemas e seus componentes não-humanos (FERNÍCOLA et. al., 2003).

Para determinar a suscetibilidade ou resistência dos efeitos das substâncias químicas sobre os seres humanos é utilizada a curva dose-resposta (Figura 01).

---

e 200,590 e gravidade específica superior a 4,0. São altamente reativos e bio-acumulativos, ou seja, o organismo não é capaz de eliminá-los (WIKIPÉDIA, 2005).



**Figura 01** – Benefícios e malefícios a saúde de elementos essenciais e não-essenciais, em função da dosagem (CORTECCI in SCARPELLI, 2003)

Assim sendo, na relação entre toxicidade e saúde é importante destacar que um elemento é tóxico ou não se levarmos em consideração o nível de concentração, composição e propriedades além do tempo de exposição das substâncias químicas as quais o organismo teve contato.

#### 1.4 GEOGRAFIA MÉDICA

A geografia médica estuda a patologia à luz dos conhecimentos geográficos, pois resulta da integração dos conhecimentos geográficos e médicos, procurando evidenciar a importância do meio geográfico no aparecimento e distribuição de uma determinada doença, visando fornecer bases seguras para os programas de saúde pública (LACAZ, 2003).

Assim, a Geografia Médica procura estabelecer relações entre os lugares e as doenças espacialmente distribuídas na superfície terrestre.

Lemos e Lima (2002) historiaram e contextualizaram esta vertente da ciência geográfica situando que esta geografia sempre esteve intimamente ligada à medicina e sua evolução, pois sua origem remonta aos estudos de Hipócrates em aproximadamente 480 a.c., com sua obra *Dos ares, das águas e dos lugares*, que mostrava a relação dos fatores ambientais com o surgimento das doenças.

Nas últimas décadas do século XIX Louis Pasteur e sua visão reducionista atribuía às doenças exclusivamente o caráter bacteriológico. John Snow (1854 in LEMOS; LIMA, 2002) e seus estudos de sobre a Transmissão do Cólera, feitos em Londres, marcam o início de uma nova era na análise das condições de saúde e doença dos grupos humanos. No final da década de 30, Pavlovsky (in LEMOS; LIMA, 2002) apresenta sua teoria dos focos

naturais de doenças, onde esclarece que um foco natural de doenças está relacionado com as mais diversas paisagens geográficas do globo terrestre.

O período pós Segunda Guerra Mundial, final de 1940, nos Estados Unidos, foi publicado o primeiro volume de uma “Global Epidemiology, a Geography of Disease and Sanitation”, considerado o mais importante dos tratados sobre Geografia Médica dos Estados Unidos (LEMOS; LIMA, 2002).

Na década de 50, Sorre (1955 in LEMOS; LIMA, 2002) cria, na França, o conceito de complexo patogênico<sup>(6)</sup> que procurou trabalhar a importância da ação humana na formação e na dinâmica dos agentes causais, seus vetores, o meio ambiente e o próprio ser humano, constituindo a base da Geografia Médica. No Brasil a geografia médica se referencia a duas grandes obras: Introdução à Geografia Médica no Brasil de Lacaz na década de 70 e Ensaio Médico-Sociais de Pessôa, década 60. No entanto, a obra de maior destaque é de Gavião Gonzaga (1925 in LEMOS; LIMA, 2002) de título “Climatologia e Nosologia do Ceará” (LEMOS; LIMA, 2002; LACAZ, 2003).

Configurando, desta forma, que os estudos nesta área contribuíram para uma aproximação das ciências naturais com as biológicas e humanas, reforçando o tripé da ciência geográfica e a importância dos estudos de caráter multidisciplinar nos temas que envolvem a questão sócio-ambiental.

## 1.5 GEOLOGIA MÉDICA

A Geologia Médica envolve o estudo dos relacionamentos entre a geoquímica do espaço que vivemos e a saúde da população pertencente a este domínio, permitindo-se com a relação das geociências e as ciências médicas, expressar paralelos entre províncias geoquímicas particulares e a incidência de determinadas doenças, onde as doenças dos seres humanos e animais causados por desequilíbrios em sais minerais ou elementos químicos entre outros, encontram-se claramente no ambiente geoquímico. Assim, tem como

---

<sup>(6)</sup> Para Max. Sorre (1955 in FERREIRA, 1991) os complexos patogênicos recebem o nome da doença a que se referem: complexo malárico, da peste, da doença do sono, etc. Contudo, é importante destacar que não se trata de séries lineares reduzidas a um número limitado de termos, mas sim de grupos que se enredam de maneira muitas vezes inextricável. Na sua abordagem ecológica os complexos têm sua vida própria, sua origem, seu desenvolvimento e sua desintegração - sugerindo uma análise epidemiológica evolutiva, de cunho histórico. O papel do homem na gênese e desintegração dos complexos não restringe à sua atuação ao plano biológico, que se ocupa com a ação humana de transformação do ambiente e com seu possível impacto epidemiológico, mas subordina a análise da atividade humana de transformação do espaço à sua noção ecológica de gênero de vida.

método geral de pesquisa o estudo da química dos solos, da água e dos sedimentos em relação à incidência de doenças geograficamente distribuídas (MARTINS JR; PINESE, 2003, 2005).

A Geologia Médica foi ativada no Brasil pelo Serviço Geológico (CPRM) com um programa específico, o Programa Nacional de Pesquisa em Geoquímica Ambiental e Geologia Médica, o PGAGEM, como uma ciência multidisciplinar. Em detalhe, estuda variações regionais na distribuição dos elementos químicos, principalmente os metálicos e metalóides, seu comportamento geológico-geoquímico, as contaminações naturais e artificiais, os danos à saúde animal e/ou vegetal por excessos ou deficiências além de também se ocupar de fenômenos e fatores de natureza física como minerais, instabilidade de encostas, terremotos, erupções vulcânicas, entre outros (SCARPELLI, 2003).

## **1.6 GEOGRAFIA DA SAÚDE**

A Geografia da Saúde se utiliza de elementos da Geografia Médica (especialização das doenças) e da Geologia Médica (especialização das anomalias geoquímicas e saúde da população local) procurando estabelecer correlações destes com os dados de órgãos de gerenciamento de saúde coletiva (através de métodos quantitativos e qualitativos), para com auxílio de um SIG, organizar o espaço geográfico e balizar o desenvolvimento econômico e sócio-ambiental, pois Saúde Pública e ambiente são influenciadas pelos padrões de ocupação do espaço.

Dentro desta perspectiva o estudo de Carvalho e Zequim (2003) se utiliza de um SIG para determinar microáreas de alerta e risco social para o Município de Londrina. Na área de estudo, Região Norte (BRL) foram definidas 8 (oito) microáreas de risco (ocupadas de maneira ilegal) e 9 microáreas de alerta (de carência sócio-econômica, e falta ou ineficiência de infra-estrutura básica nos domicílios, porém localizadas em bairros legalizados). Destaca-se o fato de que, nesta região da cidade, as microáreas de risco se distribuem às margens dos Ribeirões Quati, Lindóia e Jacutinga e seus afluentes, e as microáreas de alerta se localizam em espaços mais carentes dos conjuntos habitacionais.

Assim, a análise da distribuição espacial das doenças possibilita determinar padrões da situação de saúde de uma área, mostrar disparidades espaciais e delimitar áreas de risco. É possível mapear indicadores básicos de saúde, mortalidade, doenças de notificação compulsória e analisar acidentes relacionados ao trabalho. Através da análise da difusão

geográfica e exposição a agentes específicos pode-se gerar e analisar hipóteses de investigação. Também é possível planejar e programar atividades de prevenção e controle de doenças em grupos homogêneos segundo determinado risco, monitorar e avaliar intervenções direcionadas (PINA; SANTOS, 2000).

### **1.7 FATORES QUE INFLUENCIAM NA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS E NOS TEORES DE ELEMENTOS METÁLICOS**

São muitas as variáveis que influem na qualidade das águas superficiais, tais como: as condições físico-químicas, microbiológicas e ecotoxicológicas. Assim, os contribuintes: rochas, solos e reagentes químicos liberados pelas mais diversas fontes, naturais e antrópicas, podem provocar os mais variados desequilíbrios ambientais e danos a nossa saúde.

Também deve-se levar em consideração os vários fatores que influenciam os teores de elementos metálicos nas águas, como: a diluição; a capacidade de lixiviação; o pH; o potencial de oxidação-redução (Eh); o período chuvoso e o período seco e a salinidade.

Ainda considerar as possibilidades de resultados falsos nos trabalhos com águas, pois as anomalias encontradas nas águas devem ser consideradas apenas como uma probabilidade de refletirem uma anomalia dos solos. As substâncias em solução podem ser facilmente precipitadas, devido a matéria orgânica, sorção por argilas, pH, Eh, óxidos hidratados de Fe e Mn e, por outro lado, os fatores de contaminação são enormes, o que falsifica os resultados (BRANCO, 1959).

Deste modo, este trabalho objetiva, passando pelas vertentes anteriormente citadas, através da Caracterização Hidrogeoquímica das águas superficiais na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia (BRL), Zona Norte de Londrina-Pr, ponderar sobre os riscos ambientais para a saúde humana provocada por possíveis desequilíbrios hidrogeoquímicos neste domínio natural.

Para tanto estabeleceram-se correlações entre os elementos químicos presentes na água da BRL com a saúde da população local, utilizando aplicações da hidrogeoquímica para avaliar os parâmetros de qualidade de água, como: constituintes iônicos principais e secundários, principais constituintes tóxicos e carcinógenos, pH, condutividade elétrica e temperatura.

## **2 HIPÓTESE DE TRABALHO**

Ao se comparar as informações do Órgão de Gerenciamento de Saúde do Município de Londrina e do Sistema Datasus com os resultados das análises de água da área de estudo, espera-se constatar correlações entre a distribuição das anomalias hidrogeoquímicas positivas e negativas, encontradas nas águas da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia, Zona Norte de Londrina – Pr, e a saúde da população que ocupa esta parcela do espaço geográfico, pois acredita-se que podem ser as responsáveis por danos ambientais e de saúde.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

Caracterizar a geoquímica das águas superficiais e avaliar o risco ambiental para a saúde humana na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia (BRL), Zona Norte de Londrina-Pr.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Correlacionar os metais pesados e outros elementos traços destas águas com possíveis padrões de anomalias na saúde da população local (assimilação de metais pelos organismos vivos e pelo homem);

- Mensurar os parâmetros de qualidade de água, tais como: constituintes iônicos principais e secundários, principais constituintes tóxicos e carcinógenos, pH, temperatura, condutividade elétrica, entre outros, no intuito de determinar possíveis fontes de poluição;

- Classificar possíveis padrões de anomalias na distribuição geográfica dos dados de saúde através do cruzamentos de informações do Datasus, do Órgão de Gerenciamento para Serviços de Saúde do Município de Londrina e dos resultados das análises da água da BRL.

## 4 METODOLOGIA

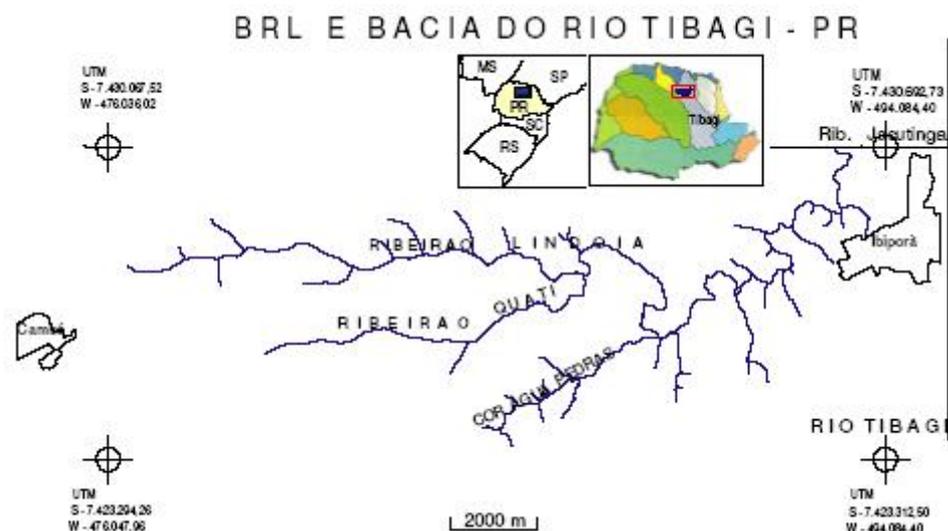
### 4.1 TRABALHOS DE GABINETE

Inicialmente realizou-se uma revisão de bibliografia nacional e internacional em: livros, periódicos, revistas e jornais especializados, CD-Rom, Internet entre outros, como consta nas referências. Utilizando-se esta base foram realizados trabalhos de campo com checagem: de coordenadas geográficas; de imagem de satélite para percepção da paisagem e organização do espaço do estado atual da rede de drenagem – cursos d'água, principal e afluentes, dos possíveis poluidores e do nível de poluição por resíduos sólidos.

Também foram realizados levantamentos da área de estudo através de mapas e cartas topográficas da Região Norte do Paraná, pois a área de trabalho abrange os municípios de Londrina, Cambé e Ibiporã.

A bacia hidrográfica foi escolhida como unidade de recorte espacial, pois constitui-se em elemento fundamental do manejo e gestão ambiental dos recursos naturais por integrar o solo e a água, essenciais para a sustentação e manutenção da vida. Constituindo-se em uma unidade do território onde é possível estabelecer as inter-relações dos elementos da paisagem e os processos que atuam na sua esculturação.

É importante destacar que neste trabalho a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia (BRL) suprimiu o Ribeirão Ibiporã considerando-o como parte integrante do seu curso, onde da sua nascente (nas proximidades da cidade de Cambé) até a sua foz (no município de Ibiporã), considera-se Ribeirão Lindóia. Segundo a hierarquia dos canais fluviais de Strahler (1986) é considerada uma bacia de terceira ordem (Figura 02).



**Figura 02** – Bacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia no contexto da Bacia do Rio Tibagi – Pr.

Para elaboração da vetorização cartográfica e georreferenciamento (digitalização da área de estudo) foi utilizado o software AutoCad Map 2006 da Autodesk e foram utilizadas a Carta topográfica Londrina, Folha SF. 22 – Y–D–III–4. MI–2758/4. Escala 1:50.000. Ano: 1997, do Ministério do Exército e a Carta topográfica Sertanópolis, Folha SF.22 – Y–D–III–2. MI–2758/2. Escala 1:50.000. Ano: 1991, do IBGE. Ambas de orientação “SAD69 Datum, UTM Zona 22 Sul, 54d à 48d Oeste”.

O Datum Planimétrico refere-se aos levantamentos planimétricos do SGB (Sistema Geográfico Brasileiro), onde as coordenadas foram referidas. O “Datum” SAD-69 utilizado neste trabalho vem sendo adotado no Brasil (GÓES, 2000).

Para caracterizar a hidrogeoquímica, determinar se há fontes de poluição e avaliar o risco ambiental para a saúde humana através da correlação com os *elementos traços* e **metais pesados**, na BRL, foram mensurados os parâmetros físico-químicos (pH, Eh, Condutivid.) e hidrogeoquímicos de qualidade de água através do uso do ICP-AES – Espectrometria de Emissão Atômica com Plasma de Argônio Indutivamente Acoplado ( $SiO_4^{4-}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Sr^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $PO_3^{3-}$ ,  $Cr^{2+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Ba^{2+}$ ,  $Co^{2+}$  e  $Cu^{2+}$ ) e da AAS – Espectrometria de Absorção Atômica ( $Na^+$  e  $K^+$ ). Os resultados foram aplicados em um software de estatística (Statistic 6.0 for Windows) para estabelecer as possíveis correlações entre as variáveis hidrogeoquímicas analisadas e em um Sistema de Informação Geográfica – SIG.

Na Análise espacial de dados regionalizados, foi utilizado o *software* Surfer

8.0 que trabalha com o método geoestatístico de Krigagem ordinária, como padrão de análise.

A krigagem é um processo de estimativa de valores de variáveis distribuídas no espaço, e/ou no tempo, a partir de valores adjacentes enquanto considerados como interdependentes pelo semivariograma.

[...] usa informações a partir do semivariograma para encontrar os pesos ótimos a serem associados às amostras que irão estimar um ponto, um painel ou bloco. Como o semivariograma é uma função da distância entre locais de amostragens, mantendo o mesmo número de amostras, os pesos são diferentes de acordo com seu arranjo geográfico. Este não exige que os dados tenham distribuição normal, mas a presença de distribuição assimétrica, com muitos valores anômalos, deve ser considerada, pois a krigagem é um estimador linear.

[...] entendida como um estimador que se baseia numa série de técnicas de análise de regressão, sejam elas lineares ou transformações não-lineares, procura minimizar a variância estimada a partir de um modelo prévio que leva em conta a dependência estocástica entre os dados distribuídos no espaço. Existem várias formas, as mais usuais são: krigagem ordinária, krigagem universal e krigagem indicativa, além da cokrigagem (LANDIM, 2003).

Para estabelecer possíveis relações entre a saúde da população da área de estudo e elementos químicos como os metais pesados, foram coletadas informações junto ao Sistema Datasus e no Órgão de Gerenciamento para Serviços de Saúde, com a solicitação de informações sobre Doenças Diagnosticadas na BRL, Município de Londrina-Pr.

No desenvolvimento dos dados relativos a caracterização sócio-econômica e da saúde da população da BRL (Bacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia), foi utilizado o *software* Philcarto. Trata-se de um *software* de Cartografia Temática, desenvolvido na França pelo Geógrafo francês Philippe Waniez, sendo disponibilizado gratuitamente na Internet através do endereço: <http://perso.club-internet.fr/philgeo>.

A base cartográfica utilizada neste *software* foi adaptada de um mapa da cidade de Londrina – Pr com as divisões das áreas censitárias (IMAP&P/MAB/RSA in BARROS et al, 2005) que foram transformadas em áreas de influência das (UBS's) Unidades Básicas de Saúde na BRL (GEOPROCESSAMENTO/DIS/MAS/PML). Assim, esta base (fruto da sobreposição das áreas censitárias e das UBS's) foi sobreposta a base vetorizada resultando na figura 10.

Também, para melhor compreensão do universo de análise foi calculado a incidência por 100.000 habitantes, utilizando a seguinte fórmula:

$$T.I = \frac{\text{N}^\circ \text{ de casos novos de uma doença em um local e período}}{\text{População do mesmo local e período}} \times 10^5$$

A taxa de incidência (TI) que é o número de casos novos de uma doença em um dado local e período, relativo a uma população exposta. Reflete a intensidade com que acontece uma doença em uma população e, dessa maneira, mede a frequência ou probabilidade de ocorrência de casos novos dessa doença na população. Alta incidência significa alto risco coletivo de adoecer (CBVE, 2005?).

#### 4.2 TRABALHOS DE LABORATÓRIO

Todas as amostras de água coletadas, encaminhadas para análises químicas sofreram filtragem utilizando-se os materiais descritos a seguir:

*Materiais e Metodologia do processo de Filtragem das Amostras de Água:*

- Filtros de papel comum;
- funis buchner;
- funil com placa porosa;
- Kitasato de 1000 ml;
- Câmara de vácuo.

Para filtragem das amostras de água da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia os procedimentos obedeceram a tripla filtragem a vácuo, na seguinte ordem:

- ✓ primeiro a água foi conduzida pelo filtro de papel comum em um funil Buchner;
- ✓ posteriormente foi utilizado um funil com placa porosa;
- ✓ e por último utilizou-se um funil Buchner com uma membrana HA em Ester de celulose de 0,45µ m de poro, de 47mm de diâmetro, branca e lisa, do fabricante MILLIPORE Indústria e Comércio Ltda de São Paulo, de código: HAWP04700 e lote: B2EN38786.

Todo procedimento foi realizado no Laboratório de Química Analítica da UEL. Após as filtrações as amostras foram analisadas no Laboratório de Geoquímica da UNESP – Campus Rio Claro (SP) conforme duas técnicas descritas a seguir:

**ICP-AES** (Espectrometria de Emissão Atômica com fonte de Plasma de Argônio Indutivamente Acoplado) que dispõe de um espectrômetro seqüencial ARL 3410. Método de análise bastante sensível, capaz de identificar e quantificar mais de 40 elementos químicos em concentrações na faixa de ppb (partes por bilhão). *Principais Aplicações:* determinação de elementos terras raras e elementos maiores e traços em rochas, minerais, minérios e solos e determinação de metais em sedimentos e água.

**AAS** (Espectrometria de Absorção Atômica). O equipamento utilizado foi um espectrofotometro GBC 608, com lâmpadas para análise de Li, Na, K, Rb, Mg, Ca, Sr, Ba, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, An, Al, Sn e Pb. *Principais Aplicações:* Método excepcional na determinação da composição química, para os elementos citados em solos, minérios e água. Apresenta sensibilidade de ppt (partes por trilhão) na análise de Na e K em água.

Estes aparelhos identificam a presença do elemento químico, por exemplo (metais pesados na água), e a quantidade de luz absorvida fornece a medida de sua concentração (teor do elemento na água).

As análises estão baseadas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 19<sup>a</sup> edição, (APHA, 1995).

#### **4.3 TRABALHO DE CAMPO E DESCRIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DOS PONTOS DE COLETA**

No campo foram coletadas amostras da água de drenagem do Ribeirão Lindóia baseadas em Goleva (1965) descritas por Licht (1998), onde a densidade de pontos de amostragem em águas de drenagem para a prospecção hidrogeoquímica deve variar, segundo a complexidade geológica da área e de acordo com a escala do levantamento (*conforme Quadro 01 abaixo*), assim, para a área em estudo 20 pontos de coleta são considerados satisfatórios. No presente estudo foram coletas 25 amostras, distinguidas entre a drenagem principal e afluentes.

| <i>Escala</i> | <i>Complexidade geológica da área</i>      |              |                 |
|---------------|--|--------------|-----------------|
|               | <i>Simples</i>                             | <i>Média</i> | <i>Complexa</i> |
| 1:200.000     | 0,1  | 0,15         | 0,25            |
| 1:100.000     | 0,5  | 0,8          | 1,0             |
| 1:50.000      | 1,4  | 1,7          | 2,0             |
| 1:25.000      | 3,0  | 3,5          | 4,0             |
| 1:10.000      | <i>Todos os pontos de descarga d'água.</i> |              |                 |

**Quadro 01** – Densidade recomendada de pontos de amostragem de água de drenagens/Km<sup>2</sup> para a prospecção hidrogeológica.

**Fonte:** Goleva (1965 in LICHT, 1998).

*Os Materiais utilizados no campo para coleta na obtenção dos parâmetros físico- químicos das amostras de água foram:*

- ✓ garrafas de polietileno de aproximadamente 1000 ml;
- ✓ aparelho GPS Etrex Vista da fabricante Garmim;
- ✓ Condutímetro Digital de bolso com escala de medição de: 0 a 1999  $\mu$  S/cm, com resolução de: 1  $\mu$  S/cm, precisão de  $\pm$  2% (fundo de escala), e compensação de temperatura de 0 a 50°C, para medir a Condutividade Elétrica (CE);
- ✓ Peagâmetro Digital de bolso PHTEK com compensação automática de temperatura e calibração para verificar o pH;
- ✓ Termômetro Digital tipo Espeto de escala: - 50°C + 300°C / -58°F + 572°F, com haste de aço inox, do fabricante Incoterm, para medir a Temperatura da água.

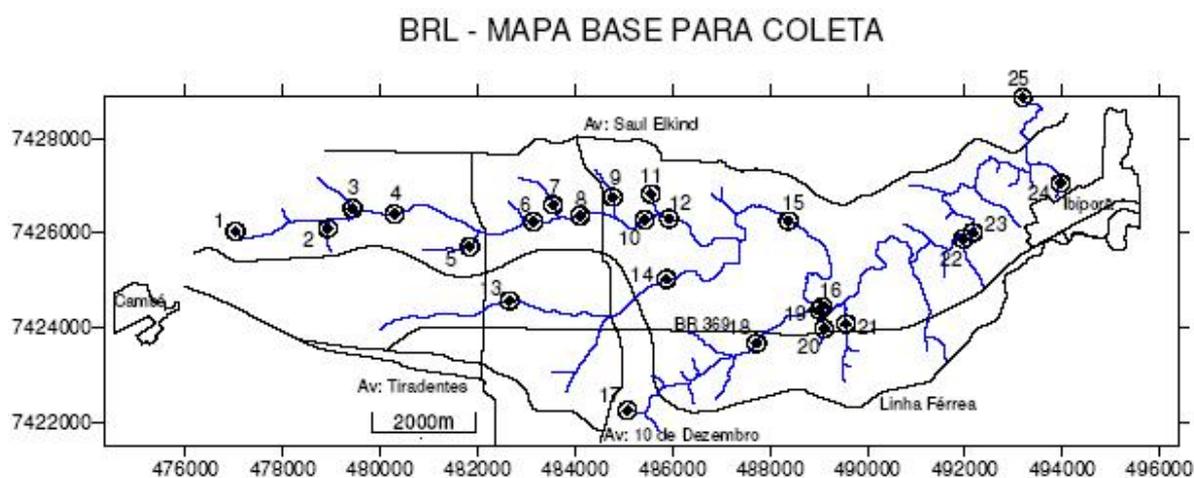
*As técnicas de amostragem d'água de drenagem conforme Licht (1998) obedeceram os critérios:*

- ✓ o amostrador de frente para cabeceira da drenagem no intuito de evitar contaminações da amostra no momento da coleta, e se posicionar no centro do canal da drenagem, onde o fluxo d'água seja constante;
- ✓ lavar as mãos com água corrente da drenagem;
- ✓ abrir o recipiente e lavá-lo duas ou três vezes com a água corrente da drenagem;
- ✓ medir o pH da água;

- ✓ encher o recipiente com a água;
- ✓ se for o caso, adicionar a quantidade necessária de acidulante (para manter os elementos em solução até a chegada ao laboratório e não perder as propriedades originais);
- ✓ preencher cuidadosamente a ficha de campo, utilizando os códigos estabelecidos, anotando quaisquer anormalidades com o material coletado;
- ✓ estação de amostragem identificada no campo, para facilitar verificações e eventuais reamostragens;

*Programação de Amostragem conforme Licht (1998):*

A programação das estações de amostragem foram feitas com auxílio do mapa- base preliminar de trabalho e do mapa viário. Foi efetuada obedecendo a distribuição das diferentes litologias, densidade e padrão da rede hidrográfica, densidade e representatividade da amostragem (Figura 03).



**Figura 03** – Mapa base: rede viária e hidrográfica com anotação dos pontos de coleta.

A coleta de amostras de água é feita na estação seca, nos dias 24, 25 e 26 de Abril de 2006, pois a concentração das variáveis analíticas nas amostras de água é maior.

As amostras foram codificadas por duas letras que identificam o seu coletor, seguidas de quatro algarismos em ordem numérica crescente. Onde, a sigla PR-0001 representaria a amostra número 0001 coletada por Paulo Rogério (*Ficha de Coleta, Anexo 1*).

Os postos de coleta foram numerados de 01 a 25 e foram descritas suas

características marcantes como: a paisagem, referências locacionais (organização e ocupação do espaço, descrição do entorno), localização e acesso, largura e ordem da drenagem, geologia, tipo de solo, vegetação, registro fotográfico, coordenadas geográficas, parâmetros físico-químicos e geoquímicos (Anexo 1).

## 5 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

### 5.1 CONTEXTO GEOGRÁFICO

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia (BRL) é classificada segundo Strahler (1986) como uma bacia de terceira ordem, é componente da Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi e este pertence, no contexto nacional, à Bacia Hidrográfica do Rio Paraná (Figura 04).



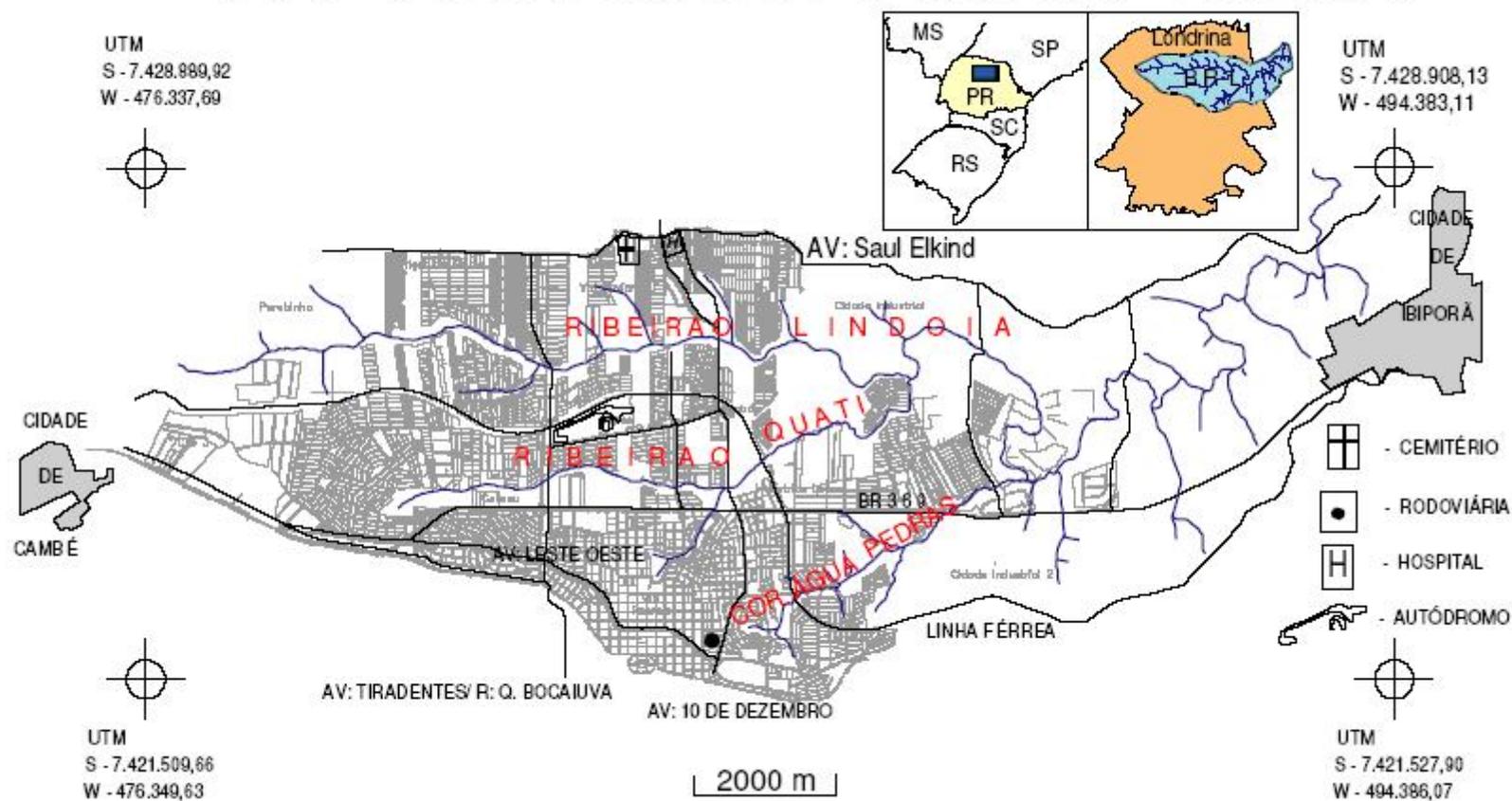
**Figura 04** – BRL inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi e na Bacia do Paraná.

A BRL, localizada na porção norte da Cidade de Londrina, apresenta como limites as coordenadas UTM S – 7421509,66/7428908,13 e W – 476337,69/494386,07. Ocupando uma área de 44463,50m<sup>2</sup>, tem na extensão do curso principal 28588,18m, onde o Ribeirão Ibiporã foi suprimido e incluído como Ribeirão Lindóia. O curso principal do Ribeirão Lindóia tem ao todo 32 afluentes, 10 na margem esquerda e 22 na margem direita.

Da nascente a foz apresenta um desnível de 220 metros com inclinação oeste (W) - leste (E). Sua nascente situa-se na cota de 620 metros de altitude e sua foz, no

Ribeirão Jacutinga, na cota de 400 metros de altitude. Está numa área predominantemente urbana onde as principais vias de acesso estão representadas ao Norte pelo Espigão da Av: Saul Elkind; a Oeste com a BR 369 e o Município de Cambé; a Leste adentra a porção oeste do Município de Ibiporã e ao Sul limita-se pelo espigão central da cidade (Av: Tiradentes/R: Quintino Bocaiúva) [Figura 05].

## BRL- HIDROGRAFIA E MALHA URBANA



**Figura 05** – Bacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia rede, urbana, viária e rede hidrográfica

## 5.2 CONTEXTO GEOLÓGICO

A estrutura geológica que dá suporte a BRL pertence à Bacia Sedimentar do Paraná. Classificada como intracratônica, onde se acumularam mais de 5000m de rochas sedimentares e vulcânicas, com embasamento composto por rochas magmáticas e metamórficas. Representa, no Brasil, uma área de 1 milhão de quilômetros quadrados, destes, dois terços de derrames de lava basáltica. A cobertura sedimentar paleozóica aflora no Segundo Planalto Paranaense. Limita-se a leste pelas rochas pré-devonianas do Escudo, ao N e ao S adentra os estados de SP e SC. A leste é recoberta pelos derrames basálticos.

Particularmente a BRL assenta-se sobre o Grupo São Bento, marcado por um ambiente de deposição desértico e por derrames basálticos, é constituído por sua vez, pelas formações: Pirambóia, Botucatu e Serra Geral, esta última de idade juro-cretácea, aflora nos estados do RS, SC, PR, SP, MS, GO e MG (PINESE, 2002; MINEROPAR, 2001).

Na região de Londrina, nos domínios da BRL, aflora a Formação Serra Geral, composta por rochas ígneas vulcânicas. Os derrames individualizados em corpos tabulares (*trapps*) representam episódios de atividade vulcânica do tipo fissural, com diques de diabásio individualizados além de outros corpos intrusivos, cujas composições podem variar de natureza basáltica toleítica a riodacítica. Os basaltos apresentam estruturas amigdaloidais e compactas, em blocos delimitados por sistemas de fraturas (p.ex. E-W e N-S) condicionantes genéticos das drenagens locais (PINESE, 2002; ARCHELA; FRANÇA; CELLIGOI, 2003).

## 5.3 FISIOGRAFIA E HIDROGRAFIA

### 5.3.1 Solos

Os tipos de solos que se destacam na área da BRL são: o Latossolo Vermelho Distrófico e Eutrófico e os Argissolos.

Os Latossolos apresentam características como: profundidades superiores a 3m, teor de argila superior a 60% com textura muito argilosa, consistência friável, alta

porosidade e drenagem acentuada. Originam-se das eruptivas básicas: basaltos e diabásios, do derrame do Trapp, do Grupo São Bento, do Jurássico-Cretáceo. Ocorre em terrenos planos nas partes altas pouco onduladas dos divisores de água, que permitem a mecanização no uso agrícola. Seus principais problemas estão relacionados à fertilidade, sendo aconselhável as calagens para neutralizar os teores de alumínio trocável além de adubações de correção a base de fósforo (EMBRAPA, 1999; LARACH et al, 1984).

Os Argissolos são solos bem desenvolvidos, oriundos de rochas eruptivas básicas: basaltos e rochas afins. Apresentam maior concentração de argila no horizonte superficial; são bem estruturados e de porosidade irregular. Possuem altos teores de carbono orgânico, teores variáveis de cálcio, magnésio e potássio, sendo em geral deficientes em fósforo. Têm textura muito argilosa e apresentam cerosidade, grande saturação de bases e são bem drenados. É aconselhável a calagem para melhorar a fertilidade natural, com potencial de produtividade que pode durar muitos anos. Esses solos apresentam menor resistência à erosão, em virtude de um horizonte superficial de acumulação de argila e de sua localização topográfica (STIPP, 2002; EMBRAPA, 1999; LARACH et al, 1984).

### 5.3.2 Clima

A cidade de Londrina é caracterizada pelo *tipo climático Cfa: úmido em todas as estações e verão quente, com predominância dos sistemas atmosféricos intertropicais* (massas de ar Tropical Atlântica, Tropical Continental, Equatorial Continental e Polar Atlântica). Mais úmida no verão, período que concentra grande parte das chuvas do ano, e cujas temperaturas médias máximas podem atingir os 28°C, configurando-se nos verões mais quentes de toda bacia hidrográfica do Tibagi.

A estação de inverno representa um período de estiagem relativa na área, sendo os meses de julho e agosto os mais secos do ano, com médias mensais em torno de 50 mm. Com temperaturas médias de cerca de 18°C, essa época é marcada pela ocorrência de geadas, sendo julho o mês de maior incidência, quando são alcançadas as menores temperaturas mínimas médias da área (10°C).

A análise da evolução termo-pluviométrica mensal da cidade de Londrina revela uma certa ciclicidade, manifestada em períodos aproximadamente quinquenais, em que há uma conjugação de períodos mais e menos quentes, ora com redução, ora com a elevação

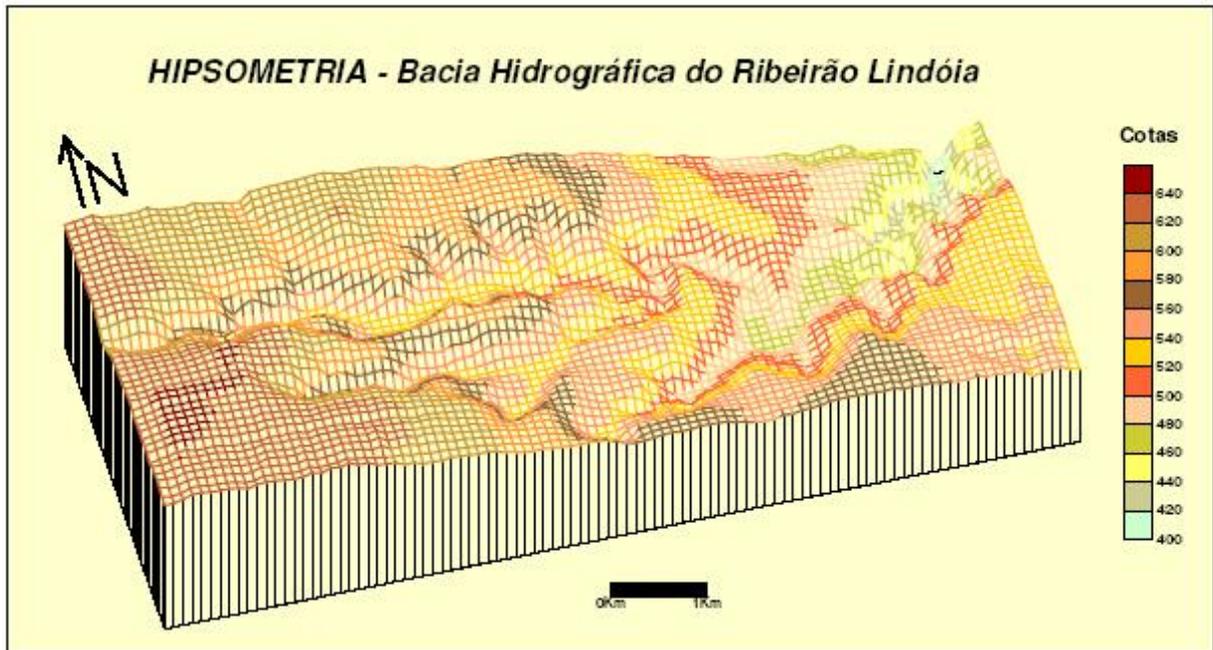
pluviométrica.

Em termos de tendência termo-pluviométrica, apresenta um aquecimento geral, considerando-se as temperaturas médias compensadas, mínimas médias e máximas absolutas, sendo mais expressivo na primavera e no verão. Reforçando a condição de tropicalidade da área, as chuvas apresentaram tendência à elevação e à concentração, notabilizando-se como mais representativos os episódios impactantes de chuvas torrenciais, principalmente no verão.

O regime de ventos dessa área apresenta uma direção predominante de leste, ressaltando a expressiva participação do sistema tropical atlântico na caracterização de sua circulação atmosférica (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2002).

### **5.3.3 Relevo e Geomorfologia**

A área da BRL, situada na região norte da cidade de Londrina, está em zonas de altitudes compreendidas entre 400 e 620 metros, predominando as cotas entre 500 e 600 metros. Em razão da predominância destas altitudes (550m) seu relevo caracteriza-se como de planalto. É talhado em rochas eruptivas básicas onde a feição dominante é a de uma série de patamares, devido à sucessão dos derrames basálticos, à erosão diferencial e ao desnível de blocos falhados, é assim composta por mesetas e platôs. Verifica-se a presença de pequenos espigões que constituem divisores de água (SEAB; ITCF, 1987) [Figura 06].



**Figura 06** – Relevo da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia (Perspectiva 3D).

A geomorfologia permite observar que a unidade estrutural, a Bacia Sedimentar do Paraná, com seus sedimentos e basaltos vão determinar as formas esculturais que compõem o relevo da área de estudo, - *as vertentes convexas do tipo suave onduladas*, em função principalmente dos solos do tipo Latossolo Estruturado originários da decomposição dos derrames basálticos do cretáceo-jurássico e do tipo climático Cfa: úmido em todas as estações e verão quente, com predominância dos sistemas atmosféricos intertropicais.

O Ribeirão Lindóia (alto-médio curso) vai apresentar como *Padrão de Forma Homogênea de Relevo o modelo Dc 1.2*, (onde o número 1 registra a dimensão interfluvial e o número 2 o entalhamento dos canais) que significa uma forma de Relevo de Denudação com formas de topos Convexos que varia de muito fraco a fraco, onde o grau de entalhamento dos canais da rede de drenagem varia de menos de 10 metros até 20 metros. Este fato favoreceu a expansão da urbanização e ocupação da área com o estabelecimento de conjuntos habitacionais e loteamentos em toda extensão da área (Figura 07).



**Figura 07** – Foto da vertente norte do Ribeirão Lindóia (Alto-médio curso).

Dentro deste contexto, é importante destacar que contemporaneamente o fator predominante na modificação da paisagem tem sido o antrópico, provocando uma série de impactos ambientais como: o assoreamento do Ribeirão, retirada da mata ciliar, produção de resíduos sólidos (lixo) e esgoto, resíduos industriais, ocupações irregulares do fundo de vale com chácaras e plantações que avançam até as margens do rio e seus afluentes, galerias de águas pluviais desmoronadas obstruindo o rio, entre outros.

### **5.3.4 Vegetação**

Na região do baixo Tibagi, cidade de Londrina, a vegetação originalmente dominante era a floresta estacional semidecidual (floresta tropical), a qual sofreu um processo intenso de fragmentação desde o século XIX, resultando numa paisagem composta por um miríade de pequenos fragmentos, somando apenas 2-4% da área antes ocupada por florestas.

A variação da profundidade do solo e as condições de drenagem nas toposequências determinam fisionomias distintas da floresta estacional semidecidual (TOREZAN, 2002).

Com relação a vegetação existente na área da BRL é possível encontrar algumas manchas de mata secundária bem conservadas localizadas próximas as áreas de menor urbanização, na nascente e no trecho entre o Município de Londrina – Ibiporã, também próximo a sua foz, em Ibiporã, mas na sua extensão urbana é muito esparsa e rala, composta por várias espécies exógenas.

### 5.3.5 Hidrografia

As águas da BRL, situada na região norte de Londrina, pertencem à rede de drenagem da Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi, nível de base da região norte do Paraná. Por ser um rio de terceira ordem (STRALHER, 1986), de direção W-E, seu curso se junta com as águas do Ribeirão Quati e com o Córrego Água das Pedras, formando o Ribeirão Ibiporã, este deságua no Ribeirão Jacutinga, que tem sua foz desembocando no rio Tibagi (Figura 02).

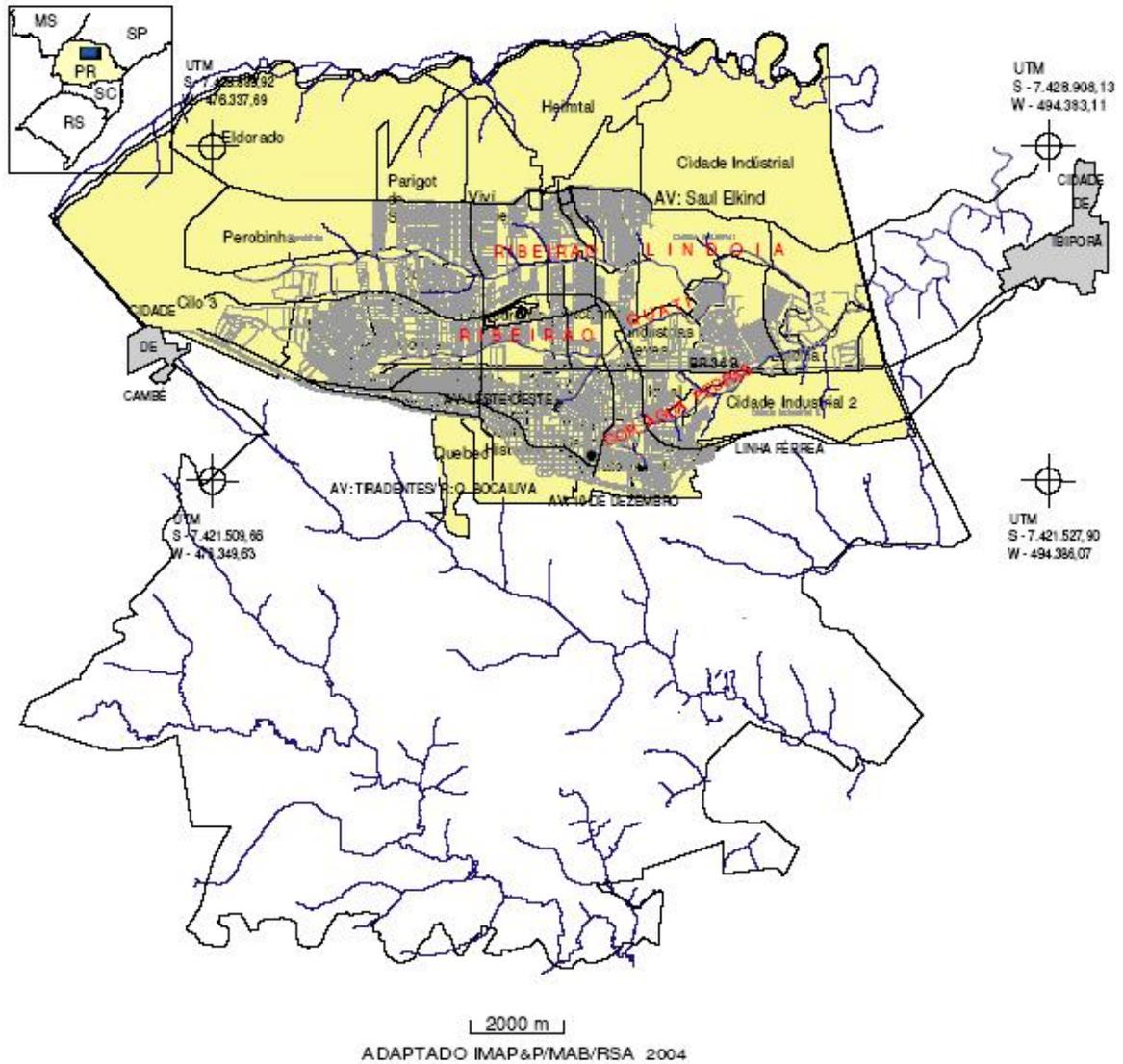
Sendo que o curso dos seus principais afluentes, o Ribeirão Quati e o Córrego Água das Pedras têm todo seu curso inserido na área urbana da Cidade de Londrina.

O Ribeirão Quati nasce no pátio da Bratac (empresa de fiação de seda), área restrita a empresa totalmente cercada, passa pelos fundos de concessionárias de automóveis, de indústrias de fabricação de artefatos de papel, do Parque das Indústrias Leves, áreas de favelas, recebe águas da Estação de Tratamento de Esgotos da região central da cidade (Sanepar), entre outros.

O Córrego Água das Pedras que nasce ao sul da Rodoviária é uma área caracterizada pela urbanização e favelas, também passa pelo mercadão de Londrina (comércio de hortifrutigranjeiros), clube recreativo, postos de gasolina, áreas de loteamentos, entre outros (Figura 08).

Como característica dos padrões de drenagem das bacias hidrográficas paranaenses, suas águas vão para o interior, para oeste, até encontrar o rio Paraná, diretamente ou através do rio Paranapanema. O Rio Tibagi é o principal tributário da margem esquerda do rio Paranapanema. O conjunto faz parte da grande bacia do rio Paraná, um dos formadores da bacia do rio da Prata (FRANÇA, 2002).

## LONDRINA - BAIRROS DA BRL E HIDROGRAFIA



**Figura 08** – BRL por bairros de abrangência no contexto da Rede hidrográfica de Londrina

## 6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 6.1 CARACTERIZAÇÃO SÓCIO-ECONÔMICA

O Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, do PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento) e o Perfil Municipal da Cidade de Londrina (2004), ambos utilizando-se do Censo do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) do ano de 2000 e 2004, caracterizam o Município.

Situado entre 23°08'47" e 23°55'46" Latitude Sul e entre 50°52'23" e 51°19'11" de longitude Oeste de Greenwich, o Município de Londrina ocupa, segundo o IBGE, 1.724,7 Km<sup>2</sup>, cerca de 1% da área total do Estado do Paraná. A densidade demográfica do Município é de 278.78 hab/Km<sup>2</sup> (IBGE, 2004 – Estimativa da População).

A zona urbana de Londrina é de 118,504 Km<sup>2</sup> e a zona de expansão urbana é de 119,796 Km<sup>2</sup>, totalizando 238,30 Km<sup>2</sup>. O Município de Londrina é constituído pelo Distrito Sede e pelos Distritos de Lerroville, Warta, Irerê, Paiquerê, Maravilha, São Luiz, Guaravera e Espírito Santo. Londrina é a sede da Microrregião Geográfica 11, constituída pelos Municípios de Cambé, Iporã, Londrina, Pitangueiras, Rolândia e Tamarana (IBGE, 1990).

A Região Metropolitana de Londrina, primeira do interior brasileiro, foi instituída pela Lei Complementar n.º 81, de 17 de junho de 1998, e alterada pelas Leis n.º 86, de 07/07/2000, e n.º 91, de 05/06/2002. Fazem parte de sua composição os Municípios de Londrina, Bela Vista do Paraíso, Cambé, Iporã, Jataizinho, Rolândia, Sertanópolis e Tamarana, abrangendo uma população de 728.120 habitantes (IBGE, 2004 – Estimativa da População).

No período 1991-2000, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH- M) de Londrina cresceu 7,57%, passando de 0,766 em 1991 para 0,824 em 2000. A dimensão que mais contribuiu para este crescimento foi a Educação, com 45,1%, seguida pela Longevidade, com 27,4% e pela Renda, com 27,4%. Neste período, o hiato de desenvolvimento humano (a distância entre o IDH do município e o limite máximo do IDH, ou seja, 1 - IDH) foi reduzido em 24,8%.

A renda per capita média do município cresceu 32,79%, passando de R\$ 330,87 em 1991 para R\$ 439,35 em 2000. Em 2000, o Índice de Desenvolvimento Humano

Municipal de Londrina é 0,824. Segundo a classificação do PNUD, o município está entre as regiões consideradas de alto desenvolvimento humano (IDH maior que 0,8). Em relação aos outros municípios do Brasil, Londrina apresenta uma situação boa: ocupa a 189ª posição.

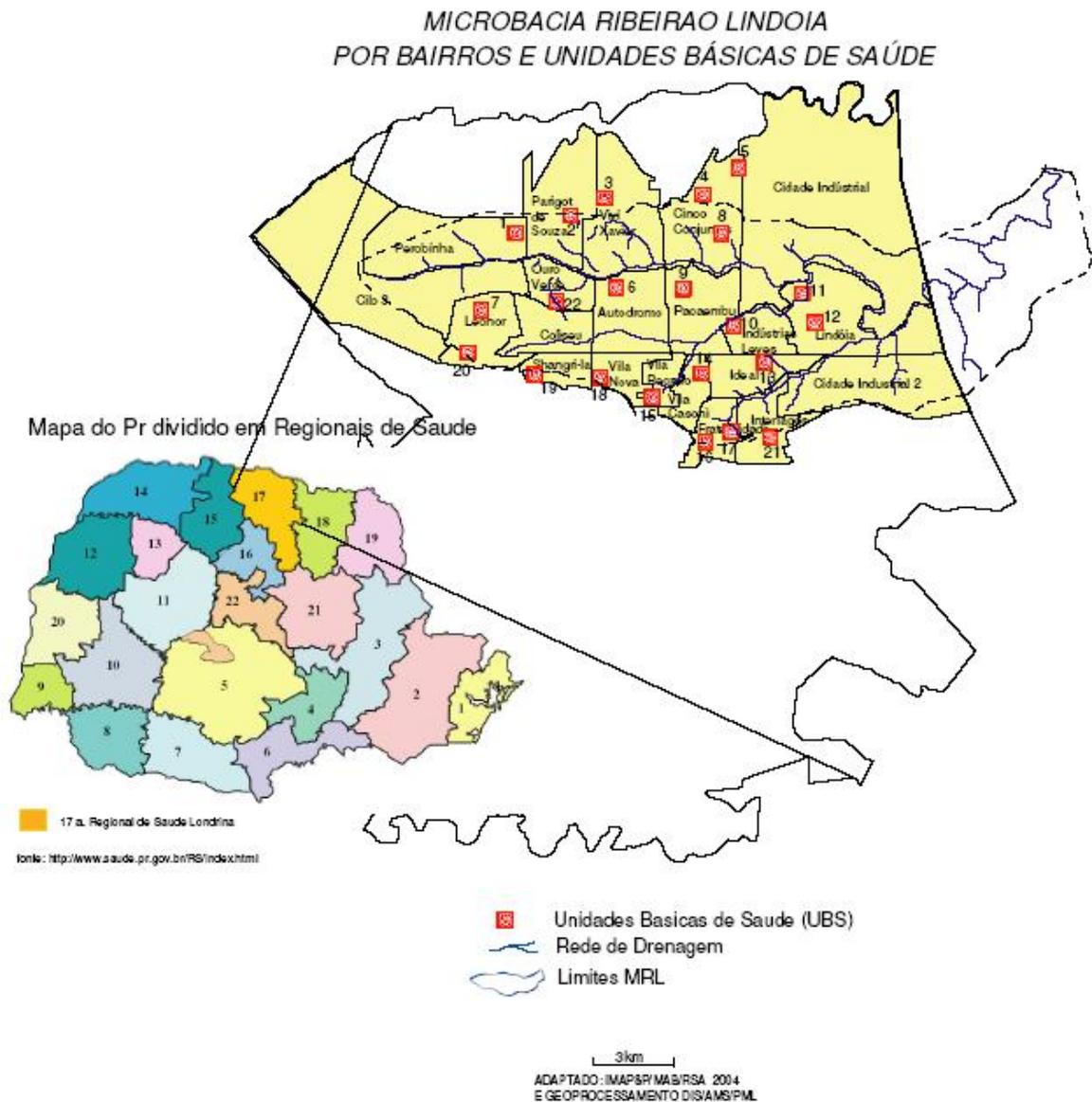
## **6.2 UNIDADES BÁSICAS DE SAÚDE (UBS'S) DA BRL**

As informações referentes a saúde no Município de Londrina e área de estudo foram captadas no Sistema Datasus (Internet) e no Órgão de Gerenciamento para Serviços de Saúde, onde foi feita Solicitação de Informações sobre Doenças Diagnosticadas na BRL, Município de Londrina-Pr, no período de 2000 a 2005.

A BRL está compreendida na região geográfica da 17ª. (Décima Sétima) Regional de Saúde de Londrina. As unidades de saúde pesquisadas são: Parigot, Vivi Xavier, Chefe Newton, Guimarães/Paraty, Maria Cecília, João Paz, Aquiles Stenghel, Santiago, Carnascialli, Imagawa/Cabo Frio (Pe. Pedro Jorda Sureda), Jardim do Sol, Vila Nova, Milton Gavetti, CSU, Vila Casoni, Novo Amparo, Mister Thomas, Lindóia [Figura 09].

Em uma perspectiva histórica a cidade de Londrina mostra uma relação muito forte entre o aumento nos agravos de saúde e o crescimento desordenado da população, principalmente no que diz respeito as ocupações irregulares (nos fundos de vale, próximas aos cursos d'água), favorecidas pelo déficit de moradias e de serviços de infra-estrutura, a má distribuição de renda, os altos índices de desemprego, o subemprego, parques investimento em saneamento básico e saúde pública.

No início do processo de ocupação da cidade de Londrina a única infra-estrutura que havia foi construída para o funcionamento do escritório de vendas da CTNP (Cia de Terras Norte do Paraná) e para algumas casas, que mais tarde foi ocupado pelo comércio, agencias bancárias, estações ferroviária e rodoviária. No entanto, as chácaras que foram planejadas para o papel de “cinturão verde”, fora da área inicialmente considerada urbana, logo se transformaram em loteamentos, com espaços vazios e ocupados, sem infra-estrutura de esgoto e água encanada e tratada, fato que desencadeou vários problemas de saúde para população londrinense (PRANDINI, 1952 in CARVALHO, 2006).



**Figura 09** – Município de Londrina por Unidades Básicas de Saúde e área geográfica da 17ª. Regional de Saúde.

Os dados de saúde utilizados neste trabalho foram organizados de acordo com a sobreposição das áreas de influência das UBS's, dos bairros abrangidos pela BRL e dos dados disponibilizados pelos órgãos de gerenciamento de saúde citados anteriormente, conforme mapa base organizado na Figura 09.

Para organizar as tabelas e conseqüentemente gráficos e mapas alguns dados das UBS's foram aglutinados obedecendo o critério de proximidade, outros sobrepostos e também desagregados. Assim, as áreas ficaram organizadas da seguinte forma:

- ✓ A área caracterizada como Chefe Newton (CNEWTON) diminuiu um pouco para concordar com os limites da BRL;

- ✓ A área do conjunto Parigot de Souza (PSOUZA) e Vivi Xavier (VXAVIER) tiveram suas áreas diminuídas para concordar com os limites da BRL;
- ✓ A área geográfica dos cinco conjuntos (5CONJUNTOS) aglutinou os dados das UBS's dos conjuntos: Maria Cecília, Aquiles Sthenguel e João Paz;
- ✓ A área caracterizada como CARNASCIALLI abrange geograficamente: o Parque Ouro Verde (pois não foram disponibilizadas informações da UBS Cabo Frio/Imagawa), Autódromo e Coliseu;
- ✓ A área caracterizada como Milton Gavetti (MGAVETTI) abrange geograficamente também a área do JD Pacaembu;
- ✓ A área caracterizada como Novo Amparo (NAMPARO) incluiu área do Parque Industrial de Londrina;
- ✓ A área caracterizada como Mister Thomas (MTHOMAS) foi desagregada da área LINDÓIA;
- ✓ A área caracterizada como Santiago (SANTIAGO) engloba área do bairro Cilo3 até o limite da BRL;
- ✓ A área dos bairros JD do Sol (JDSOL), da Vila Nova (VLNOVA) e Vila Recreio (CSU) permaneceram as mesmas dos bairros citados;
- ✓ A área caracterizada como Vila Casoni (VLCASONI) engloba as áreas dos bairros Interlagos, Fraternidade, Ideal e Cidade Industrial 2;
- ✓ E na área do Município de Ibiporã (IBIPORÃ) não houve divisão de bairros e nem dados disponíveis.

Desta forma, a nova configuração do mapa está destacada na Figura 10.



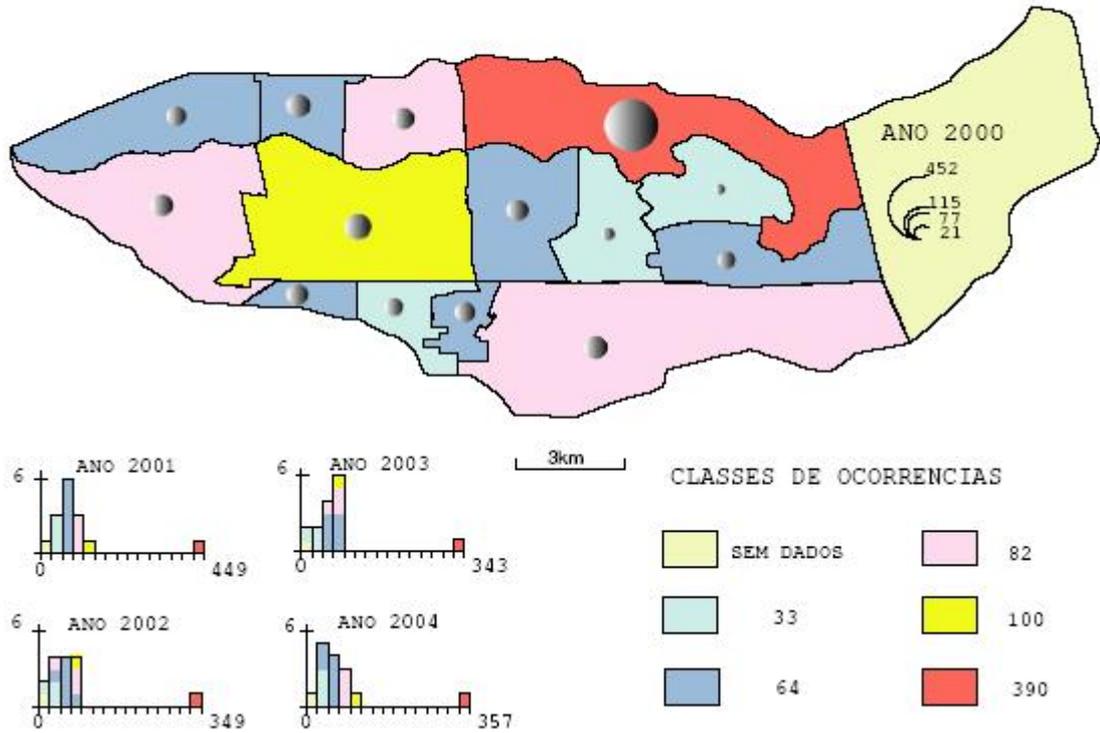
**Figura 10** – Londrina - Áreas de influência das UBS's na BRL por bairros.

Os dados sobre saúde para organização das tabelas, gráficos e mapas que constam do Anexo 2, deram destaque para os números de atendimento dos agravos de saúde mais significativos das UBS's, no período de 2000 a 2004, na área da BRL que foram (SINAN/DEPIS/GIS/AMS/PML, 2005):

- ✓ atendimentos dos casos *Anti-rábico humano* (Figura 11);
- ✓ atendimentos a casos de *Dengue* (Figura 12);
- ✓ atendimentos a casos de *Hepatite Viral* (Figura 13);
- ✓ atendimentos a casos de *Meningite* (Figura 14).

Os gráficos e mapas foram organizados da seguinte forma:

ATENDIMENTO DOS CASOS ANTI-RABICO HUMANO NAS UBS'S DA BRL - POR CLASSES E POR ANO (2000-04)



ATENDIMENTO DOS CASOS ANTI-RÁBICO HUMANO NAS UBS DA BRL POR ANO (2000-04)  
ATENDIMENTOS

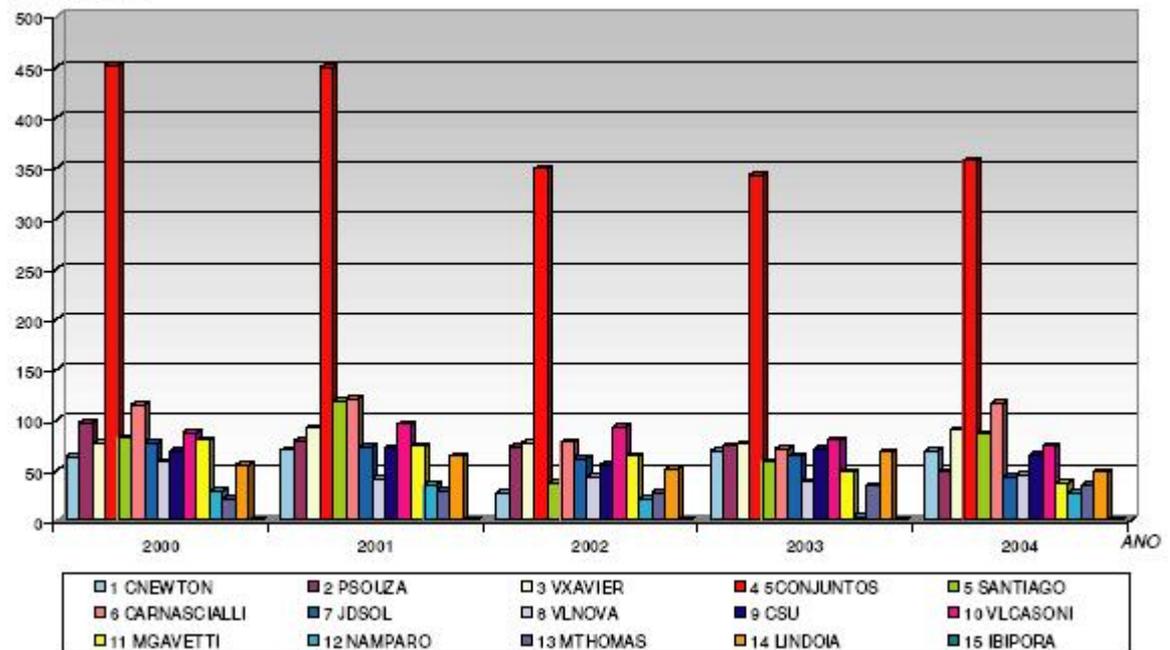


Figura 11 – Mapa e gráficos sobre atendimentos das UBS's da BRL, ANTI-RÁBICO HUMANO 2000-04.

Fonte: SINAN/DEPIS/GIS/AMS/PML, 2005

Segundo as Normas Técnicas de Tratamento Profilático Anti-Rábico Humano (2002) apenas os mamíferos transmitem e adoecem pelo vírus da raiva. No ciclo urbano, as principais fontes de infecção são o cão e o gato. Ainda segundo este documento o tratamento com a vacina Fuenzalida & Palácios modificada e a vacina de Cultivo Celular consiste em:

- Esquema: 03 doses \*

Resultados:

a) *Insatisfatório*: se o título de anticorpos for menor do que 0,5 UI/ml. Nesse caso, aplicar uma dose de reforço e reavaliar a partir do 14º dia após o reforço.

b) *Satisfatório*: se o título de anticorpos for maior ou igual a 0,5 UI/ml.

(\*) Esse esquema de 3 doses foi associado a maior resposta sorológica e menor número de pessoas não-respondedoras no TECPAR (PR).

De acordo com o Ministério da Saúde se não tratados adequadamente, seguindo a prescrição das Normas Técnicas, os casos de Raiva podem evoluir para um quadro de Encefalite Rábica que pode levar a óbito (BRASIL, 2004).

No Brasil, os casos que vêm ocorrendo nas últimas décadas demonstraram que a raiva em nosso meio não está sob controle, apesar de existir tecnologia e profilaxia eficientes. Tanto é que, a cada ano mais de 50 mil seres humanos morrem vítimas da raiva nos países menos desenvolvidos. Na América Latina muitos países ainda não conseguiram controlar o ciclo da raiva urbana, principalmente naqueles onde o cão, assume o papel de principal transmissor por sua convivência muito próxima do homem (BORGES, 1998 in NOCITI; CARAMORI JR; JESUS et al, 2003).

Observando os gráficos e mapa sobre os Atendimentos Anti-rábitos nas UBS's da BRL (Figura 11) podemos constatar que em todos os anos analisados o número de ocorrências permaneceram elevados.

O ano de 2003 foi o com menor número de atendimentos, 1100 (232/100.000) e de maior foi o de 2000 com 1362 (287/100.000), sendo que a média, por ano, foi de 1216 (256/100.000), mantendo uma média de 3 atendimentos por dia. No entanto, o fato que mais chama atenção é o de que nas UBS's da região dos Cinco Conjuntos (Maria Cecília, João Paz e Aquiles Stenghel) os números são assustadores, com uma média diária de 5 atendimentos, quase o dobro das outras UBS's da BRL.

Ao fazer um cálculo simples sobre os gastos públicos com atendimento anti-rábico humano nas UBS's brasileiras (Quadro 02), chegará a soma de R\$ 34.500.000,00 (trinta e quatro milhões e quinhentos mil reais), pois a meta para 2006 é que o Instituto

Butantan fabrique 3.000.000 (três milhões) de doses anuais a um custo unitário de US\$ 5 dólares (FAPESP, 2005, anexo 3)

|                  | <b>Compra</b> | <b>Venda</b> |
|------------------|---------------|--------------|
| <b>Comercial</b> | 2,2410        | 2,2430       |
| <b>Turismo</b>   | 2,2250        | 2,3750       |
| <b>Paralelo</b>  | 2,2500        | 2,3500       |

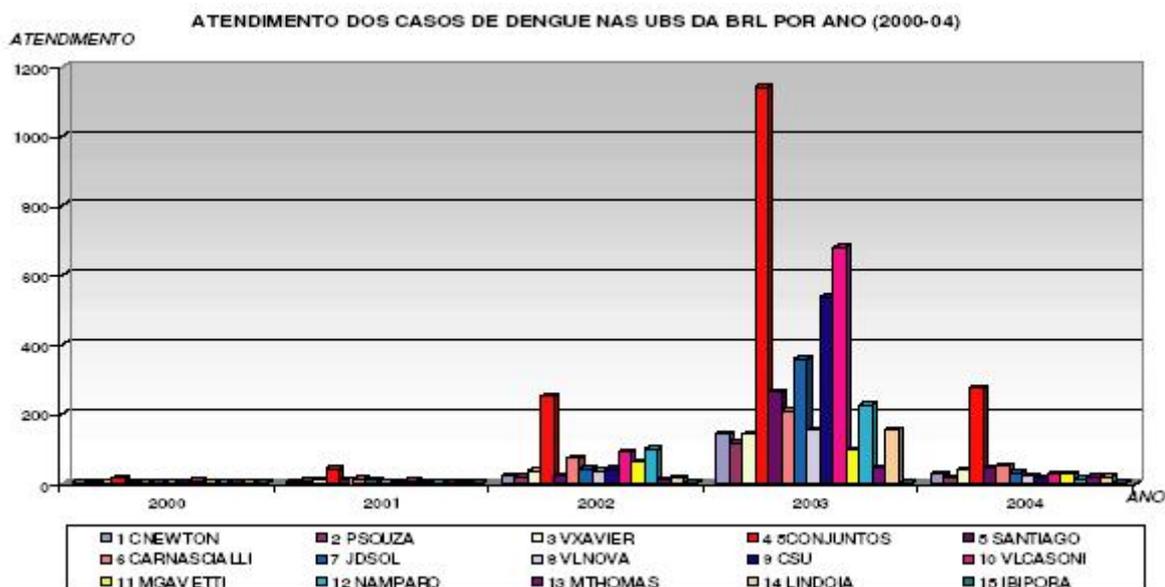
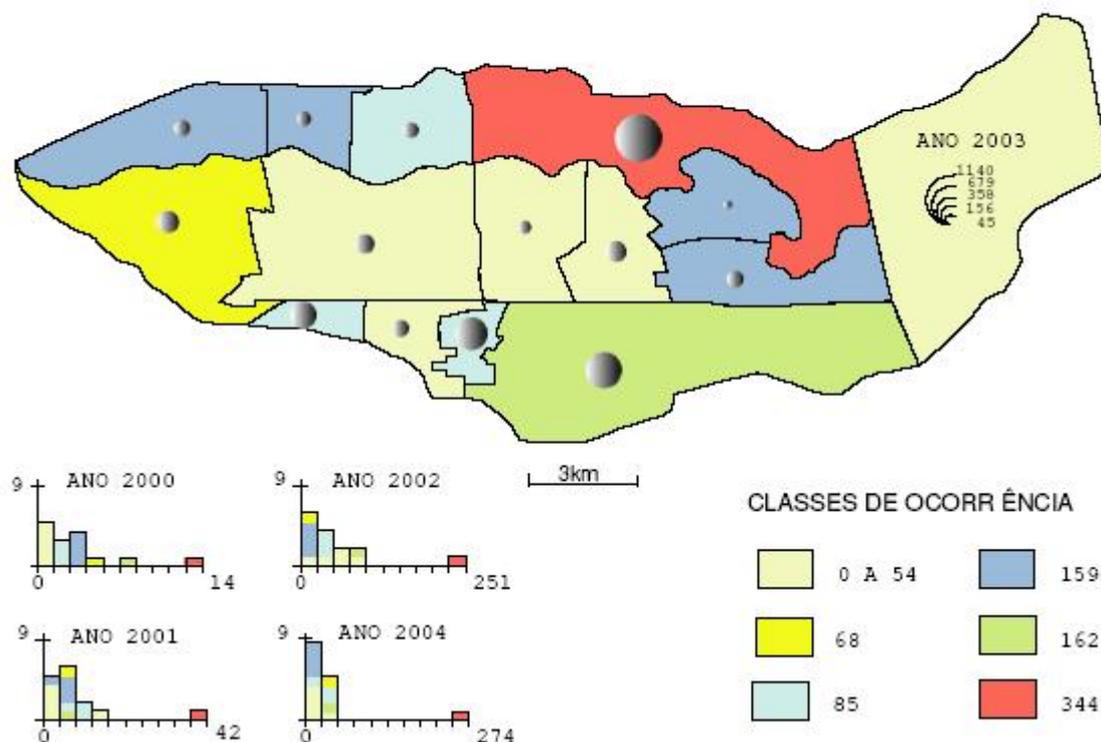
**Quadro 02** – Fonte: Valoronline. <http://www.valoronline.com.br/>, acessado 27/05/06. Dólar (26/05/06 - 16:00)

Considerando que cada pessoa deverá tomar no mínimo 3 doses para se curar esta produção é suficiente para cobrir 1.000.000 (um milhão) de atendimentos em todo território nacional.

As Normas Técnicas (2002) apontam que, de 1997 a 2001, mais de 400.000 pessoas ao ano procuraram atendimento médico nas 25 Unidades Federadas brasileiras (exceção de RS e SC), por terem sido expostas ou por se julgarem expostas ao vírus da raiva. Isto corresponde a 80.000 (oitenta mil) casos ano, ou ainda a 219 casos dia nos 25 estados, ou 8,76 casos dia por estado.

Analisando estas informações percebemos que a situação do Município de Londrina, nos anos de 2000-04, em especial na região dos Cinco Conjuntos, devem ser encaradas como surto e merecem mais atenção do poder público municipal, pois os gastos anuais ultrapassaram a soma de R\$ 42.000,00 (quarenta e dois mil), e no quinquênio analisado ultrapassaram R\$ 210.000,00 (duzentos e dez mil). Valores estes que consideram as 3 doses por pessoa e valor do dólar de acordo com a Quadro 02.

ATENDIMENTO DOS CASOS DE DENGUE NAS UBS'S DA BRL -  
POR CLASSES E POR ANO (2000-04)



**Figura 12** – Mapa e gráficos sobre atendimentos das UBS' da BRL, DENGUE 2000-04.

Fonte: SINAN/DEPIS/GIS/AMS/PML, 2005

A Organização Mundial da Saúde expõe que a dengue é um dos principais problemas de saúde pública no mundo, estima que entre 50 a 100 milhões de pessoas se infectem anualmente, em mais de 100 países, em todos os continentes, exceto a Europa. Cerca

de 550 mil doentes necessitam de hospitalização e 20 mil morrem em consequência da dengue (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2005).

Portanto, este problema não se manifesta somente no território nacional, mas principalmente nos países de clima quente e úmido, preferencialmente nas regiões urbanas com condições precárias de saneamento, onde o mosquito tem sua multiplicação garantida, pois basta apenas uma gota de água limpa acumulada para que o *Aedes aegypti* se reproduza e se alastre.

No Brasil os primeiros casos relatados de dengue, baseados em critérios clínicos, foram em Niterói (RJ), em 1923. Na Região Sul, na cidade de Londrina em 2003 os casos superaram os números de casos notificados de dengue de todo estado (OSANAI, 1984 in PONTES; RUFFINO-NETTO, 1994; SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE, 2003).

Observando os gráficos e mapa sobre os Atendimento dos casos de Dengue nas UBS's da BRL (Figura 12) podemos constatar que o ano de 2000 apresenta os menores números de atendimentos e a menor incidência por 100.000 habitantes 48 (11/100.000), o ano de 2001 apresenta 123 (27/100.000), o ano de 2002 mostra 815 (175/100.000), o ano de 2003 apresenta os impressionantes 4263 (898/100.000), regredindo no ano de 2004 para 615 (128/100.000). Observando que os casos da BRL em 2003 perfazem 36% de toda cidade de Londrina.

A média, por ano, foi de 1174 ou 3 atendimentos por dia. Entretanto, o fato que mais chama atenção é o de que nas UBS's da região dos Cinco Conjuntos (Maria Cecília, João Paz e Aquiles Stenghel) os números são chocantes, com uma média diária de 12 atendimentos, 4x (quatro vezes) maior do que o das outras UBS's da BRL. Aproximadamente 15% dos casos de todo Município.

Segundo a Secretaria de Saúde em 2003 o município de Londrina atravessou uma epidemia da doença, que teve seu início em outubro de 2002 quando foi detectado surto em assentamento localizado na região leste. Neste período foram notificados 11.979 (2.525/100.000) casos suspeitos de dengue com confirmação de 5.859 casos (PREFEITURA MUNICIPAL DE LONDRINA, 2005).

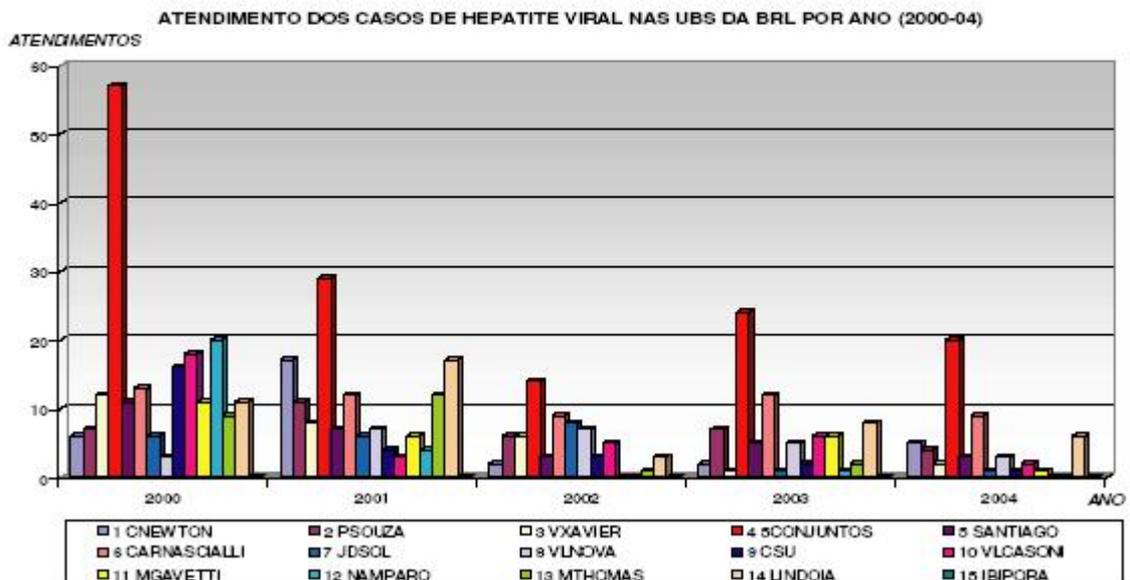
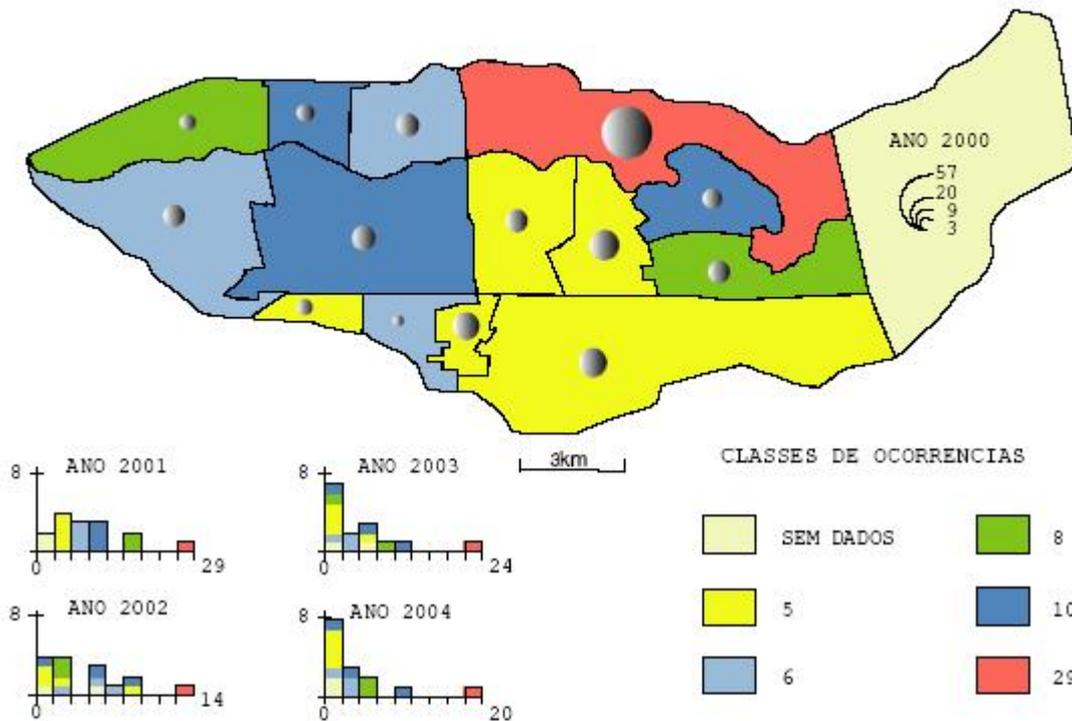
A única medida disponível atualmente para a interrupção da cadeia de transmissão do dengue é o combate ao vetor da enfermidade. As vacinas em estudo ainda se encontram em fase experimental; além do que, por não se ter desenvolvido um imunizante tetravalente (contra o DEN-1,2,3 e 4, simultaneamente), poderiam concorrer como mais um fator de risco para o aparecimento de DH/SCD, pela sensibilização imunológica apenas contra alguns sorotipos específicos (OMS, 1987 in PONTES; RUFFINO-NETTO, 1994).

De acordo com esta leitura, em 1996, o Ministério da Saúde decidiu rever sua estratégia e propôs o Programa de Erradicação do *Aedes aegypti* (PEAa), que propôs a necessidade de atuação multissetorial e um modelo descentralizado de combate à doença, com a participação das três esferas de governo: Federal, Estadual e Municipal. Somente desta forma as ações do PNCD (Plano Nacional de Combate a Dengue), desenvolvidas em parceria com Estados e Municípios, contribuíram na redução de 73,3% dos casos da doença no primeiro semestre de 2004 em relação ao mesmo período do ano anterior (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2005).

Percebe-se que, de acordo com o mapa e os gráficos esta nova abordagem do problema feito pelo Ministério da Saúde deu resultados positivos diminuindo significativamente os casos na cidade de Londrina em 2004, com relação ao ano anterior. Da utilização de 10 caminhões UBV (Ultra Baixo Volume) para aplicação do inseticida e também em função do programa da Prefeitura em conjunto com a Secretaria Municipal de Saúde e de Educação com o projeto “Turma Ecológica – Todos contra a Dengue”, produzido por representantes de vários segmentos ligados às secretarias municipais de Saúde e de Educação, além de parcerias com diversas empresas locais (PREFEITURA MUNICIPAL DE LONDRINA, 2005, 2006, anexo 4).

No entanto, dados da SVS de 2006 mostram que o controle efetivo ainda está longe de ser alcançado, pois o Estado do Paraná registrou no primeiro trimestre deste ano (Jan-Mar/2006) 1.384 casos confirmados, com os municípios de Londrina notificando 396 casos (19,6%) e Foz de Iguaçu 237 casos (17,0 %). O LIRAa (Levantamento de Infestação Rápido do *Aedes aegypti*) realizado em Londrina apresentou IIP (Índice de Infestação Predial) de 2,0% e em Foz de Iguaçu IIP de 3,7%, **os dois em situação de alerta** (SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE, 2006).

ATENDIMENTO DOS CASOS DE HEPATITE VIRAL NAS UBS'S DA BRL -  
POR CLASSES E POR ANO (2000-04)



**Figura 13** – Mapa e gráficos sobre atendimentos das UBS' da BRL, HEPATITE VIRAL 2000-04.

Fonte: SINAN/DEPIS/GIS/AMS/PML, 2005

A hepatite é a inflamação do fígado por qualquer causa. Comumente, a hepatite é decorrente da ação de um vírus, sobretudo de um dos cinco vírus da hepatite (A, B, C, D ou E). Menos comumente, a hepatite é devida a infecções virais (p.ex., mononucleose

infeciosa, febre amarela e infecção por citomegalovírus). As principais causas não virais da hepatite são o álcool e as drogas. A hepatite pode ser aguda (duração inferior a 6 meses) ou crônica. Ela é comum em todo o mundo (MERCK, 2006).

As hepatites virais (distúrbios do fígado e da vesícula biliar) são importante problema de saúde pública no mundo e no Brasil. A OMS estima que cerca de dois bilhões de pessoas já tiveram contato com o vírus da hepatite B. No mundo são cerca de 325 milhões de portadores crônicos da hepatite B e 170 milhões da hepatite C. No Brasil, o Ministério da Saúde estima que pelo menos 70% da população já teve contato com o vírus da hepatite A e 15% com o vírus da hepatite B. Em Londrina observou-se que, em relação aos casos de hepatite A houve casos em diversas faixas etárias, porém com predomínio em crianças entre 5 e 9 anos e para hepatite B houve concentração nas faixas etárias acima de 20 anos (PREFEITURA MUNICIPAL DE LONDRINA, 2005).

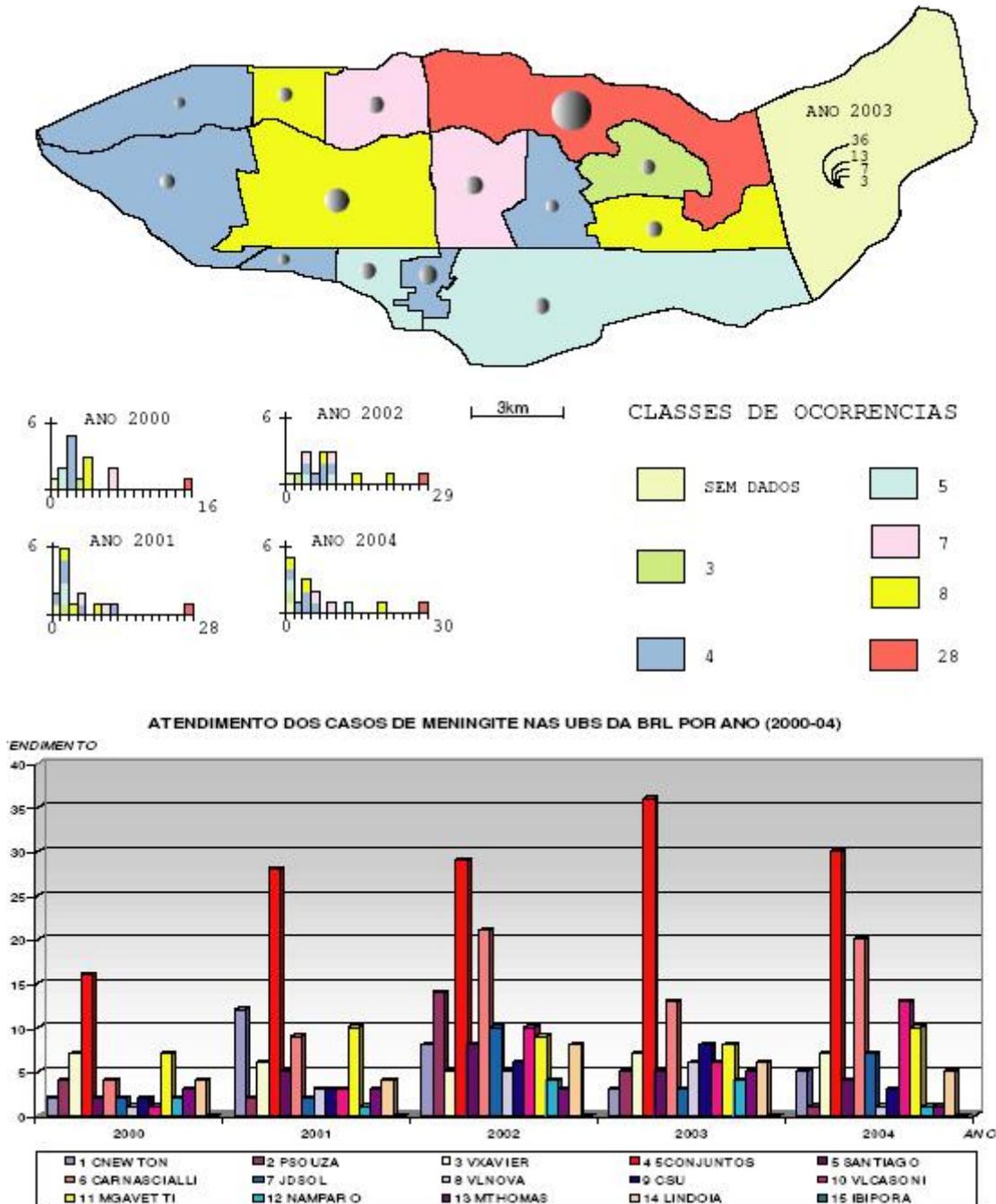
Observando os gráficos e mapa sobre os Atendimentos dos casos de Hepatite viral nas UBS's da BRL (Figura 13) podemos constatar que o ano de 2004 foi o com menor número de atendimentos 57 (12/100.000), e de maior foi o de 2000 com 200 (45/100.000). O ano de 2001 apresentou 143 (31/100.000), o ano de 2002 apresentou 67 (14/100.000), e em 2003 foram 82, sendo que a média por ano foi de 110, ou seja, 01 (um) atendimento a cada 04 (quatro) dias.

No entanto, o fato que mais chama atenção é o de que nas UBS's da região dos Cinco Conjuntos (Maria Cecília, João Paz e Aquiles Stenghel) os números são mais elevados que das outras regiões da BRL, com uma média anual de 29 atendimentos, ou seja, 01 (um) atendimento a cada 15 (quinze) dias, isto significa, um movimento 6x (seis vezes) maior que a média.

Segundo a Secretaria de Saúde do município, no ano de 2003 foram registrados 116 casos, sendo 60 casos de Hepatite B e 57 casos de Hepatite C (Prefeitura Municipal de Londrina, 2005).

Isto significa dizer que, no ano de 2003, os casos da BRL perfazem um total de 71% do município e a região dos Cinco Conjuntos 21%.

ATENDIMENTO DOS CASOS DE MENINGITE NAS UBS'S DA MRL -  
POR CLASSES E POR ANO (2000-04)



**Figura 14** – Mapa e gráficos sobre atendimentos das UBS' da BRL, MENINGITE 2000-04.

Fonte: SINAN/DEPIS/GIS/AMS/PML, 2005

Doença grave do sistema nervoso central, a meningite pode ser causada por inúmeros agentes, desde o *Streptococcus pneumoniae* (pneumococo causador da pneumonia) até o *Leptospira* (bactéria causadora da leptospirose), mas os mais relevantes são o *Neisseria*

Meningitidis (meningococo) e o *Mycobacterium tuberculosis* (bacilo da tuberculose). É fundamental o diagnóstico laboratorial, que analisa aspectos físicos, citológico, bioquímico, microbiológico e imunológico. Geralmente acomete crianças ou idosos e, em algumas situações, pode surgir como consequência de infecções do trato respiratório superior. É tratada com antibióticos e previne-se com vacinação. (FIOCRUZ, 2004)

As meningites têm distribuição mundial e sua expressão epidemiológica varia de região para região, dependendo principalmente da existência de aglomerados populacionais, fatores climáticos, (as meningites bacterianas têm maior incidência nos períodos de inverno e as virais no período de verão), agentes virulentos, falta de acesso e infra-estrutura adequada de serviços de saúde. Em Londrina, no ano de 2003, a incidência da doença meningocócica foi de 1,49/100.000 hab. e a incidência de meningite pneumocócica foi de 1,28/100.000 hab, com diminuição da incidência dos casos. Houve também uma queda do número de casos de meningites virais, em relação ao ano anterior. Em 2002, foi constatada a circulação de enterovírus, comprovada laboratorialmente e feitas orientações para prevenção, amplamente divulgadas pelo apoio da mídia, que resultaram favoráveis também para 2003 (PREFEITURA MUNICIPAL DE LONDRINA, 2005)

Observando os gráficos e mapa sobre os Atendimentos dos casos de Meningite nas UBS's da BRL (Figura 14) podemos constatar que o ano de 2000 foi o com menor número de casos 57 (13/100.000), e de maior foi o de 2002 com 140 (30/100.000). O ano de 2001 apresentou 91 (20/100.000), o ano de 2003 apresentou 115 (24/100.000), e em 2004 foram 108 (22/100.000), sendo que a média por ano foi de 102, ou seja, 01 (um) atendimento a cada 04 (quatro) dias.

No entanto, o fato que mais chama atenção é o de que nas UBS's da região dos Cinco Conjuntos (Maria Cecília, João Paz e Aquiles Stenghel) os números são mais elevados que das outras regiões da BRL, com uma média anual de 28 atendimentos, ou seja, 01 (um) atendimento a cada 15 (quinze) dias, isto significa, um movimento 6x (seis vezes) maior que a média.

Segundo dados da Secretaria de Saúde em 2003, no Município, foram registrados 269 casos, destes 115 foram da área da BRL, que corresponde a 43% e da região dos Cinco Conjuntos 36 casos, que corresponde a 13%.

Observando as informações pertinentes a BRL podemos constatar que os casos relatados anteriormente de atendimentos *Anti-rábico humano, Dengue, Hepatite viral e Meningites* tem uma forte relação com a situação socioeconômica da área de estudo, principalmente a região onde se concentram os maiores índices de atendimentos, os Cinco

Conjuntos.

Eles têm em comum o fato de serem problemas específicos de países subdesenvolvidos, onde o processo de urbanização sempre esteve associado a um modelo econômico excludente e desigual com visíveis problemas de falta de saneamento básico, higiene precária, água poluída, presença de parasitas, bactérias, insetos, fungos, grandes adensamentos populacionais, número elevado de crianças, baixa renda familiar, violência, presença de grande número de animais, casas amontoadas com pouca circulação do vento e iluminação solar, calor e umidade (SANTOS, 1982).

Para exemplificar e ilustrar a situação relatada, expõe-se alguns dados de órgãos governamentais e não-governamentais que tem como finalidade prover os serviços de infra- estrutura e atendimentos de saúde do Município de Londrina (Conforme tabelas 01 a 10).

**Tabela 01** – Evolução da População da cidade de Londrina-Pr

| Ano                 | População | População Zona Norte* |
|---------------------|-----------|-----------------------|
| 2000                | 447.065   | 141.000               |
| 2001 *              | 456.000   | 144.000               |
| 2002 *              | 465.120   | 147.000               |
| 2003 *              | 474.422   | 150.000               |
| 2004 <sup>(1)</sup> | 480.822   | 153.000               |
| 2005 <sup>(1)</sup> | 488.822   | 156.060               |

**Fonte:** IBGE, 2000.

<sup>(1)</sup> Estimativa de população, IBGE, 2000.

\* Estimativa de população baseado no crescimento geométrico de 2% ao ano (PML, 2004).

**Tabela 02** – Proporção da População Residente Alfabetizada por Faixa Etária

| Faixa Etária | 1991 | 2000 |
|--------------|------|------|
| 5 a 9        | 56,6 | 63,7 |
| 10 a 14      | 97,5 | 98,9 |
| 15 a 19      | 97,8 | 99,0 |
| 20 a 49      | 92,5 | 96,6 |
| 50 e +       | 69,7 | 80,2 |
| Total        | 85,9 | 90,8 |

**Fonte:** IBGE, 2000.

**Tabela 03** – Coleta e Tratamento de Esgoto

| Descrição | Índice de Coleta de Esgoto | Índice de Tratamento de Esgoto |
|-----------|----------------------------|--------------------------------|
| Brasil    | 37%                        | 18%                            |
| Sanepar   | 44%                        | 96%                            |
| Londrina  | 66%                        | 100%                           |

Fonte: Relatório Sanepar, 2006.

**Tabela 04** – Evolução do Saneamento na Cidade de Londrina.

| Descrição                     | 1974    | 2003      |
|-------------------------------|---------|-----------|
| População urbana              | 194.551 | 461.305   |
| Ligações de água              | 26.514  | 115.612   |
| População atendida com água   | 73%     | 98,19%    |
| Extensão da rede de água      | 450.370 | 2.075.603 |
| Ligações de esgoto            | 7.169   | 68.695    |
| População atendida com esgoto | 22%     | 66,11%    |
| Extensão rede de esgoto       | 106.000 | 1.195.351 |

Fonte: Relatório Sanepar, 2006.

**Tabela 05** – Proporção de Moradores por Tipo de Abastecimento de Água

| Abastecimento Água                | 1991 | 2000 |
|-----------------------------------|------|------|
| Rede geral                        | 92,4 | 94,9 |
| Poço ou nascente (na propriedade) | 7,2  | 4,6  |
| Outra forma                       | 0,4  | 0,5  |

Fonte: IBGE, 2000

**Tabela 06** – Valores Médios Anuais 2004

|  |       |
|--|-------|
| Internações/100 hab. (local de internação) | 8,9   |
| Internações/100 hab. (local de residência) | 6,8   |
| Valor médio por habitante (R\$):           | 75,09 |

Fonte: SIH/SUS, 2005.

Gastos médios anuais por 100 habitantes e local de residência.

**Tabela 07** – Proporção de Moradores por Tipo de Destino de Lixo

| Coleta de lixo             | 1991 | 2000 |
|----------------------------|------|------|
| Coletado                   | 90,4 | 95,3 |
| Queimado (na propriedade)  | 5,3  | 3,4  |
| Enterrado (na propriedade) | 0,7  | 0,3  |
| Jogado                     | 3,3  | 0,7  |
| Outro destino              | 0,3  | 0,3  |

Fonte: IBGE, 2000

**Tabela 08** – Proporção de Moradores por tipo de Instalação Sanitária

| Instalação Sanitária            | 1991 | 2000 |
|---------------------------------|------|------|
| Rede geral de esgoto ou pluvial | 50,3 | 59,2 |
| Fossa séptica                   | 31,4 | 16,1 |
| Fossa rudimentar                | 16,2 | 24,0 |
| Vala                            | 0,3  | 0,1  |
| Rio, lago ou mar                | -    | 0,1  |
| Outro e escoadouro              | 0,1  | 0,1  |
| Não sabe o tipo de escoadouro   | 0,1  | -    |
| Não tem instalação sanitária    | 1,6  | 0,5  |

Fonte: IBGE, 2000

**Tabela 09** – Coeficiente de Mortalidade para algumas causas selecionadas (por 100.000 habitantes)

| Causa do Óbito                                     | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|
| Aids   | 11,9 | 8,6  | 10,8 | 11,1 | 7,4  | 8,4  | 4,8  |
| Neoplasia maligna da mama (/100.000 mulheres)      | 13,4 | 13,8 | 12,7 | 17,9 | 16,9 | 19,1 | 15,1 |
| Neoplasia maligna do colo do útero (/100.000 mulh) | 4,2  | 7,4  | 6,4  | 9,0  | 6,9  | 9,8  | 4,6  |
| Infarto agudo do miocárdio                         | 27,8 | 30,7 | 29,5 | 25,2 | 30,2 | 39,4 | 32,5 |
| Doenças cerebrovasculares                          | 66,4 | 73,3 | 80,6 | 74,1 | 76,9 | 66,6 | 76,2 |
| Diabetes mellitus                                  | 15,9 | 18,3 | 29,1 | 33,9 | 29,3 | 29,7 | 25,2 |
| Acidentes de transporte                            | 38,3 | 37,4 | 36,6 | 27,2 | 28,2 | 24,0 | 27,8 |
| Agressões  | 12,4 | 11,4 | 16,6 | 14,3 | 17,0 | 25,1 | 32,8 |

Fonte: SIM/SUS, 2005.

**Tabela 10** – Outros Indicadores de Mortalidade

|  | 1996  | 1997  | 1998  | 1999  | 2000  | 2001  | 2002  |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Total de óbitos                                  | 2.349 | 2.279 | 2.517 | 2.490 | 2.616 | 2.626 | 2.753 |
| Nº de óbitos por 1.000 habitantes                | 5,6   | 5,4   | 5,9   | 5,8   | 5,9   | 5,8   | 6,0   |
| % óbitos por causas mal definidas                | 2,2   | 1,7   | 1,0   | 1,1   | 1,6   | 1,6   | 1,5   |
| Total de óbitos infantis                         | 122   | 107   | 111   | 110   | 117   | 82    | 79    |
| Nº de óbitos infantis por causas mal definidas   | 5     | 3     | 1     | 5     | 2     | 5     | -     |
| % de óbitos infantis no total de óbitos *        | 5,2   | 4,7   | 4,4   | 4,4   | 4,5   | 3,1   | 2,9   |
| % de óbitos infantis por causas mal definidas    | 4,1   | 2,8   | 0,9   | 4,5   | 1,7   | 6,1   | -     |
| Mortalidade infantil por 1.000 nascidos-vivos ** | 14,6  | 13,1  | 14,1  | 13,7  | 14,3  | 11,4  | 11,3  |

\* Coeficiente de mortalidade infantil proporcional

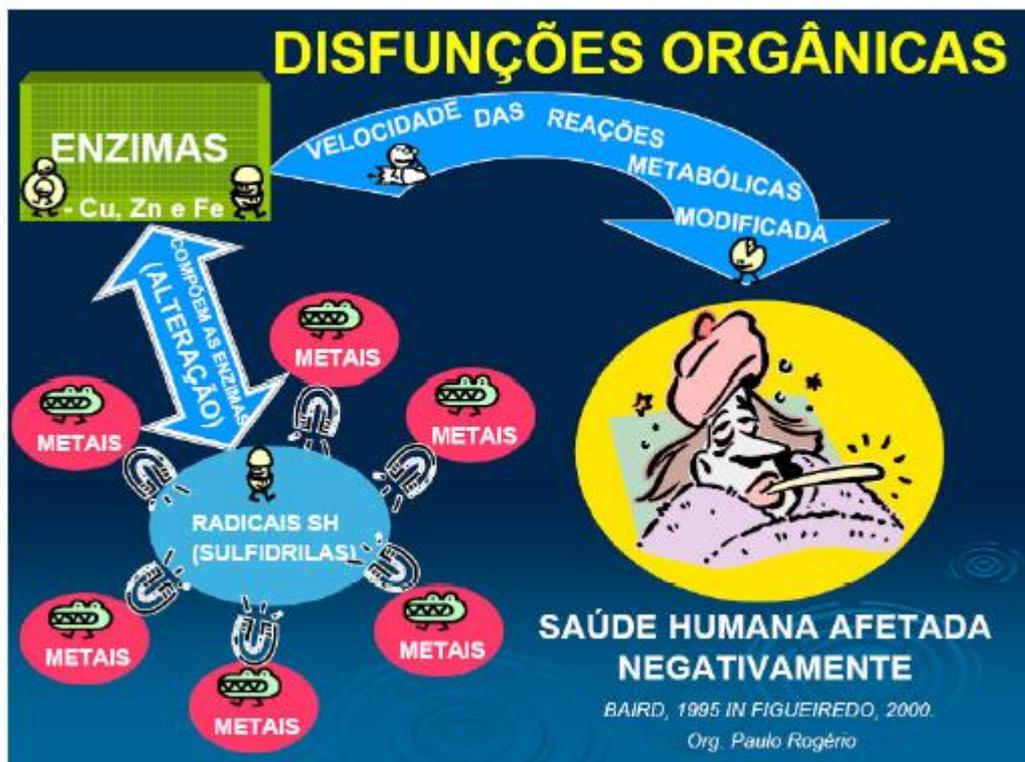
\*\*considerando apenas os óbitos e nascimentos coletados pelo SIM/SINASC

**Fonte:** SIM/SINASC/SUS, 2005.

Indicadores de mortalidade por 100.000 habitantes.

## 7 ELEMENTOS QUÍMICOS E SAÚDE HUMANA

As rochas que constituem a crosta terrestre são formadas por aglomerados de minerais (ou de um único mineral) e, à medida que intemperizam reagem com outras substâncias químicas que se combinam, se rearranjam e os liberam para o ambiente, principalmente por meio da água. Estes metais, assim como as substâncias químicas (utilizadas pela sociedade no combate a doenças e na agricultura), são imprescindíveis para a vida humana, no entanto, não são somente benefícios, pois podem também produzir efeitos adversos à saúde humana e ao ambiente. Os danos aparecerão quando a quantidade de metais ingeridos e/ou concentrados no organismo humano forem superiores à nossa capacidade de absorção e recuperação (Figura 15).



**Figura 15** – Representação de uma disfunção provocada pela deficiência de Cu, Zn e Fe no organismo humano baseado na descrição de Baird 1995 in Figueiredo 2000.

A saúde humana, por meio do sistema imunológico e, o ambiente, através dos ecossistemas, respondem de forma diferente aos estímulos de substâncias químicas às quais estão expostas diariamente. Assim sendo, na relação entre toxicidade e saúde é

importante destacar que um elemento é tóxico ou não, se levarmos em consideração o nível de concentração, composição e propriedades além do tempo de exposição das substâncias químicas as quais o ser humano teve contato.

Os elementos químicos, em especial os metais pesados são classificados neste trabalho em quatro grupos de acordo com a sua ocorrência, essencialidade, necessidade e toxicidade para a saúde humana. Esta necessidade divide-se em nível de traços (concentrações pequenas no organismo) e ultratraços (concentrações muito pequenas no organismo) (FIGUEIREDO, 2000).

“A característica definitiva de um elemento traço nutricionalmente significativo é sua intervenção essencial nos processos fisiológicos ou seu potencial de toxicidade quando presente em concentrações baixas em tecidos, alimentos ou água potável. Arbitrariamente, o termo ‘traço’ tem sido aplicado a concentrações de elementos que não excedem 250 g/g de matriz” (OMS, 1998).

Os processos intempéricos, a mineração e a indústria de beneficiamento mineral, têm provocado uma série de impactos ambientais pela exposição excessiva ou deficiência nos seres humanos, seja pelo isolamento geográfico a que estão submetidos alguns grupos de pessoas, seja pelo processamento e armazenamento incorretos destes metais. O uso comercial em larga escala dos metais também é um fator preocupante, pois nos coloca em contato constante com eles, principalmente através da nossa alimentação, suas embalagens e conservantes. A nossa alimentação também sofre influência direta do solo que a mantém e da água que a irriga.

As variáveis que influenciam diretamente ou indiretamente os solos advém da composição geoquímica dos solos que, dependendo da acidez ou alcalinidade, da irrigação, da industrialização ou urbanização podem afetar acentuadamente a captação de elementos específicos. Por exemplo, a irrigação com águas subterrâneas freáticas alcalinas aumentam a captação de selênio na cadeia alimentar. Quando as águas têm alto teor de ferro a captação de selênio é restrita. A lixiviação dos solos ácidos arenosos com pouca matéria orgânica aumenta a perda de iodo e reduz a disponibilidade de selênio e zinco. Por outro lado, a alta acidez do solo potencializa a captação de alumínio, ferro e manganês pela plantação (BOWIE; THORNTON, 1984; SILLANPÄÄ, 1982 e 1990 in OMS, 1998).

Ainda, a ingestão de solo, a Geofagia, pode inibir a absorção de ferro, zinco e cobre e em outras circunstâncias contribuir para absorção do cobre, ferro, manganês e zinco

(CAVDAR et al, 1983; JOHNS; DUQUETTE, 1991 in OMS, 1998).

A água potável é responsável por algo entre 2 a 20% da ingestão dos elementos traço. A idade, ocupação, temperatura ambiental, perspiração e hábitos alimentares todos determinam a ingestão de água e, conseqüentemente podem influenciar acentuadamente as ingestões de cromo, flúor e chumbo e, em alguns locais pode também favorecer muito às ingestões de arsênio, cádmio, cobre, mercúrio, selênio e zinco (OMS, 1993; NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1980).

Se relacionar a alta umidade do solo induzida por irrigação ou drenagem, se acompanhada por pH alto e condições de redução é favorecida a captação de molibdênio por plantações de leguminosas e de selênio por “brassicás”. Em contraste, os conteúdos de alumínio, ferro e manganês de muitas plantações de alimentos básicos são aumentados pelas condições ácidas dos solos alagados.

Há evidências também que as toxicoses de cobre e zinco resultam do consumo de água muito ácida contaminada por cobre de encanamentos ou por zinco de tanques galvanizados. O manganês na água potável, em áreas de mineração da Grécia, está associado ao aumento dos casos de síndrome neurológica parkinsoniana. E, o lixiviamento de solos ácidos e mineralizados é determinante para a deficiência de iodo e selênio. Por fim, o fato do consumo aumentado de água nos ambientes áridos pode ser suficiente para aumentar os riscos de fluorose em águas ricas em fluoreto (SPITALNY, 1984; BROUWER, 1988; FOX, 1989; KONDAKIS, 1989 in OMS, 1998; PINESE et al, 2002).

A alimentação que ingerimos, desta forma, será influenciada por processos naturais e artificiais e, dependendo de como é composta influenciará de maneira positiva ou negativa na nossa saúde. Há indicações de que a suscetibilidade ao manchamento dentário da fluorose, por exemplo, é aumentada por desnutrição generalizada. Na ausência de desnutrição, o manchamento dentário acontecerá quando o conteúdo de fluoreto da água potável exceder 0,8 mg/dia (MURRAY; WILSON, 1948 in OMS, 1998; WHO, 1986).

Portanto, os benefícios ou prejuízos para nossa saúde surgirão em função de nossa ingestão dos alimentos e da água principalmente. Os alimentos trarão as propriedades dos solos em que forem cultivados e as águas das rochas que percolam.

Sob a perspectiva da saúde existem 4 (quatro) principais vias de exposição aos elementos químicos: inalação, exposição ocular, contato com a pele e ingestão. Também deve-se considerar a exposição prolongada aos metais devido à contaminação ambiental e as exposições ocupacionais (ARCURI; FERNÍCOLA, 2003).

A não ingestão de alimentos que contenham elementos traços essenciais

como: I, Cu e Zn aumentarão a suscetibilidade a distúrbios como: o bócio, a diminuição das defesas imunológicas e Kwashiorkor marásmico e, sua ingestão/exposição em excesso provocará outros, como: hipotireoidismo, desordem neurológica e letargia (NAGATAKI, 1987; WOLFF, 1969; MILLS, 1989 in OMS, 1998) [Vide Quadro Síntese 03].

Outro elemento importante na análise da alimentação é o fato de que as comunidades rurais estão mais expostas as variáveis hidrogeoquímicas e do solo do que as comunidades urbanas, pois a fonte de água e de alimentos muitas vezes se restringe a um único poço d'água e a uma única horta. Nas comunidades urbanas estão menos suscetíveis, visto que têm acesso a uma alimentação muito mais variada de itens alimentares e água de uma variedade de fontes geográficas.

É interessante perceber que os elementos classificados como metais estão de alguma forma interligados nas funções fisiológicas que cumprem em nosso organismo, mas em alguns momentos são antagonistas. Para metais como o Fe, Cu, Zn e possivelmente Cr sua absorção é influenciada pelo estado preexistente e, como no caso do Zn é absorvido mais facilmente a partir de suplementos líquidos do que de dietas sólidas (SANDSTRÖM; SANDBERG, 1989).

Os antagonistas são os elementos que restringem e sinergistas os que promovem a absorção, utilização ou retenção de elementos traço em humanos. Como exemplos temos:

- A alta ingestão de Ca restringe absorção do Zn e a baixa ingestão de Ca promove a absorção do Zn e de proteínas animais;
- Altos teores de Fe, Zn, Mo e S restringem a absorção Cu e promovem altas ingestões de proteínas;
- Altas ingestões de bociogênicos e Se restringem absorção de I;
- Altas ingestões de metais pesados restringem absorção de Se;
- Altas ingestões de Oxalatos e Fe restringem o Cr;
- Altas ingestões de Ca restringem absorção de Mn;
- Altas ingestões de Ca restringem absorção de Cd e as baixas ingestões de Fe e Ca promovem a absorção de Cd;
- Altas ingestões de fitato (principal forma de fósforo nos grãos de cereais e leguminosas) com Ca restringem a absorção de Pb e baixas ingestões de Fe, Ca e P promovem a absorção de Pb (OMS, 1998).

## 7.1 SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS NO CONTEXTO DA AGENDA 21 E LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

O avanço da indústria química moderna associado a uma sociedade de consumo que incentiva a aquisição contínua de bens e serviços efêmeros como forma de sustentar a produção e o crescimento econômico nos tem conduzido a exposição cada vez maior e mais freqüente a novas substâncias químicas que, em razão de suas propriedades químicas, físicas ou toxicológicas, isoladas ou combinadas, constituem perigo a nossa saúde.

Dentro desta perspectiva foram criados pela ONU (Organização das Nações Unidas) através do PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) em acordo com governos e indústria química, vários programas, convenções e foros, a partir de 1998, com o objetivo de sensibilizar e preparar a comunidade internacional. Assim, são lançados programas como:

- *Conscientização e Preparação para Emergências em Nível Local (Awareness and Preparedness for Emergencies at the Local Level – APELL)*; assiste às indústrias, autoridades públicas e comunidades em nível local para aumentar o conhecimento da comunidade sobre os perigos tecnológicos e preparar planos integrados para respostas eficientes no caso de ocorrência de acidentes (ARCURI; FERNÍCOLA, 2003);

- *Programa Internacional de Substâncias Químicas e Organização Intergovernamental de Informação sobre Substâncias Químicas (IPCS INCHEM Chemical Safety Information from Intergovernmental Organizations)* programa de informações internacionais sobre substâncias químicas contaminantes do ambiente e dos alimentos, que consolida informações de várias organizações intergovernamentais cuja meta é ajudar no uso correto de substâncias químicas (ARCURI; FERNÍCOLA, 2003);

- *A Convenção sobre a Prevenção de Acidentes Maiores*, de junho de 1993; que objetiva prevenir acidentes industriais maiores que envolvam substâncias perigosas e a limitação das conseqüências destes acidentes (ARCURI; FERNÍCOLA, 2003);

- *O Foro Intergovernamental de Segurança Química (FISQ)*, mecanismo não- institucional onde representantes de governos, de organizações não-governamentais examinam e oferecem análises e aconselhamentos na gestão ecologicamente segura e redução de riscos das substâncias químicas (ARCURI; FERNÍCOLA, 2003).

Estes programas, foros, convenções visam por em prática o conteúdo da Agenda 21, aprovada em 14/jun/1992, que marcou o início da tomada de consciência ecológica global, – a percepção de que o planeta estava sendo permanentemente danificado.

No Brasil o órgão responsável por classificar os corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelecer as condições e padrões de lançamento de efluentes é o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Este órgão está subordinado diretamente ao MMA (Ministério do Meio Ambiente) e estabelece as diretrizes para a Legislação Ambiental sobre corpos d'água no país.

É importante ressaltar ainda que os padrões de qualidade das águas expostos neste trabalho estão dispostos na *Resolução CONAMA 357 de 17/mar/05*, que substitui a Resolução CONAMA 020 de 18/jun/86 então vigente até a data da publicação desta.

Apartir da observação da Legislação Ambiental e outras bibliografias que a utilizaram como referência além de outros e legislações foi elaborada o (*Quadro Síntese 03 Elementos Químicos e Metais: essencialidade, necessidade e toxicidade*), que teve como ponto de partida a classificação proposta por Walker et al., (1997) in Figueiredo, (2000), onde estão distribuídos por cores: (azul) elementos essenciais à vida, ao crescimento e à reprodução de animais e vegetais; (verde) elementos necessários em de traços; (marrom) elementos necessários em nível de ultratraços; e (vermelho) elementos altamente tóxicos para os seres humanos.

| Metais | Ocorrência no ambiente e utilização comercial   | Benefícios a saúde                              | Malefícios a saúde humana (provocados por deficiência ou toxicidade)  | Legislação Ambiental (Resolução Conama 357) Padrões de qualidade de água (7) |
|--------|---|---|---|--|
| C      | <p><b>Fontes naturais:</b> abundante na atmosfera, grafite e diamante. Apresenta uma grande afinidade para combinar-se quimicamente com outros átomos e formar cadeias múltiplas (9).</p> <p><b>Fontes artificiais (usos):</b> componente de hidrocarbonetos, especialmente os combustíveis fósseis como: petróleo, gás natural e também nos plásticos (9).</p> | Elemento essencial à vida animal e vegetal (3). | O monóxido de carbono, presente nos gases de escape dos motores de combustão e o cianogênio são extremamente tóxicos para as pessoas. Os gases orgânicos eteno, etino e metano são explosivos e inflamáveis em presença de ar (9).  |  |
| H      | <p><b>Fontes naturais:</b> na atmosfera, na água, planetas gasosos e estrelas (9).</p> <p><b>Fontes artificiais (usos):</b> obtenção de amoníaco, na hidrogenação de graxas e azeites, na obtenção de metanol, produção de combustível, redução de minerais entre outros (9).</p>   | Elemento essencial à vida animal e vegetal (3). | O hidrogênio é um gás extremamente inflamável. Reage violentamente com o flúor e o cloro, especialmente com o primeiro, com o qual a reação é tão rápida e imprevisível que não se pode controlar. Também é perigosa sua depressunização rápida, já que diferentemente dos outros gases, a sua expansão acima de -40°C ocorre com aquecimento, podendo inflamar-se (9). |  |

| Metais | Ocorrência no ambiente e utilização comercial  | Benefícios a saúde   | Malefícios a saúde humana (provocados por deficiência ou toxicidade)   | Legislação Ambiental (Resolução Conama 357) Padrões de qualidade de água (7)  |
|--------|--|--|--|---|
| O      | <b>Fontes naturais:</b> É o elemento mais abundante da crosta terrestre e dos oceanos. É o segundo em abundância na atmosfera. Os óxidos de metais, silicatos e carbonatos são encontrados com frequência em rochas e no solo (9).<br><b>Fontes artificiais (usos):</b> como medicamento para enfermos, comburente nos motores de propulsão, nas soldas, fabricação de aço e metanol, atividades aquáticas e esportes (9). | Elemento essencial à vida animal e vegetal (3).  |  |   |
| N      | <b>Fontes naturais:</b> é o componente principal da atmosfera terrestre e nos processos de fusão nuclear das estrelas (9).<br><b>Fontes artificiais (usos):</b> usos industriais, pela destilação do ar líquido. Está presente também em produtos de excreção de animais como o guano, usualmente na forma de uréia e ácido úrico (9).   | Elemento essencial à vida animal e vegetal (3).  | Os fertilizantes nitrogenados são uma importante fonte de contaminação do solo e das águas. Os compostos que contêm íon cianeto formam sais extremamente tóxicos e são mortais para numerosos animais, entre eles, os mamíferos (9). |   |
| Ca     | <b>Fontes naturais:</b> plagioclásios e o dióxido (4).<br><b>Fontes artificiais (usos):</b> redutor de processos industriais, desulfurizante e descarbonizante. Na construção civil é utilizado no tratamento de água e outros processos industriais (4), (12).  | Essenciais à vida animal e vegetal. Desempenha importante papel na coagulação sanguínea, nas paredes celulares, fluidos do corpo e ossos (3), (4), (11), (12).         | Sua carência, no corpo humano, provoca raquitismo e osteoporose. Seu excesso pode provocar dores musculares, fraqueza, sede desidratada, enjôo, pedras nos rins e insuficiência renal (1), (5), (10).                                |   |
| P      | <b>Fontes naturais:</b> rochas magmáticas e sedimentares, apatita e fosforita (6).<br><b>Fontes artificiais (usos):</b> indústrias química, farmacêutica, alimentícia, têxtil, cerâmica e também na preparação de produtos para ração animal e alimentação humana (6).   | Elemento essencial à vida animal e vegetal. É constituinte dos ossos participa de todas as reações químicas do corpo (3), (5), (10).                                   | Seu excesso torna quebradiços cabelos e unhas (5), (10).   | Águas doces classes 1 e 2.<br>Fósforo total (ambiente lético) 0,020 mg/L (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lético) 0,025 mg/L (ambiente lético e tributários de ambientes intermediários) 0,1 mg/L<br>Águas doces classe 3.<br>Fósforo total (ambiente lético) 0,05 mg/L (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lético) 0,075 mg/L (ambiente lético e tributários de ambientes intermediários) 0,15 mg/L |
| K      | <b>Fontes naturais:</b> rochas magmáticas; gabros e granitos (4).<br><b>Fontes artificiais (usos):</b> fertilizantes agrícolas e aplicações de sal sem sódio para fins terapêuticos (4), (12).   | O potássio e seus sais são essenciais para os fluidos intracelulares, reações enzimáticas, nas funções musculares, sistema nervoso e funções cardíacas (3), (4), (12). | Sua carência, no corpo humano, pode provocar fadiga, baixa de açúcar no sangue e insônia, já seu excesso pode causar câimbra, fadiga, paralisia muscular e diarreia. Seus sais são extremamente tóxicos quando injetados (1), (10).  |   |

| Metais | Ocorrência no ambiente e utilização comercial  | Benefícios a saúde  | Malefícios a saúde humana (provocados por deficiência ou toxicidade)   | Legislação Ambiental (Resolução Conama 357) Padrões de qualidade de água (7)                               |
|--------|--|---|--|--|
| Mg     | <b>Fontes naturais:</b> rochas ultramáficas, carbonatadas como: magnesita, biotita, granda, hornblenda, clorita, alanita e olivina (4).<br><b>Fontes artificiais (usos):</b> lâmpadas fotográficas (flash), pirotecnia, indústria aeronáutica e de mísseis, usinas nucleares, indústria farmacêutica, medicina e revestimento de fomalhas (4), (12). | Importante para vida animal e vegetal. No corpo humano tem a função de converter o açúcar em energia além de ser necessário para o bom funcionamento dos nervos e músculos (1), (3).                              | Sua deficiência causa nervosismo e tremores e seu excesso é maléfico para a saúde humana provocando distúrbios intestinais. É Tóxico e cancerígeno (1), (10).  |  |
| Na     | <b>Fontes naturais:</b> rochas magmáticas; gabros e granitos (água do mar) (4).<br><b>Fontes artificiais (usos):</b> condimento alimentar, anti-detonante para gasolina, soda cáustica, bicarbonato de sódio, produção de sabão, do vidro, indústria têxtil, do petróleo, química e metalúrgica (4).   | Importante para vida animal e vegetal. Atual no equilíbrio hidrossalino, transmissão de impulsos nervosos e soluções celulares (3), (5).  | Em excesso é prejudicial aos hipertensos além de reduzir a permeabilidade dos solos (4), (10).   |  |
| Cl     | <b>Fontes naturais:</b> rochas ígneas, clorotina, fosfogenita, sodalita-helvita, escapolitas, eudalita, cloroapatita e o sal comum (4).<br><b>Fontes artificiais (usos):</b> produção de água potável, de papéis, de têxteis, produtos do petróleo, antissépticos, inseticidas, solventes, tintas, plásticos, desinfetantes, tubos de PVC (4).       | Está presente no esqueleto, no crescimento dos vegetais, é componente dos sucos gástricos, atua no transporte de metais no organismo, na quantidade de água nos tecidos e na pressão osmótica (3), (4).           |  | Águas doces classes 1 e 2. Cloro residual total (combinado + livre) 0,01 mg/L. Cloro total 250 mg/L.       |
| S      | <b>Fontes naturais:</b> subproduto do petróleo e de folhelhos betuminosos, zonas vulcânicas, cinábrio e galena (6), (9).<br><b>Fontes artificiais (usos):</b> utilizado nos segmentos industriais para fabricação de fertilizantes, explosivos e inúmeros produtos químicos e farmacêuticos (6), (9).  | Elemento essencial a vida animal e vegetal. É constituinte de muitos aminoácidos (3), (9).  | Sua deficiência retarda o crescimento. Seu excesso é eliminado na urina (9).   |  |
| Fe     | <b>Fontes naturais:</b> rochas sedimentares; argilas, folhelhos e grauwacas (4).<br><b>Fontes artificiais (usos):</b> manufatura de ferro e aço (4).   | Necessário em nível de traços. Reações bioquímicas essenciais ao funcionamento do organismo humano. É parte da hemoglobina e complexos enzimáticos necessários a geração de energia e ao sistema imonológico (3). | Sua deficiência provoca anemia e prejudica absorção de outros metais, se concentra no fígado e baço. Seu excesso provoca anemia falciforme, talassemia major, disfunção da absorção intestinal, hemocromatose hereditária e o aparecimento de doenças cardíacas e diabetes (3), (8). | Águas doces classes 1 e 2. Ferro dissolvido 0,3 mg/L.<br>Águas doces classes 3. Ferro dissolvido 5,0 mg/L. |
| I      | <b>Fontes naturais:</b> como subproduto do salitre do Chile e recuperado das águas salgadas de poços petrolíferos e gás natural (6).<br><b>Fontes artificiais (usos):</b> Utilizado em vários produtos químicos e farmacêuticos além de suplementos alimentares (6).   | Necessário em nível de traços. É fundamental para o hormônio tireoidal, controle da temperatura, crescimento e reprodução (2), (3).   | Sua deficiência (DDI) causa papeira (Bócio) e hipotireoidismo. E no feto aumenta a incidência de partos de natimortos, abortos, anormalidades congênitas, nanismo e cretinismo endêmico. Seu excesso pode trazer problemas de hipotireoidismo (2).                                   |  |

| Metais    | Ocorrência no ambiente e utilização comercial   | Benefícios a saúde   | Malefícios a saúde humana (provocados por deficiência ou toxicidade)  | Legislação Ambiental (Resolução Conama 357) Padrões de qualidade de água (7)                                   |
|-----------|---|--|---|--|
| <b>Cu</b> | <b>Fontes naturais:</b> rochas magmáticas básicas; basaltos e gabros (4).<br><b>Fontes artificiais (usos):</b> indústria eletro-eletrônica, moedas, indústria química e pigmentos (4), (6).   | Necessário em nível de traços. Está envolvido com uma variedade de reações metabólicas como utilização de oxigênio celular e energia, também age na síntese de proteínas compêlas do esqueleto, vasos sanguíneos e sistema nervoso e também relacionado ao mecanismo de resistência as doenças (2), (3). | Sua deficiência provoca anemia, diminuição de glóbulos brancos, diminuição das defesas imunológicas, desenvolvimento anormal dos ossos, osteoporose, degeneração progressiva cerebral e cardiovascular. Sua absorção excessiva provoca doença de Wilson, desordem neurológica e psiquiátrica, danos no fígado, nos rins, nervos e ossos e perda de glóbulos vermelhos (3), (8). | Águas doces classes 1 e 2. Cobre dissolvido 0,009 mg/L.<br>Águas doces classes 3. Cobre dissolvido 0,013 mg/L. |
| <b>Mn</b> | <b>Fontes naturais:</b> rochas sedimentares; folhelhos, grauwacas e rochas carbonáticas (4).<br><b>Fontes artificiais (usos):</b> manufatura do aço, ligas de alumínio e vidros (6).  | Necessário em nível de traços. Essenciais para todos os organismos. Promove crescimento, desenvolvimento e funções celulares, em ossos e cartilagens além de participar das reações enzimáticas ativas nos metabolismos (3), (5).  | Sua falta pode provocar crescimento prejudicado de cabelos e unhas, dermatite, epilepsia e hipocolesterolemia. Seu excesso pode causar câncer, malformações congênitas e se aspirado ao pulmão pode causar doenças neurológicas (loucura mangânica) (2), (8).   | Águas doces classes 1 e 2. Manganês total 0,1 mg/L.<br>Águas doces classes 3. Manganês total 0,5 mg/L.         |
| <b>Zn</b> | <b>Fontes naturais:</b> rochas ígneas; magnetita e rochas sedimentares; rochas carbonatadas, grauwacas e folhelhos (4).<br><b>Fontes artificiais (usos):</b> galvanização, produção do latão, desinfetantes para medicina e ligas metálicas (4), (11).  | Necessário em nível de traços. Desempenha papel importante nas atividades enzimáticas, metabolismo do ácido nucléico, síntese de proteínas, manutenção da estrutura e função das membranas, atividade hormonal, reprodução e maturidade sexual (2), (3).   | Sua deficiência provoca retardamento de crescimento, síndrome de Down, problemas de pele, dificuldade de cicatrização de feridas e falhas reprodutivas. (Kwashiorkor marásmico e hipozinquemia). Seu excesso influencia na absorção do Cu, vômito, febre, diarreia e letargia (2), (3), (8), (10).  | Águas doces classes 1 e 2. Zinco total 0,18 mg/L.<br>Águas doces classes 3. Zinco total 5 mg/L.                |
| <b>Co</b> | <b>Fontes naturais:</b> nas rochas sedimentares, nos argilitos e folhelhos (4).<br><b>Fontes artificiais (usos):</b> utilizado em superligas da indústria aeroespacial, aço inoxidável, magnetos permanentes, para usos químicos e cerâmicos (4).   | Necessário em nível de traços. Fundamental para produção da Vitamina B12 e na participação de reações químicas (3).  | A deficiência provoca emagrecimento, cansaço e anemia. Elevadas concentrações causa falhas cardíacas além de ser tóxico e cancerígeno (3).  | Águas doces classes 1 e 2. Cobalto total 0,05 mg/L.<br>Águas doces classes 3. Cobalto total 0,2 mg/L.          |
| <b>Mo</b> | <b>Fontes naturais:</b> rochas magmáticas; granitos e gabros (4).<br><b>Fontes artificiais (usos):</b> ligas metálicas ultra-resistentes, eletrodos de fornos elétricos, indústria nuclear, mísseis e aeronaves, indústria petroquímica, indústria elétrica e lubrificantes de elevadas temperaturas (4). | Necessário em nível de traços. É micronutriente essencial para fixação de nitrogênio e de reações de oxidação-redução (2), (3).  | Sua deficiência provoca irritabilidade que leva a coma, taquicardia, taquipnéia e cegueira noturna. Seu excesso provoca molibdenose aguda co deformidades esqueléticas e articulares, fraturas subepifisárias espontâneas, e exotoses mandibulares. Pode provocar a deficiência de cobre (2).   |  |

| Metais | Ocorrência no ambiente e utilização comercial  | Benefícios a saúde   | Malefícios a saúde humana (provocados por deficiência ou toxicidade)  | Legislação Ambiental (Resolução Conama 357) Padrões de qualidade de água (7)  |
|--------|--|--|---|---|
| Se     | <b>Fontes naturais:</b> O selênio é encontrado muito distribuído na crosta terrestre. Na maioria das rochas e solos é encontrado em concentrações entre 0,1 e 2,0 ppm. É encontrado no pão, nos cereais, nos pescados, nas carnes e nos ovos (9).<br><b>Fontes artificiais (usos):</b> obtém-se principalmente como subproduto da refinação do cobre (9).  | Necessário em nível de traços. O selênio é um micronutriente para todas as formas de vida. É antioxidante, ajuda a neutralizar os radicais livres, estimula o sistema imunológico e intervém no funcionamento da glândula tireóide (2), (3). | Sua deficiência está associada a Doença de Keshan e Kashin-Beck. Já o seu excesso torna quebradiços unhas e cabelos, pode provocar cárie dentária, problemas reprodutivos e esclerose lateral amiotrófica. Além de ser carcinógeno (2).                 | Águas doces classes 1 e 2. Selênio total 0,01 mg/L<br>Águas doces classes 3. Selênio total 0,05 mg/L  |
| Cr     | <b>Fontes naturais:</b> rochas magmáticas; gabros e granitos (4).<br><b>Fontes artificiais (usos):</b> produção de aço inoxidável, indústria do vidro, indústria química, curtimento de couro, indústria têxtil, aeronáutica, tijolos e revestimentos (4).   | Necessário em nível de traços. É um nutriente essencial, que potencializa a ação da insulina e assim influencia o metabolismo de carboidratos, lipídeos e proteínas (2), (3).  | Está associado ao câncer respiratório. Além disso sua deficiência induz ao diabetes, perda de peso e neuropatia e seu excesso provoca intolerância severa a glicose, perda de peso, encefalopatia metabólica e falhas renais (2).                       | Águas doces classes 1 e 2. Cromo total 0,05 mg/L<br>Águas doces classes 3. Cromo total 0,05 mg/L  |
| Ni     | <b>Fontes naturais:</b> rochas sedimentares; folhelhos, grauwacas, ortoarenitos e calcários (4).<br><b>Fontes artificiais (usos):</b> ligas e aços inoxidáveis, aços especiais para ferramentas, indústria automotiva, aeroespacial, construção civil, petrolífera e elétrica (4).   | Necessário em nível de traços. Essencial a plantas, talvez também a animais (3).   | Associado ao câncer, respiratório, irritação gastrointestinal dermatite e as malformações congênitas (3).   | Águas doces classes 1 e 2. Níquel total 0,025 mg/L<br>Águas doces classes 3. Níquel total 0,025 mg/L  |
| V      | <b>Fontes naturais:</b> rochas magmáticas; gabros, granitos, xistos grafitosos e betuminosos (4).<br><b>Fontes artificiais (usos):</b> aditivo de aços, manufatura de ferramentas, indústria cerâmica, indústria gráfica, anilina negra, magnetos e supercondutores (4).   | Necessário em nível de traços. Prolonga a vida dos dentes (2), (3).  | Sua deficiência provoca doença cardiovascular. Seu excesso provoca distúrbios gastrointestinais e língua verde. É relativamente tóxico. As suas emissões gasosas industriais podem causar câncer de pulmão (2).   |   |
| Si     | <b>Fontes naturais:</b> abundante na crosta terrestre. O silício não é encontrado no estado nativo; areia, quartzo, ametista, ágata, pedernal, opala e jaspe são alguns dos minerais importantes que apresentam na sua composição o óxido. Formando silicatos é encontrado, entre outros, no granito, feldspato, argila, hornblenda e mica (9).<br><b>Fontes artificiais (usos):</b> É utilizado para a produção de ligas metálicas, na preparação de silícones, na indústria cerâmica e, na indústria eletrônica e microeletrônica, como material básico para a produção de chips para transistores, pilhas solares e, em diversas variedades de circuitos eletrônicos (9). | Necessário em nível de traços. Em animais está relacionado com o desenvolvimento do tecido conjuntivo e ossos (2), (3).  | Sua deficiência (nos animais) produz deformidades do esqueleto e ossos periféricos, caracterizado por articulações malformadas, crescimento ósseo endocondral defeituoso e conteúdo reduzido de cartilagem articular. Seu excesso provoca silicose (2). |   |
| As     | <b>Fontes naturais:</b> são atividade vulcânica e metilação biológica (3).<br><b>Fontes artificiais (usos):</b> Metalurgia de cobre e não ferrosos, combustão de carvão, mineração de ouro, uso de pesticidas, inseticidas, produtos farmacêuticos, aditivos de rações em aves domésticas e produção suína (2), (3).   | Necessário em nível de traços (2), (3).  | Altamente tóxicos para humanos (inorgânico). É altamente cancerígeno, provoca problemas de hiperqueratose, câncer de pele e pulmonar, distúrbios no sistema nervoso e abortos espontâneos (2).  | Águas doces classes 1 e 2. Arsênio total 0,01 mg/L<br>Parâmetros Inorgânicos Arsênio total 0,14 µg/L<br>Águas doces classes 3. Arsênio total 0,033 mg/L |
| Li     | <b>Fontes naturais:</b> rochas magmáticas; gabros, granitos, xistos-argilosos (4).<br><b>Fontes artificiais (usos):</b> indústria nuclear, compostos orgânicos, produção de baterias, vidros especiais e cerâmicas (4).  | Necessário em nível de ultratraços. Utilizados no tratamento de distúrbios maníaco-depressivos (2), (3), (4).  | Sua deficiência provoca peso de nascimento reduzido. Seu excesso provoca malformações congênitas. É cancerígeno (2).  | Águas doces classes 1 e 2. Lítio total 2,5 mg/L<br>Águas doces classes 3. Lítio total 2,5 mg/L  |

| Metais | Ocorrência no ambiente e utilização comercial  | Benefícios a saúde   | Malefícios a saúde humana (provocados por deficiência ou toxicidade)   | Legislação Ambiental (Resolução Conama 357) Padrões de qualidade de água (7)                                     |
|--------|--|--|--|--|
| Al     | <b>Fontes naturais:</b> gabros, granitos e mica-xistos (4).<br><b>Fontes artificiais (usos):</b> fabricação de utensílios domésticos e industriais e materiais de construção (4).  | Necessário em nível de ultratraços (3).  | Seu excesso pode reduzir assimilação de fosfato e flúor, provocar a osteomalcia e prejudicar a função renal. Foi detectado nas células cerebrais de pacientes com mal de Alzheimer (2), (4).   | Águas doces classes 1 e 2. Alumínio dissolvido 0,1 mg/L.<br>Águas doces classes 3. Alumínio dissolvido 0,2 mg/L. |
| F      | <b>Fontes naturais:</b> rochas magmáticas; granitos, basaltos, gabros, folhelhos (4).<br><b>Fontes artificiais (usos):</b> manufatura do alumínio metálico, produção do aço, na indústria química e de cerâmicas (4).  | Necessário em nível de ultratraços. É essencial aos mamíferos, promove o fortalecimento dos dentes e esqueleto (3), (4). | Sua deficiência provoca cáries dentárias e teores em excesso, acima de 2 ppm causam manchamento do esmalte dos dentes, fluorose, osteoporose, hiperparatireoidismo, osteomalcia e deformação nos ossos (exostoses e doença óssea de Kenhardt) (2).   | Águas doces classes 1 e 2. Fluoreto total 1,4 mg/L.<br>Águas doces classes 3. Fluoreto total 1,4 mg/L.           |
| Sn     | <b>Fontes naturais:</b> encontrado na cassiterita como um óxido (9).<br><b>Fontes artificiais (usos):</b> utilizado para soldar juntas de tubulação e circuitos elétricos, ligas metálicas, na fabricação de molas, na conservação de alimentos, peças de fundição, na produção de papel, remédios e fungicidas e supercondutores (9). | Necessário em nível de ultratraços. Favorece o crescimento (2), (3).   | Sua deficiência provoca falta de crescimento, alopecia, resposta deprimida ao som mudanças nas concentrações minerais em órgãos variados. Seu excesso provoca depressão, anemia, ataca sistema nervoso central. Altamente tóxicos para humanos (2).  |  |
| Pb     | <b>Fontes naturais:</b> em rochas sedimentares, nos feldspatos, micas, folhelhos (4).<br><b>Fontes artificiais (usos):</b> Usado em baterias de veículos, revestimento de cabos elétricos e aços, aditivos de gasolina, solda, tintas e cerâmicas, borracha (3).   | Não essenciais (3).  | Altamente tóxicos para humanos. Sua absorção provoca câncer, comprometimento dos rins, do fígado, do coração, danos ao sistema nervoso, decréscimo dos glóbulos vermelhos, cegueira, baixo QI, anemia e retardamento mental (2).   | Águas doces classes 1 e 2. Chumbo total 0,01 mg/L.<br>Águas doces classes 3. Fluoreto total 0,033 mg/L.          |
| Hg     | <b>Fontes naturais:</b> associado com atividade vulcânica e fontes termais alcalinas. Jazidas de Cinábrio e metacinnabarita (3).<br><b>Fontes artificiais (usos):</b> Pode ser usado na amalgamação do ouro, em termômetros, barômetros, lâmpadas, medicamentos, espelhos, detonadores, corantes e outros (3).                         | Não essenciais (3).  | Altamente tóxicos para humanos (metilado). Bloqueia a atividade enzimática e seus efeitos são o comprometimento do sistema nervoso central, ataxia, insanidade, deficiência de visão e audição, sonolência e coma ainda dor de estômago, diarreia, tremores, depressão, ansiedade, gosto de metal na boca, dentes moles com inflamação e sangramento nas gengivas, insônia, falhas de memória e fraqueza muscular, nervosismo, mudanças de humor, agressividade, dificuldade de prestar atenção e até demência (2), (3). | Águas doces classes 1 e 2. Mercúrio total 0,002 mg/L.<br>Águas doces classes 3. Mercúrio total 0,002 mg/L.       |

| Metais | Ocorrência no ambiente e utilização comercial   | Benefícios a saúde   | Malefícios a saúde humana (provocados por deficiência ou toxicidade)  | Legislação Ambiental (Resolução Conama 357) Padrões de qualidade de água (7)                              |
|--------|---|--|---|---|
| Cd     | Fontes naturais: Rochas básicas, vulcanismo, fundição do Zn, Pb ou Cu e o tabaco (4).<br>Fontes artificiais (usos): Mineração e refino de metais não ferrosos, combustão combustíveis fósseis, incineração do lixo, efluentes de aterros sanitários (lama de esgoto), indústrias de ferro e aço e produtos com Zn.<br>Como pigmento em plásticos coloridos, anticorrosivos de aços, estabilizador de plásticos PVC, baterias recarregáveis (3). | Em quantidades extremamente pequenas atuam como estimulantes do metabolismo (3). | Altamente tóxicos para humanos. Impede a ação do Zn no organismo humano causando deficiências renais, doenças respiratórias, doença nos ossos, deformidades congênitas e cancerígenos. (doença itaitai) (2), (3). | Águas doces classes 1 e 2.<br>Cádmio total 0,001 mg/L<br>Águas doces classes 3.<br>Cádmio total 0,01 mg/L |
| Pu     |   | Não essenciais (3).  | Altamente tóxicos para humanos (3).   |   |

**Quadro 03 Síntese** – Elementos químicos e metais: essencialidade, necessidade e toxicidade.

**Fontes:** Santos (1) (1997), OMS (2) (1998), Figueiredo (3) (2000), Mineropar (4) (2001), Scarpelli (5) (2003), Teixeira et al (6) (2003), CONAMA (7) (2005), Vaz & Lima (8) (2003), Wikipedia (9) (2005), Combs Jr (10) (2005), Koljonen et al (11) (1992 in Mineropar, 2001), Winter (12) (1998 in Mineropar, 2001).

## 7.2 HIDROGEOQUÍMICA DA ÁREA DE ESTUDO

De acordo com as análises da água da BRL ao longo do curso do ribeirão e seus afluentes destacam os resultados hidrogeoquímicos confrontados com a Resolução 357 do CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente (2005), da ATSDR – “Agency for Toxic Substances and Disease Registry” (1999, 2004, 2005), da SRC – “Saskatchewan Research Council” (2006), e do MS – Ministério da Saúde (2004).

Assim observa-se se o ambiente geoquímico apresenta alguma anomalia hidrogeoquímica, para ponderar se esta é resultado dos arranjos e rearranjos que resultam do intemperismo ou se foram provocados ou acelerados pela ação antrópica e se a população tem sido afetada de alguma forma.

Para mapear os resultados físico-químicos e hidrogeoquímicos da BRL foi organizada a Tabela 11 (onze), que demonstra os resultados dos 25 (vinte e cinco) postos de coleta distribuídos em 4 (quatro) categorias: Identificação dos postos de coleta, coordenadas geográficas, análises físico-químicas (*in situ*) e análises hidrogeoquímicas, a Tabela 12 que apresenta os variogramas dos resultados e a Tabela 13 que traz as correlações entre as variáveis hidrogeoquímicas indenticadas na BRL. Ainda, todos os dados foram mapeados no software Surfer 8.0, que tem a Krigagem ordinária como padrão.

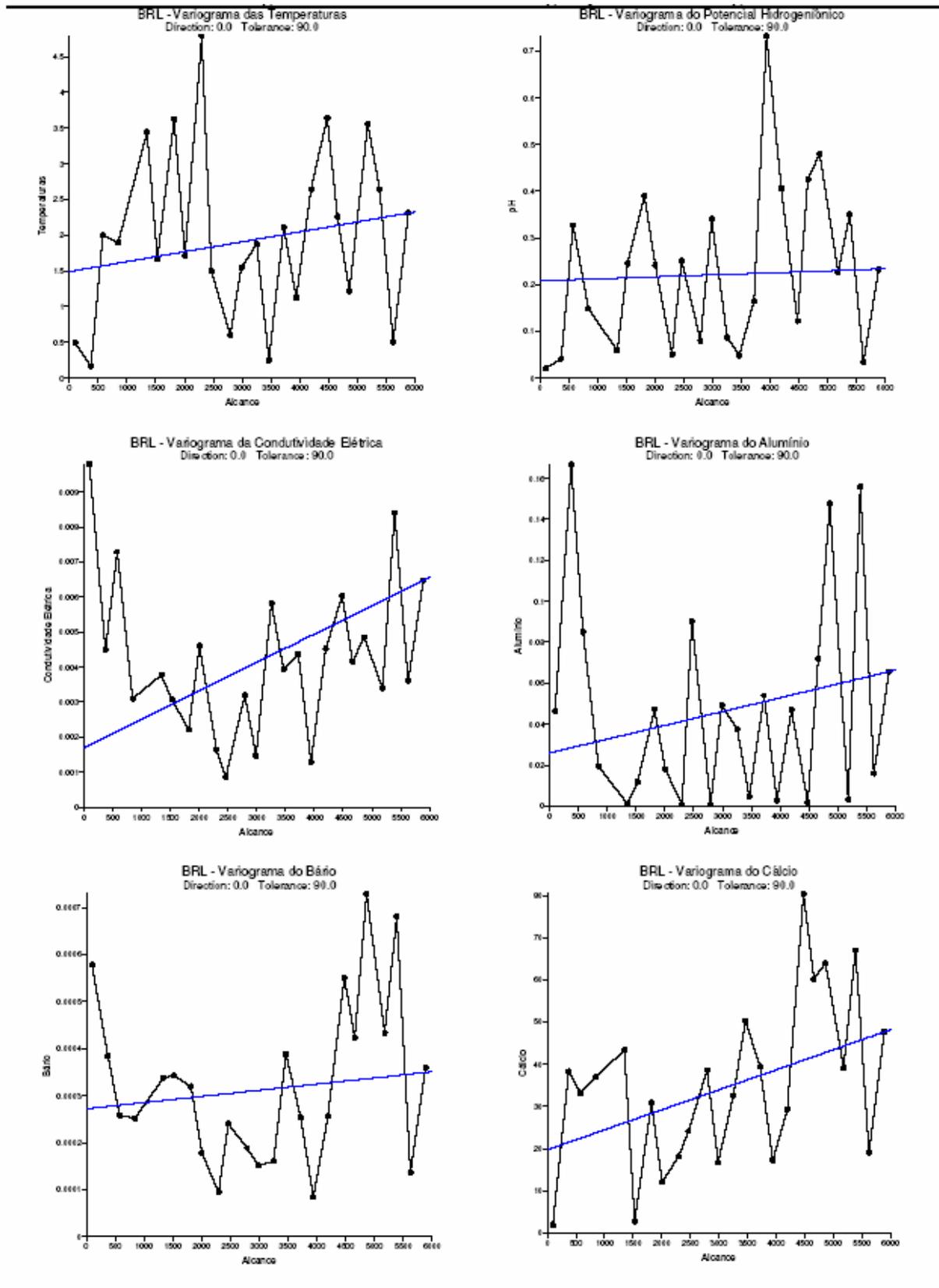
**Tabela 11** – Variáveis hidrogeoquímicas identificadas nas águas da BRL

| Identif. | Coordenadas |         |     | Físico-químico |     |            | Hidrogeoquímicos     |                     |                                    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                                   |                       |                       |
|----------|-------------|---------|-----|----------------|-----|------------|----------------------|---------------------|------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------|
|          | X           | Y       | Z   | Temp (°C)      | pH  | CE (µS/cm) | Na <sup>+</sup> mg/L | K <sup>+</sup> mg/L | SiO <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/L | Mg <sup>2+</sup> mg/L | Ca <sup>2+</sup> mg/L | Sr <sup>2+</sup> mg/L | Mn <sup>2+</sup> mg/L | Fe <sup>3+</sup> mg/L | Zn <sup>2+</sup> mg/L | PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> mg/L | Al <sup>3+</sup> mg/L | Ba <sup>2+</sup> mg/L |
| PR-01    | 476997      | 7426039 | 551 | 22             | 6,5 | 0          | 1,3                  | 0,4                 | 8,72                               | 1,29                  | 2,69                  | 0,031                 | ND                    | ND                    | ND                    | ND                                | ND                    | 0,015                 |
| PR-02    | 478900      | 7426103 | 531 | 22             | 8,2 | 0,02       | 2,8                  | 0,7                 | 7,94                               | 4,38                  | 11,26                 | 0,05                  | 0,11                  | 0,25                  | 0,005                 | ND                                | 0,035                 | 0,037                 |
| PR-03    | 479409      | 7426526 | 507 | 23             | 7,7 | 0          | 1,4                  | 0,4                 | 9,16                               | 1,08                  | 2,19                  | 0,012                 | 0,008                 | 0,31                  | 0,005                 | ND                                | 0,48                  | 0,014                 |
| PR-04    | 480274      | 7426407 | 500 | 20             | 7,7 | 0,03       | 2,9                  | 0,9                 | 11,07                              | 4,67                  | 10,94                 | 0,048                 | 0,016                 | 0,15                  | 0,01                  | ND                                | 0,045                 | 0,031                 |
| PR-05    | 481824      | 7425715 | 510 | 23             | 7,2 | 0,05       | 3,2                  | 1,2                 | 12,51                              | 5,21                  | 13,61                 | 0,061                 | 0,16                  | 0,041                 | 0,006                 | ND                                | ND                    | 0,056                 |
| PR-06    | 483142      | 7426245 | 478 | 20             | 7,2 | 0,04       | 3,4                  | 0,8                 | 11,35                              | 5,09                  | 12,52                 | 0,057                 | 0,08                  | 0,21                  | 0,006                 | ND                                | 0,035                 | 0,037                 |
| PR-07    | 483546      | 7426606 | 485 | 20             | 7,7 | 0,02       | 2,8                  | 0,9                 | 13,2                               | 4,39                  | 9,63                  | 0,044                 | 0,009                 | 0,035                 | ND                    | ND                                | 0,023                 | 0,041                 |
| PR-08    | 484092      | 7426374 | 473 | 20             | 7,3 | 0,04       | 3,5                  | 0,8                 | 11,69                              | 5,29                  | 12,76                 | 0,059                 | 0,14                  | 0,17                  | 0,007                 | ND                                | 0,039                 | 0,039                 |
| PR-09    | 484774      | 7426770 | 480 | 23             | 7,2 | 0,16       | 7,4                  | 1,7                 | 13,51                              | 9,78                  | 24,09                 | 0,11                  | 0,023                 | 0,077                 | 0,008                 | ND                                | 0,062                 | 0,072                 |
| PR-10    | 485438      | 7426284 | 483 | 24             | 7,7 | 0,05       | 4                    | 0,9                 | 11,43                              | 5,65                  | 13,99                 | 0,063                 | 0,091                 | 0,21                  | ND                    | ND                                | 0,088                 | 0,039                 |
| PR-11    | 485561      | 7426839 | 465 | 23             | 6,1 | 0,1        | 6                    | 0,9                 | 11,11                              | 7,23                  | 16,17                 | 0,079                 | ND                    | 0,011                 | 0,012                 | ND                                | ND                    | 0,065                 |
| PR-12    | 485932      | 7426309 | 449 | 20             | 7,7 | 0,05       | 4                    | 0,8                 | 11,33                              | 5,72                  | 13,93                 | 0,064                 | 0,09                  | 0,27                  | 0,005                 | ND                                | 0,085                 | 0,038                 |
| PR-13    | 482643      | 7424561 | 504 | 24             | 7,4 | 0,09       | 7                    | 2,1                 | 13,05                              | 6,27                  | 16,03                 | 0,065                 | 0,012                 | 0,098                 | 0,009                 | 0,23                              | 0,052                 | 0,049                 |
| PR-14    | 485878      | 7425025 | 456 | 21             | 7,8 | 0,15       | 12,5                 | 2,5                 | 11,63                              | 6,55                  | 25,03                 | 0,09                  | 0,049                 | 0,14                  | 0,007                 | 0,12                              | 0,076                 | 0,06                  |
| PR-15    | 488395      | 7426258 | 466 | 23             | 8,3 | 0,05       | 4,1                  | 0,9                 | 11,5                               | 5,56                  | 13,9                  | 0,063                 | 0,056                 | 0,26                  | ND                    | ND                                | 0,1                   | 0,037                 |
| PR-16    | 489091      | 7424444 | 434 | 24             | 7,9 | 0,24       | 26,2                 | 4,9                 | 11,32                              | 5,55                  | 18,14                 | 0,071                 | 0,052                 | 0,61                  | 0,007                 | 1,32                              | 0,39                  | 0,031                 |
| PR-17    | 485073      | 7422220 | 493 | 24             | 7,8 | 0,18       | 8,9                  | 4                   | 9,15                               | 12,59                 | 26,44                 | 0,14                  | 0,1                   | 0,092                 | ND                    | ND                                | 0,009                 | 0,074                 |
| PR-18    | 487738      | 7423656 | 453 | 24             | 8,1 | 0,12       | 9,1                  | 2,1                 | 8,98                               | 8                     | 18,41                 | 0,09                  | 0,024                 | 0,24                  | ND                    | ND                                | 0,13                  | 0,068                 |
| PR-19    | 489038      | 7424362 | 436 | 23             | 8,1 | 0,1        | 9,7                  | 1,8                 | 8,8                                | 6,92                  | 16,26                 | 0,079                 | 0,038                 | 0,32                  | ND                    | ND                                | 0,085                 | 0,065                 |
| PR-20    | 489127      | 7423961 | 467 | 22             | 7,8 | 0          | 1,9                  | 0,2                 | 10,89                              | 1,85                  | 3,77                  | 0,019                 | 0,02                  | 0,16                  | ND                    | ND                                | 0,019                 | 0,017                 |
| PR-21    | 489581      | 7424070 | 447 | 22             | 8,2 | 0          | 3,3                  | 0,7                 | 15,02                              | 2,36                  | 5,4                   | 0,025                 | 0,11                  | 1,28                  | 0,006                 | ND                                | 0,99                  | 0,017                 |
| PR-22    | 491999      | 7425879 | 397 | 23             | 8,2 | 0,01       | 3,2                  | 0,4                 | 9,71                               | 3,29                  | 8,3                   | 0,038                 | 0,022                 | 0,11                  | ND                    | ND                                | 0,019                 | 0,033                 |
| PR-23    | 492201      | 7426018 | 386 | 23             | 8,2 | 0,14       | 19,4                 | 3,2                 | 10,98                              | 5,5                   | 16,73                 | 0,067                 | 0,032                 | 0,47                  | ND                    | 0,71                              | 0,25                  | 0,032                 |
| PR-24    | 494007      | 7427068 | 415 | 23             | 8,1 | 0,06       | 9,4                  | 0,7                 | 9,2                                | 4,9                   | 10,57                 | 0,053                 | 0,005                 | 0,03                  | 0,006                 | ND                                | 0,01                  | 0,052                 |
| PR-25    | 493225      | 7428897 | 344 | 22             | 8   | 0,17       | 22,4                 | 3,7                 | 11,19                              | 5,59                  | 17,48                 | 0,069                 | 0,019                 | 0,5                   | 0,005                 | 0,97                              | 0,34                  | 0,034                 |

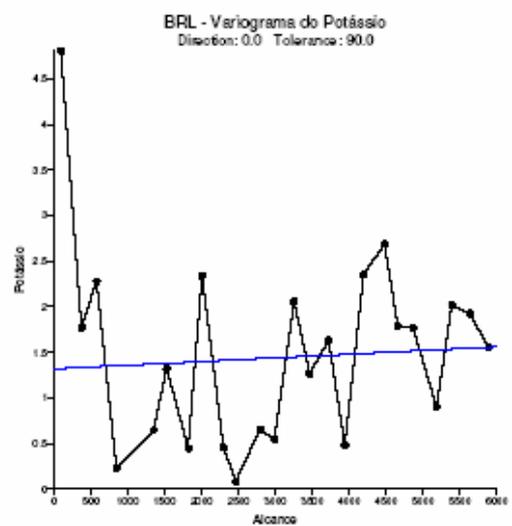
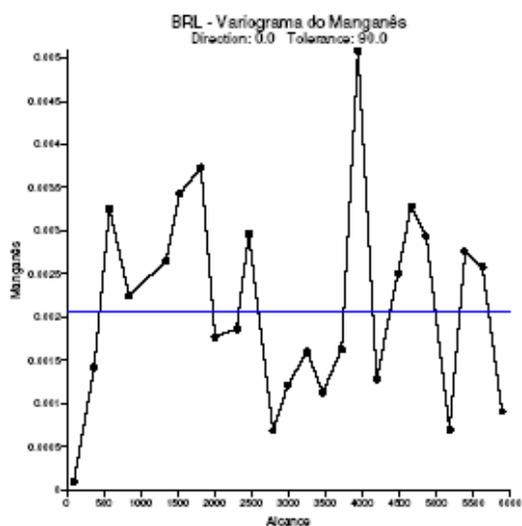
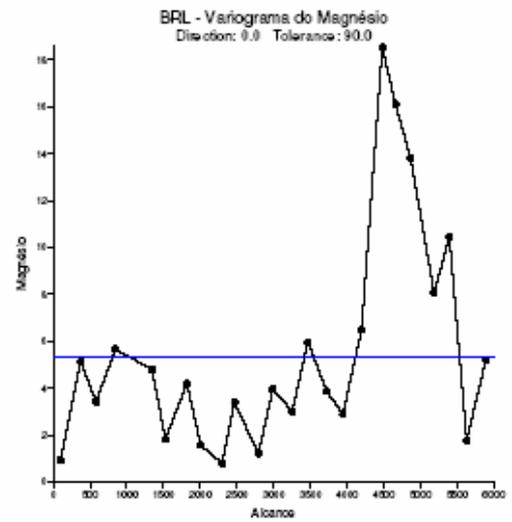
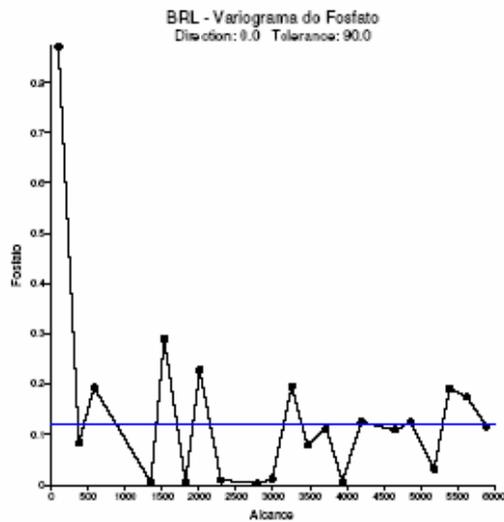
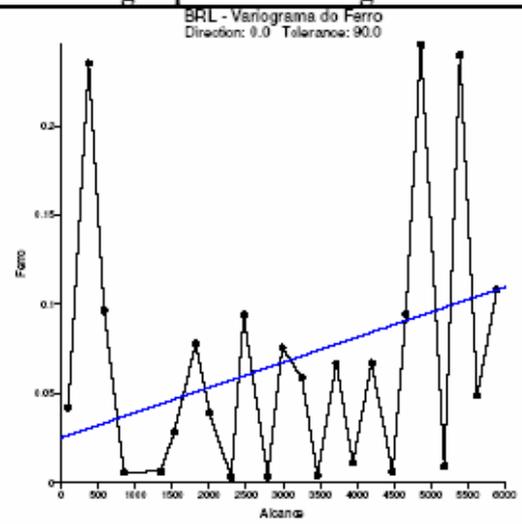
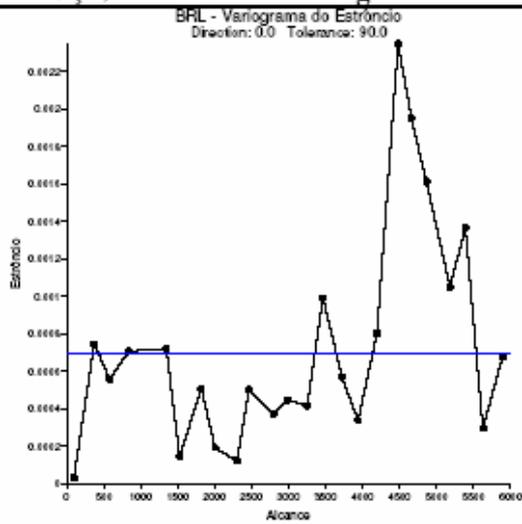
Elementos com Valores Abaixo do Limite de Detecção do método analítico foram substituídos pelas letras ND – Não Detectado.

[Ni <0,005] [Fe <0,005] [Mn <0,005] [Zn <0,005] [Pb <0,01] [Cd <0,002] [P <0,10] [Cr <0,005] [Al <0,01] [Co <0,005] [Cu <0,005]

Tabela 12 – Variogramas das Variáveis hidrogeoquímicas das águas da BRL



(continuação) Tabela 12 – Variogramas das Variáveis hidroquímicas das águas da BRL.



(continuação) Tabela 12 – Variogramas das Variáveis hidrogeoquímicas das águas da BRL.

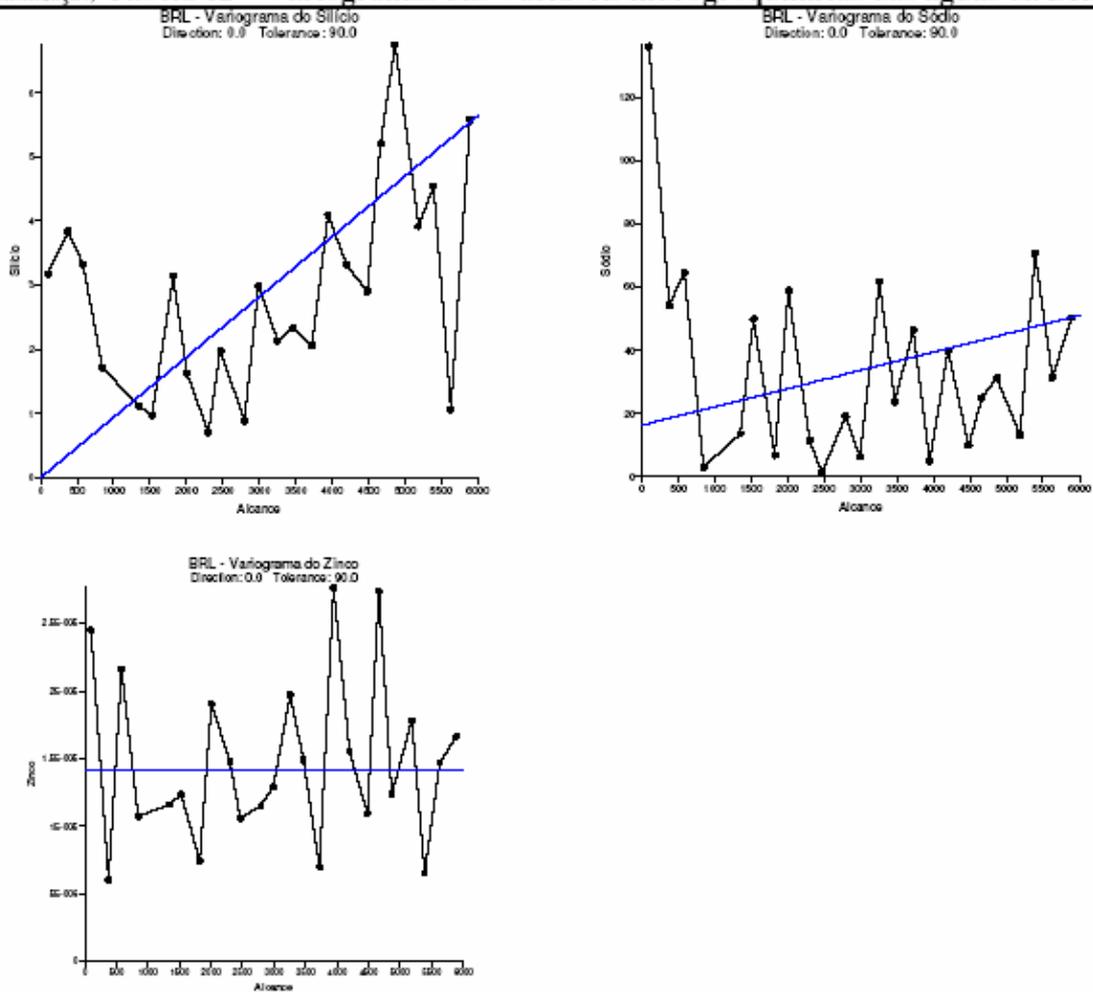


Tabela 13 – Matriz de Correlações das Variáveis hidrogeoquímicas analisadas nas águas da BRL.

| Tabela 13 – Matriz de Correlações das Variáveis hidrogeoquímicas analisadas nas águas da BRL. |             |              |             |                 |                |                               |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                               |                  |                  |
|---|-------------|--------------|-------------|-----------------|----------------|-------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------------------|------------------|------------------|
|   | Temp        | pH           | CE          | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | SiO <sub>4</sub> <sup>+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | Ca <sup>2+</sup> | Sr <sup>2+</sup> | Mn <sup>2+</sup> | Fe <sup>3+</sup> | Zn <sup>2+</sup> | PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> | Al <sup>3+</sup> | Ba <sup>2+</sup> |
| Temp  | 1,00        |              |             |                 |                |                               |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                               |                  |                  |
| pH  | --          | 1,00         |             |                 |                |                               |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                               |                  |                  |
| CE  | <b>0,41</b> | --           | 1,00        |                 |                |                               |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                               |                  |                  |
| Na <sup>+</sup>   | --          | --           | <b>0,86</b> | 1,00            |                |                               |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                               |                  |                  |
| K <sup>+</sup>  | --          | --           | <b>0,93</b> | <b>0,89</b>     | 1,00           |                               |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                               |                  |                  |
| SiO <sub>4</sub> <sup>+</sup>   | --          | --           | --          | --              | --             | 1,00                          |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                               |                  |                  |
| Mg <sup>2+</sup>  | --          | --           | <b>0,72</b> | --              | --             | --                            | 1,00             |                  |                  |                  |                  |                  |                               |                  |                  |
| Ca <sup>2+</sup>  | --          | --           | <b>0,85</b> | <b>0,55</b>     | --             | --                            | <b>0,92</b>      | 1,00             |                  |                  |                  |                  |                               |                  |                  |
| Sr <sup>2+</sup>  | --          | --           | <b>0,78</b> | <b>0,42</b>     | --             | --                            | <b>0,98</b>      | <b>0,95</b>      | 1,00             |                  |                  |                  |                               |                  |                  |
| Mn <sup>2+</sup>  | --          | --           | --          | --              | --             | --                            | --               | --               | --               | 1,00             |                  |                  |                               |                  |                  |
| Fe <sup>3+</sup>  | --          | <b>0,46</b>  | --          | --              | --             | --                            | --               | --               | --               | --               | 1,00             |                  |                               |                  |                  |
| Zn <sup>2+</sup>  | --          | <b>-0,44</b> | --          | --              | --             | --                            | --               | --               | --               | --               | --               | 1,00             |                               |                  |                  |
| PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>   | --          | --           | <b>0,67</b> | <b>0,91</b>     | <b>0,78</b>    | --                            | --               | --               | --               | --               | --               | --               | 1,00                          |                  |                  |
| Al <sup>3+</sup>  | --          | --           | --          | --              | --             | --                            | --               | --               | --               | --               | <b>0,93</b>      | --               | --                            | 1,00             |                  |
| Ba <sup>2+</sup>  | --          | --           | <b>0,55</b> | --              | --             | --                            | <b>0,88</b>      | <b>0,81</b>      | <b>0,86</b>      | --               | <b>-0,40</b>     | --               | --                            | <b>-0,44</b>     | 1,00             |

Apenas as correlações com significância  $p < 0,05$ .

-- Valores abaixo do nível de significância.

Valores positivos são diretamente proporcionais.

Valores negativos são inversamente proporcionais.

Estudos realizados por Combs Jr (2005) na costa leste dos Estados Unidos da América demonstram que a baixa incidência de Cu e Co, possivelmente está ligada à ocorrência de solos ácidos, como os que existem em toda área da BRL, que se originaram das rochas eruptivas básicas: principalmente os basaltos (Conforme o item 5.3.1).

Com relação aos elementos físico-químicos analisados percebe-se que apresentam anomalias hidrogeoquímicas distribuídas por toda BRL.

O potencial Hidrogeniônico apresenta anomalias positivas em toda bacia com exceção dos pontos 01 (nascente, atividades agrícolas e industriais) e 11 (área urbana com presença de atividades rurais, nas prox. Dixie Toga), demonstrando correlação diretamente proporcional com o  $\text{Fe}^{3+}$  ( $r = 0,46$ ) e inversamente proporcional com o  $\text{Zn}^{2+}$  ( $r = -0,44$ ).

Em contrapartida, a Condutividade Elétrica apresenta-se negativa, com exceção dos pontos 09 (Lago Cabrina, prox. Hospital Z. Norte), 16 (atividades rurais nas prox. da BR 369), 17 (área intensa urbanização) e 23 (área urbanizada, conjunto habitacional). No entanto, a CE apresenta uma forte correlação com  $\text{Na}^+$  ( $r = 0,86$ ),  $\text{K}^+$  ( $r = 0,93$ ),  $\text{Mg}^{2+}$  ( $r = 0,72$ ),  $\text{Ca}^{2+}$  ( $r = 0,85$ ),  $\text{Sr}^{2+}$  ( $r = 0,78$ ),  $\text{PO}_4^{3-}$  ( $r = 0,67$ ),  $\text{Ba}^{2+}$  ( $r = 0,55$ ).

Quanto a Temperatura, alterna valores entre anomalias hidrogeoquímicas negativas e positivas até o ponto 15, e a partir deste somente positivas. Há significativa correlação ( $r = 0,41$ ) apenas com a Condutividade Elétrica.

Observando o padrão de Anomalias Hidrogeoquímicas Negativas percebe-se que elas estão distribuídas por todos os pontos de coleta da BRL com exceção do ponto 16, que não apresenta nenhuma. Destacando-se nos pontos 01, que não apresenta nenhuma anomalia positiva, porém, nenhum número muito acima das médias da bacia e 20 (atividades agrícolas e industriais, prox. BR 369) que apresenta somente uma anomalia positiva para o pH e os maiores valores anômalos.

Observa-se também que as anomalias hidrogeoquímicas negativas acontecem em maior quantidade na BRL até ponto 13 (área urbanizada, passa por favelas e indústrias), mas com menor grau de intensidade, a partir deste ponto há uma ruptura marcada pelos pontos 14 (prox. PQ industrial e EPESMEL), 15 (fundos conjuntos habitacionais), e 16 (atividades rurais nas prox. BR 369). Apresentando as maiores intensidades nos pontos 19 (fundos dos motéis, prox. BR 369), 20 (atividades agrícolas e industriais, prox. BR 369), 21 (BR 369, prox. CEASA) e 22 (área urbanizada de Ibiporã) quase que desaparecendo a partir do ponto 23 (área urbanizada Ibiporã).

Para o padrão de Anomalias Hidrogeoquímicas Positivas percebe-se que

estão distribuídas em toda bacia, contudo acometem com maior intensidade a BRL principalmente a partir do ponto 16, que não apresenta nenhuma anomalia negativa. Incluse, os pontos 16, 17 e 18 (atividades rurais e industriais, prox. BR 369) apresentam as anomalias com maior grau de intensidade e persistem até o ponto 25 (atividades rurais, em frete SAMAE, Cia saneamento de Ibiporã).

É possível identificar correlação entre o elemento químico  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  ( $r = 0,89$ ),  $\text{Na}^+$  e  $\text{Ca}^{2+}$  ( $r = 0,55$ ),  $\text{Na}^+$  e  $\text{Sr}^{2+}$  ( $r = 0,42$ ) e  $\text{Na}^+$  e  $\text{PO}_4^{3-}$  ( $r = 0,91$ ). O  $\text{K}^+$  apresentou correlação somente com o  $\text{PO}_4^{3-}$  ( $r = 0,78$ ). E o  $\text{SiO}_4^{4-}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  e  $\text{PO}_4^{3-}$  não apresentaram correlação com nenhum outro elemento químico. No entanto, o  $\text{Mg}^{2+}$  indicou uma forte correlação com  $\text{Ca}^{2+}$  ( $r = 0,92$ ),  $\text{Sr}^{2+}$  ( $r = 0,98$ ) e  $\text{Ba}^{2+}$  ( $r = 0,88$ ). Para o  $\text{Ca}^{2+}$  as correlações também se mostraram fortes com  $\text{Sr}^{2+}$  ( $r = 0,95$ ) e  $\text{Ba}^{2+}$  ( $r = 0,81$ ). O  $\text{Fe}^{3+}$  mostrou ter uma forte correlação diretamente proporcional com o  $\text{Al}^{3+}$  ( $r = 0,93$ ) e inversamente proporcional com o  $\text{Ba}^{2+}$  ( $r = -0,40$ ). E o  $\text{Ba}^{2+}$  apresentou correlação inversamente proporcional com o  $\text{Al}^{3+}$  ( $r = -0,44$ ).

### **7.3 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOS ELEMENTOS QUE INCLUEM OS METAIS PESADOS ANALISADOS NAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO LINDÓIA**

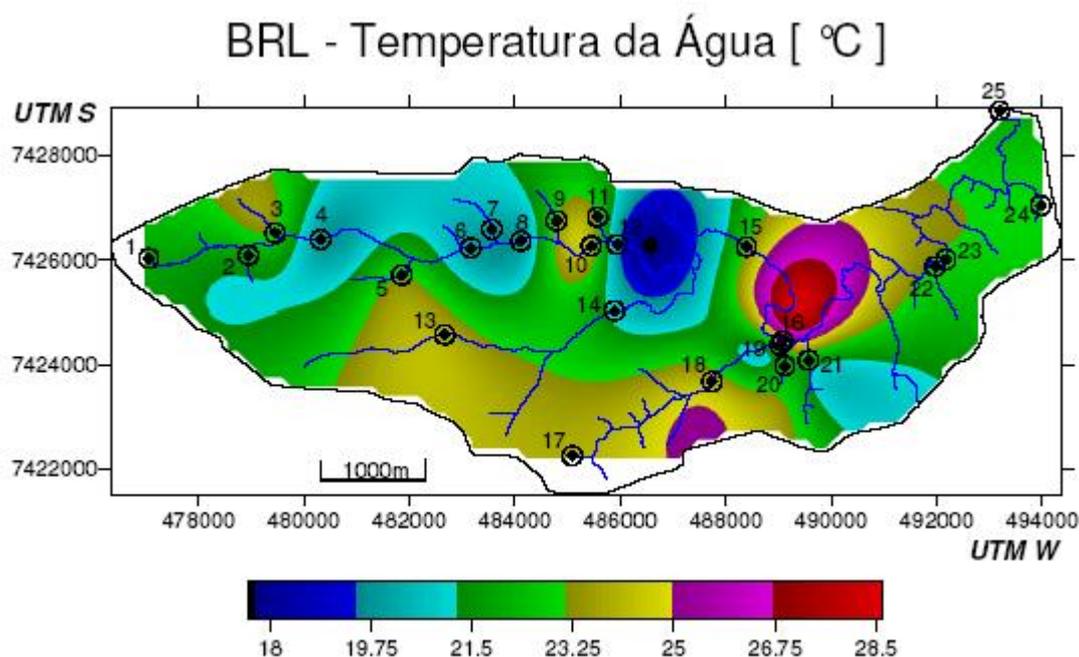
#### **TEMPERATURA [°C]**

As mudanças de temperatura da água estão relacionadas comumente ao lançamento de efluentes e a sua turbidez. Os lançamentos de efluentes e sólidos em suspensão causam impacto na vida aquática, devido à menor solubilidade de oxigênio em água quente e aumento do estímulo das atividades biológicas e matéria orgânica, resultando num maior consumo de oxigênio provocada pelo florescimento de fungos e plantas aquáticas (SEMA, 2003; SANTOS, 1997).

De acordo com as estatísticas da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia a média de temperatura ficou em 21,5°C, com a máxima atingindo 24°C e a mínima 20°C.

No entanto, as temperaturas dos pontos 03, 05, 09, 11, 13, 15, 17, 18, 22, 23, 24, 10 e 16 com destaque para os dois últimos [23 – 26°C] apresentam teores anormalmente altos, uma anomalia hidrogeoquímica positiva, ou seja, a maioria das temperaturas dos postos de coletas são maiores que os valores médios, enquanto que os

pontos 04, 06, 07, 08, 14 e 12, com destaque para o último [18°C] uma anomalia hidrogeoquímica negativa, com temperaturas anormalmente baixas, menores que a média da bacia (GOVETT 1983 in LICHT, 1998; BRANCO, 1959) [Figura 16].



**Figura 16** – Temperatura da água por Krigagem ordinária.

Acredita-se que entre os principais fatores responsáveis pelo aumento das temperaturas das águas de drenagem da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia ([10] área de grande adensamento populacional, com infra-estrutura precária e [16] área a jusante do Parque das Indústrias Leves, vide anexo 01), estejam a remoção da vegetação ribeirinha (PITT, 2002 in HOFFMAN et al, 2002) e lançamento de efluentes (esgotos) e pelo resfriamento ([12] área de chácaras, nas proximidades da indústria de embalagens Dixie Toga, vide anexo 01) o aumento do florescimento de plantas aquáticas e matéria orgânica na superfície da água além da turbidez (SEMA, 2003; SANTOS, 1997 ).

Além do que, estudos realizados com peixes em águas salgadas e não salgadas comprovaram que a temperatura da água pode influenciar em um aumento ou diminuição das concentrações de alguns metais pesados (ARHELGER et al, 1996 in PITT, 2002).

O Zinco, por exemplo tem sua toxicidade aumentada nas altas temperaturas e em grandes concentrações num curto período de tempo. No entanto, em águas frias as

baixas doses de zinco causaram maiores danos ao peixes (HODSON; SPRAGUE, 1975 in RATTNER; HEATH, 2002).

Para o Cádmio em altas temperaturas foi mais letal aos peixes do que em baixas temperaturas (HEALT, 1995; ROCH; MALY, 1979; EISLER, 1971 in RATTNER; HEATH, 2002).

Observou-se também que a dieta das trutas com alta ingestão de carboidratos a baixas temperaturas aumenta a toxicidade do Cobre (DIXON; HILTON, 1985 in RATTNER; HEATH, 2002).

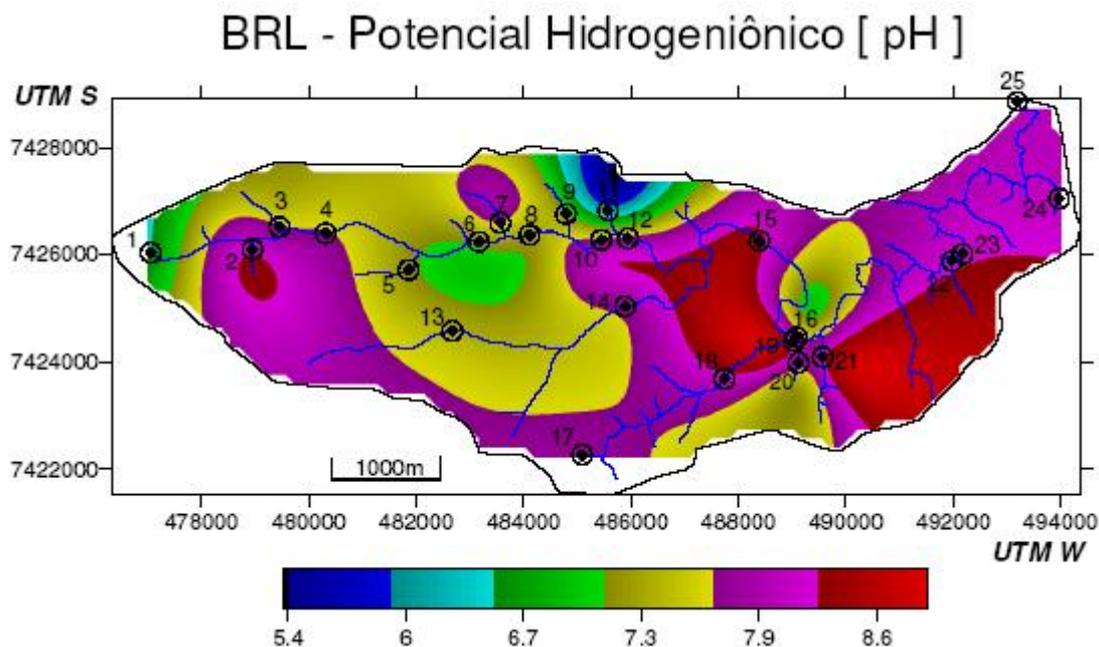
Enquanto os policlorinatos (PBC) têm aumentada sua taxa de acumulação nos peixes com altas temperaturas (SPIGARELLI et al, 1983 in RATTNER; HEATH, 2002) o DDT é mais tóxico em baixas temperaturas (COPE, 1965; ELSON, 1967 in RATTNER; HEATH, 2002).

Embora alguns compostos organoclorados sejam mais tóxicos a baixas temperaturas o oposto ocorre com os compostos organofosforados (COPE, 1965; JOHNSON; FINLEY, 1980; DUANGWAWASDI; KLAVERKAMP, 1979; HOWE et al, 1994 in RATTNER; HEATH, 2002) e os Piretróides demonstraram aumento da toxicidade com baixas temperaturas da água (MAUCK et al, 1976; KUMARAGURU; BEAMISH, 1981 in RATTNER; HEATH, 2002).

## **POTENCIAL HIDROGENIÔNICO [pH]**

O pH é a expressão numérica da acidez ou alcalinidade relativa de um sistema aquoso e refere-se à atividade do  $H^+$  e do  $OH^-$ . Desse conceito deriva uma escala de pH, que varia de 0 a 14, onde o ponto neutro é a condição de equilíbrio, que ocorre quando a atividade hidrogeniônica é igual à do íon hidroxila. Para soluções aquosas diluídas a 20°C e 1 atmosfera, isso significa um pH igual a 7. Valores de  $pH < 7$  representam condições ácidas, e  $pH > 7$ , alcalinas (LICHT, 1998).

As estatísticas da BRL para o pH apresentam valor médio de 7,3 com valor máximo de 8,3 e valor mínimo de 6,1. Assim, os pontos 01 e 11 com destaque para o último [6,0] apresentaram anomalias hidrogeoquímicas negativas, com valor anormalmente abaixo da média. Nos outros pontos 03, 04, 07, 10, 12, 14, 16, 17, 20, 22, 23, 24, 25, 02, 18, 19, 21 e 15 com destaque para os cinco últimos [7,9 – 8,6] as anomalias são positivas (GOVETT 1983 in LICHT, 1998 ; BRANCO, 1959) [Figura 17].



**Figura 17** – Potencial Hidrogeniônico da água por Krigagem ordinária.

De acordo com o valor médio de pH da BRL [7,3] teremos uma mobilidade moderada para os elementos Ca, Na, Mg, F, Zn, e possivelmente para o Sr. Para os elementos K, Ba, Mn, Si, P, Pb, Cu, Ni, Co, e possivelmente para o Cd a mobilidade será pequena e para o Fe e Al a mobilidade será muito pequena (ROSE et al, 1979 in LICHT, 1998).

As águas dos rios podem ter seu pH aumentado ou diminuído em função das cargas de elementos que recebem do processo de intemperização das rochas e outros efluentes de origem antrópica lançados nos cursos dos rios, pois a água adquire as características dos locais que percola. E a mobilidade dos elementos químicos será aumentada ou reduzida dependendo das variações do pH.

Portanto, os solos vão ter grande contribuição na alteração do pH dos rios. Os solos geralmente tem valores de pH que variam entre 4 a 8,5 devido a proteção do baixo nível de alumínio e das altas taxas de  $\text{CaCO}_3$  (carbonato de cálcio). O pH normal dos solos de regiões úmidas varia entre 5 a 7 e de 7 a 9 em solos de regiões áridas. O pH ótimo para áreas agrícolas é 6,5 e para solos gramados é 6,0. Em solos com mais de 20% de matéria orgânica o pH ótimo para áreas gramadas é 5,5. O pH pode ser relativamente fácil de ser elevado enganosamente com carbonato de cálcio ou hidróxido de cálcio (BRADY, 1984 in ALLOWAY, 2005).

Para os metais pesados há uma variação grande em alguns elementos

químicos. Por exemplo, no Zinco, no Cádmio e no Níquel são menos tóxicos em pH's baixos (BRADLEY; SPRAGUE, 1985; SHUBAUER-BERIGAN et al, 1993 in RATTNER; HEATH, 2002). O Cobre sofre maior influência do pH, mas o aumento de pH das águas tenderão a transformar os metais dissolvidos em sólidos (RATTNER; HEATH, 2002).

Aparentemente os íons do cálcio e do hidrogênio competem com o Cobre. Além de que o Cálcio e Magnésio reduzem a formação de complexos de Cobre. No entanto, o Cálcio tem sido uma proteção para os efeitos dos baixos pH's (PLAYLE et al, 1992 in RATTNER; HEATH, 2002).

Desta forma as anomalias negativas (pontos [01] área agrícola, indústria de fertilizantes e pool de combustíveis e [11] área de atividades agrícolas, de concentração populacional, próxima à empresa de embalagens, vide anexo 01), podem estar relacionadas com a alta concentração de cálcio nos solos (para correção da acidez natural, rochas eruptivas básicas) devido às atividades agrícolas desenvolvidas no seu entorno (vide anexo 01, descrição dos pontos de coleta).

Para as anomalias positivas ([02] área de atividades primárias, [18] fundo de vale com atividades agrícolas, [19] atividades rurais e motéis, [21] atividades agrícolas nas proximidades do CEASA e [15] fundos de conjuntos populacionais, vide anexo 01) possivelmente estão relacionadas com as atividades primárias como hortas, áreas agrícolas e criação de animais, também o lançamento de efluentes industriais e domésticos além do acúmulo de lixo no entorno, nas margens e águas.

## **CONDUTIVIDADE ELÉTRICA [ S/cm ]**

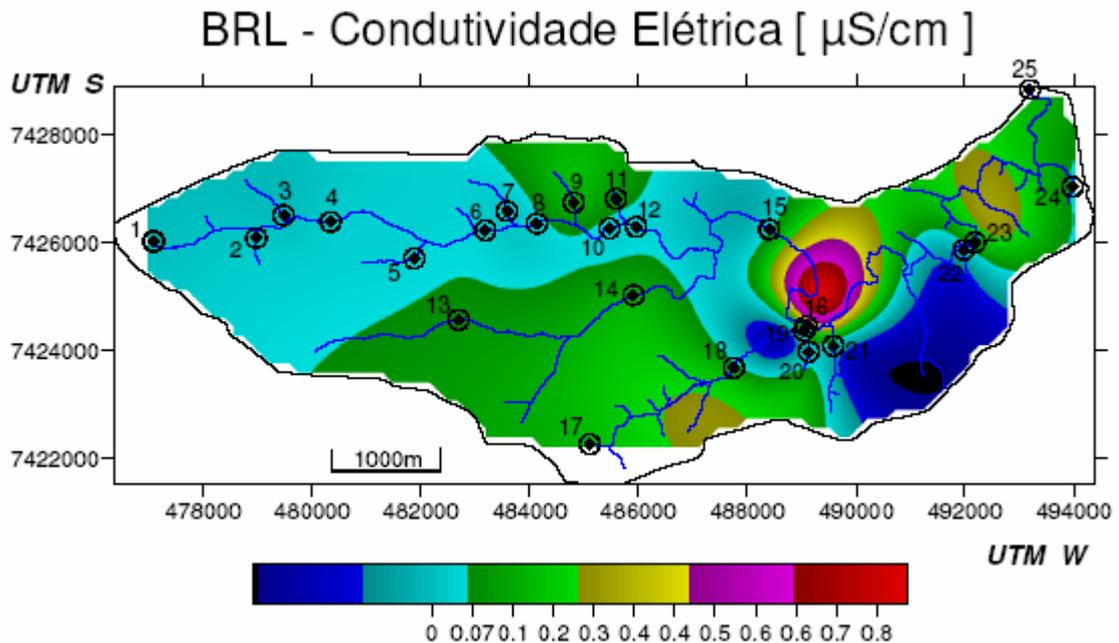
A condutividade elétrica depende da qualidade de sais dissolvidos na água e é aproximadamente proporcional à sua quantidade. Sua determinação permite obter uma estimativa rápida do conteúdo de sólidos de uma amostra (SEMA, 2003).

Portanto, a CE de um rio pode ser vista como um indicador da pureza, ou da carga solúvel das águas. E assim como acontece com o pH, a condutividade poderá variar com a temperatura do clima e das condições de fluxo do rio (BGS, 1991 in MINEROPAR, 2001).

As estatísticas da BRL para a Condutividade Elétrica apresentam valores médios de 0,07, valor máximo de 0,24 e valor mínimo de 0 (Zero).

Entretanto, nos pontos 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 10, 12, 15, 20, 21 e 22,

com destaque para os três últimos [-0,1 S/cm], apresentam-se anomalias hidrogeoquímicas negativas. E nos pontos 09, 17, 23 e 16, com destaque para o último [0,4 S/cm], anomalias hidrogeoquímicas positivas (GOVETT 1983 in LICHT, 1998; BRANCO, 1959). A Figura 18 mostra os valores de condutividade elétrica distribuídos pelos postos de coleta na BRL.



**Figura 18** – Condutividade Elétrica da água por Krigagem ordinária.

Portanto, acredita-se que as anomalias negativas dos pontos, especialmente ([20] atividades agrícolas e pastagem, [21] proximidades CEASA e [22] área conjunto habitacional com infra-estrutura precária, vide anexo 01) estejam relacionadas os altos valores de pH e grandes cargas de solutos e sedimentos na água provenientes dos efluentes lançados nas águas pelas atividades agrícolas e do CEASA. Enquanto as anomalias positivas, especialmente ([16] chácaras e atividades comerciais, vide anexo 01) credita-se aos efluentes advindos das atividades desenvolvidas nesta área.

### **Dureza da Água expressa pela relação $(\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2)$**

Para saber se a água é dura ou não aplica-se a fórmula, onde cada concentração é multiplicada pelo raio do peso do  $\text{CaCO}_3$  para o peso atômico do íon;

conseqüentemente, os fatores 2,5 e 4,1 são incluídos na relação de dureza (FREEZE; CHERRY, 1979 in RUBENOWITZ-LUNDIN; HISCOCK, 2005).

$$\text{ÁGUA DURA} = 2,5(\text{Ca}^{2+}) + 4,1(\text{Mg}^{2+})$$

A água é considerada  **muito dura**  quando o valor  **exceder 150 mg/L**  e considerada  **branda (Soft)**  quando o valor for  **menor que 60 mg/L**  (HEM, 1985 in RUBENOWITZ-LUNDIN; HISCOCK, 2005).

Na BRL os valores médios dos elementos ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ) aplicados na fórmula indicam que a água apresenta-se de pouco dura a dura [56,083 a 117,719] (CUSTÓDIO; LLAMAS, 1983 in SANTOS, 1997).

A dureza da água para fins domésticos não se constitui em um problema até atingir o nível de 100 mg/L. Dependendo do pH ou alcalinidade, a dureza próxima a 200 mg/L pode resultar em um ambiente de deposição, particularmente quando aquecida, aumentando o consumo de sabão. Águas brandas (Soft) com um grau de dureza menor que 100 mg/L tem baixa capacidade de proteção e pode ser corrosiva para os encanamentos de água resultando na presença de metais pesados como: Cd, Cu, Pb e Zn. Isto depende do pH, alcalinidade e concentrações de oxigênio dissolvido na água. No guia de saúde da WHO (2002) não foi proposto nenhum valor máximo de dureza porque os dados disponíveis que atestam que a água dura para consumo protege de doenças cerebrovasculares (DCV) foram insuficientes para concluir esta associação. No entanto, concentrações acima de 500 mg/L superam os limites de aceitabilidade estética (RUBENOWITZ-LUNDIN; HISCOCK, 2005).

Entretanto, a história de que a água dura protege de doenças cerebrovasculares que se iniciou com agricultores japoneses (KOBAYASHI, 1957 in RUBENOWITZ-LUNDIN; HISCOCK, 2005) não procede de acordo com estudos posteriores realizados por Schoroeder (1960 in RUBENOWITZ-LUNDIN; HISCOCK, 2005) em grandes cidades dos EUA, por Marier (1986 in RUBENOWITZ-LUNDIN; HISCOCK, 2005), pelo Nation Wide Survey do Canadá citado por Néri et al, (1975 in RUBENOWITZ-LUNDIN; HISCOCK, 2005) e em outras diferentes partes do mundo.

Para os metais foi constatado que são menos tóxicos em água dura com pH constante, que o efeito da água dura depende do metal, e que enquanto o Cádmio tem aumentada sua toxicidade, a do Chumbo não se altera (BROWN, 1968; DAVIES; GOETTL;

SINLEY; SMITH, 1976 in RATTNER; HEATH, 2002).

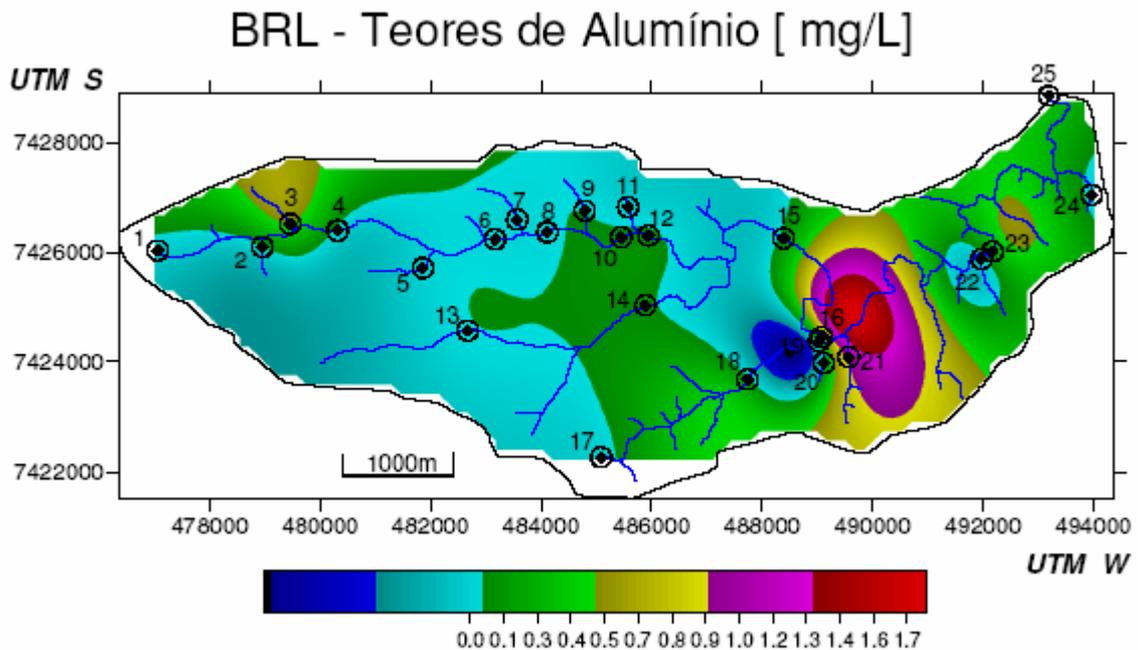
Também constatou-se que a toxicidade do Cobre, Zinco e Níquel é afetada moderadamente pela água dura (BROWN, 1968; MILLER; MACKAY, 1980; BRADLEY; SPRAGUE, 1985 in RATTNER & HEATH, 2002).

No que diz respeito aos estudos com peixes percebeu-se que a medida que a dureza da água aumenta, impede que o zinco seja captado pelo peixe (MACFARLANE; SEDWICK, 1989 in RATTNER; HEATH, 2002).

### **ALUMÍNIO [Al<sup>3+</sup>]**

Das 25 (vinte e cinco) amostras o Al<sup>3+</sup> apresentou nos pontos 01, 05 e 11 valores menores que o nível mínimo de detecção. Sendo que os níveis deste elemento na área de estudo encontram-se em concentrações médias de 0,13 mg/L, com máxima de 0,99 mg/L, e mínima de 0,10 mg/L enquanto o desvio padrão é de 0,21 mg/L. Portanto, o grau de dispersão dos valores de Al<sup>3+</sup> em relação a média da área de estudo está praticamente dentro dos níveis máximos [0,2 mg/L] tolerados pela legislação (CONAMA, 2005; ATSDR, 1999).

Entretanto, constatou-se que nos pontos 01, 02, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 11, 13, 17, 18, 22, 24, 19 e 20, com destaque para os dois últimos [-0,15 mg/L] há anomalias hidrogeoquímicas negativas. Nos pontos 03, 16 e 21, com destaque para o último [1,2 mg/L], anomalias positivas (GOVETT 1983 in LICHT, 1998 ; BRANCO, 1959) [Figura, 19].



**Figura 19** – Teores de Alumínio por Krigagem ordinária

Acredita-se que as anomalias negativas, especialmente nos pontos ([19] área de atividades rurais e [20] área com atividades rurais e de pastagem, vide anexo 01) estejam relacionadas com a calagem dos solos para correção de sua acidez, onde o calcário pode neutralizar os teores de alumínio trocável (EMBRAPA, 1999; LARACH et al, 1984).

E que as positivas, especialmente ponto ([21] atividades agrícolas e alguns barracões nas proximidades CEASA, vide anexo 01) estejam relacionadas com a muito pouca mobilidade do Al para o pH [8,6] deste ponto, aos aditivos de alimentos, conservantes, bactericidas e fungicidas utilizados pela indústria alimentícia (ATSDR, 2005).

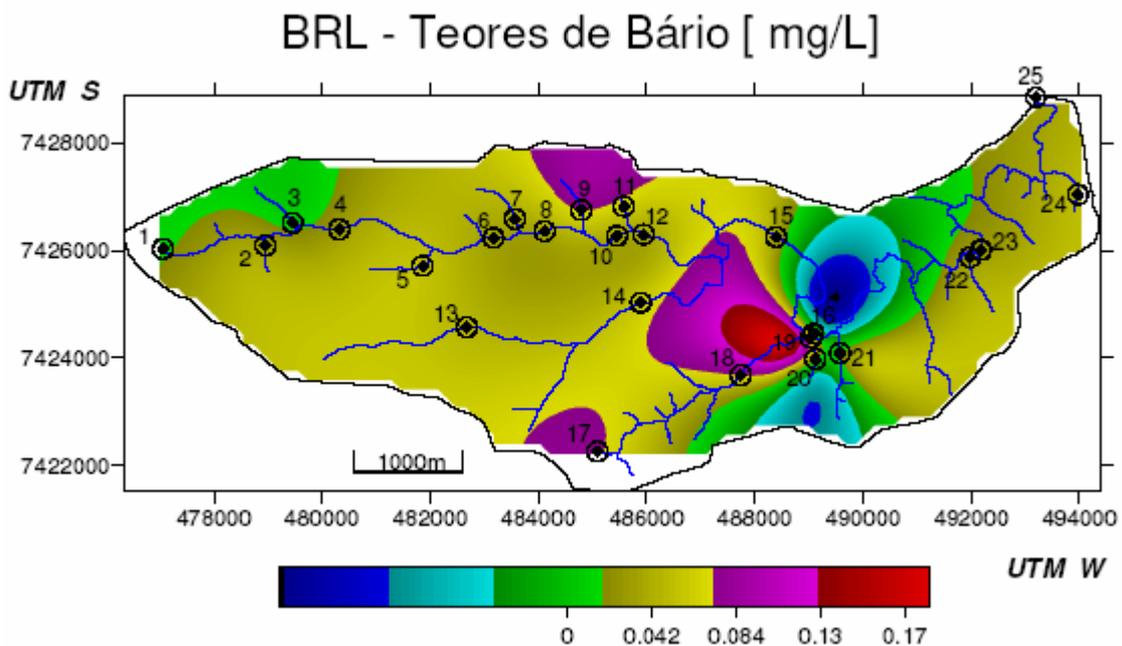
Os benefícios a saúde se darão quando absorvidos pelo organismo em nível de ultratraços (FIGUEIREDO, 2000).

E os malefícios a saúde humana provocados por toxicidade (excesso) pode reduzir assimilação de fosfato e flúor, provocar a osteomalcia e prejudicar a função renal, além de provocar câncer e deficiências congênitas. Dos coagulantes ou floculantes mais utilizados no tratamento da água são os sais de alumínio o que tem provocado um aumento expressivo nos teores de alumínio nas águas (FUGE, 2005) e que foi detectado nas células cerebrais de pacientes com mal de Alzheimer [ainda não está claro se o alumínio provoca Alzheimer ou o Alzheimer tem a capacidade de acumular alumínio] (OMS, 1998; SCARPELLI, 2003; ATSDR, 2005).

## BÁRIO [Ba<sup>2+</sup>]

Os níveis do elemento químico Ba<sup>2+</sup> nos 25 (vinte e cinco) pontos amostrados encontra-se em concentrações médias de 0,042 mg/L, com máxima de 0,074 mg/L e mínima 0,014 mg/L, sendo o desvio padrão 0,017 mg/L. Portanto, o grau de dispersão dos valores do Ba<sup>2+</sup> em relação a média da área de estudo está abaixo dos níveis máximos [0,7 - 2,0 mg/L] tolerados pela legislação (CONAMA, 2005; ATSDR, 2005).

Contudo, nos pontos 09, 11, 16, 17 e 19, com destaque para o último [0,1 mg/L] constata-se anomalias hidrogeoquímicas positivas. E nos pontos 01, 03, 20 e 21, com destaque para os dois últimos [-0,018 mg/L], anomalias hidrogeoquímicas negativas (GOVETT 1983 in LICHT, 1998 ; BRANCO, 1959) [Figura 20].



**Figura 20** – Teores de Bário por Krigagem ordinária.

Acredita-se que as anomalias positivas nos pontos ([09] conjuntos habitacionais e Hospital Z. Norte, [11] conjuntos habitacionais e Dixie Toga, [16] juzante PQ industrial, [17] proximidades empresa de óleos vegetais e [19] proximidades da BR 369 com presença de postos de gasolina, vide anexo 01) sejam decorrência dos despejos das instalações que se encontram nas proximidades dos pontos, pois estes utilizam nas suas atividades industriais e comerciais, entre outros elementos: tintas, contrastes para diagnósticos em raio x

elimitado pelo trato digestivo, vidraria, tijolos, azulejos, cerâmica, aditivo para óleos e combustíveis, borracha, fogos de artifício, açúcar refinado, óleo animal e vegetal refinado, veneno para ratos (WINTER, 1998 in MINEROPAR, 2001; ATSDR, 2005).

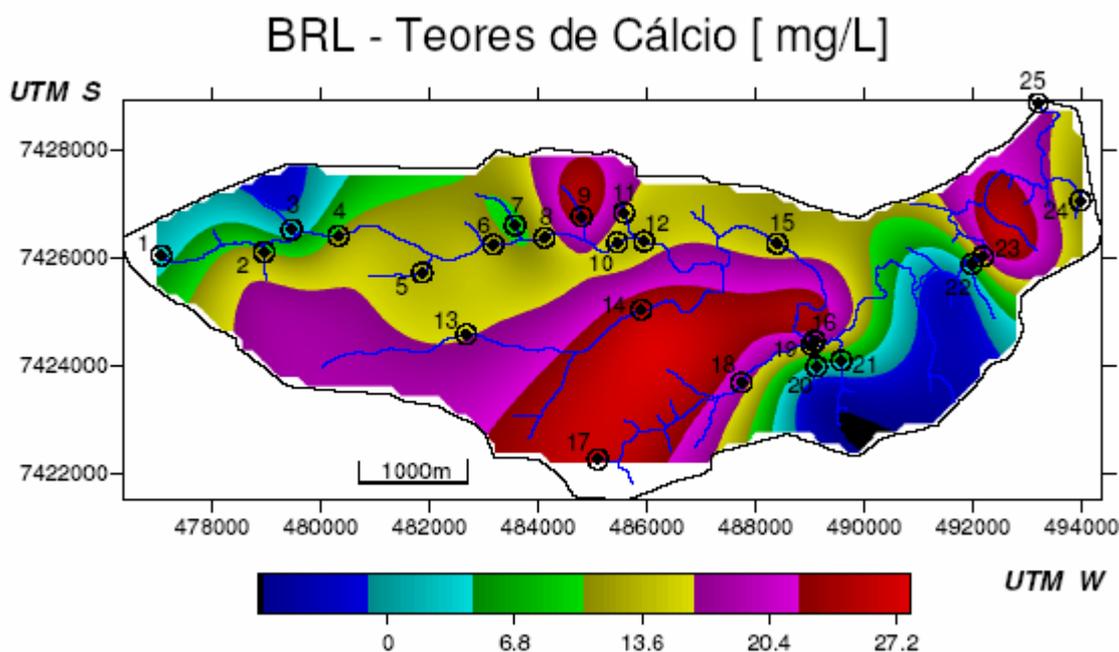
E as negativas, (01, 03, 20 e 21, os pontos têm em comum as atividades agrícolas e pecuária, vide anexo 01), possivelmente reage com o cálcio, por ser um elemento quimicamente parecido, além de ser altamente reativo a água (WIKIPÉDIA, 2005).

Sobre os benefícios a saúde não há registros (ATSDR, 2005). No entanto, os malefícios a saúde humana pela alta toxicidade provocam alteração da pressão sanguínea, câimbra, dificuldades respiratórias, diarreia, enfraquecimento muscular, entorpecimento ao redor da face, inchaço, irritação dos intestinos, danos nos rins, perda de peso (ATSDR, 2005).

### **CÁLCIO [Ca<sup>2+</sup>]**

Os níveis do Ca<sup>2+</sup> nos 25 (vinte e cinco) pontos amostrados encontra-se em concentrações médias de 13,61 mg/L, com máxima de 26,44 mg/L e mínima 2,19 mg/L, sendo o desvio padrão de 6,37 mg/L. Portanto, o grau de dispersão dos valores deste elemento em relação a média da área de estudo está abaixo dos níveis máximos [80 - 100 mg/L] tolerados pela legislação (SRC, 2006).

Todavia, observa-se que nos pontos 01, 07, 20, 21, 22 e 03, com destaque para o último [1,84 mg/L] existem anomalias hidrogeoquímicas negativas. E nos pontos 11, 16, 19, 18, 23, 25, 09, 14 e 17, com destaque para os três últimos pontos [25,36 mg/L] anomalias hidrogeoquímicas positivas (GOVETT 1983 in LICHT, 1998 ; BRANCO, 1959) [Figura 21].



**Figura 21** – Teores de Cálcio por Krigagem ordinária.

Pode-se deduzir que os baixos teores de  $\text{Ca}^{2+}$  nos pontos (01, 07, 20, 21, 22 e 03) todas áreas com predominância de atividades agrícolas e criação de animais, vide anexo 01) ocorrem em função dos solos ácidos e possivelmente da presença do fósforo liberado pelo uso de fertilizantes para atividades agrícolas.

Para os altos teores de  $\text{Ca}^{2+}$ , especialmente nos pontos ([09] lago Cabrinha nas proximidades do Hospital Z.Norte, [14] a jusante da estação de tratamento da SANEPAR, proximidades do PQ. Industrial e EPESMEL e [17] av: 10 Dezembro e Rodoviária, vide anexo 01) possivelmente estão relacionados com a utilização deste elemento como redutor de processos industriais de obtenção de metais, desulfurizante e decarbonizante de ligas ferrosas e não ferrosas, na construção civil e no tratamento de água (WINTER, 1998 in MINEROPAR, 2001).

Estudos realizados por Alloway (2005) indicaram que solos com altos teores de cálcio e alto pH frequentemente apresentam baixas concentrações de elementos traços como o Zn e Cu e agudas deficiências de outros elementos traços que ocorrem em áreas agrícolas.

Também que a hipocalcemia (falta de cálcio) é a chave do mecanismo de toxicidade do cádmio (HEALT, 1995; ROCH; MALY, 1979; EISLER, 1971 in RATTNER; HEATH, 2002). Além do que altos teores de cálcio provocam baixos teores de zinco e cobre

(FUGE, 2005).

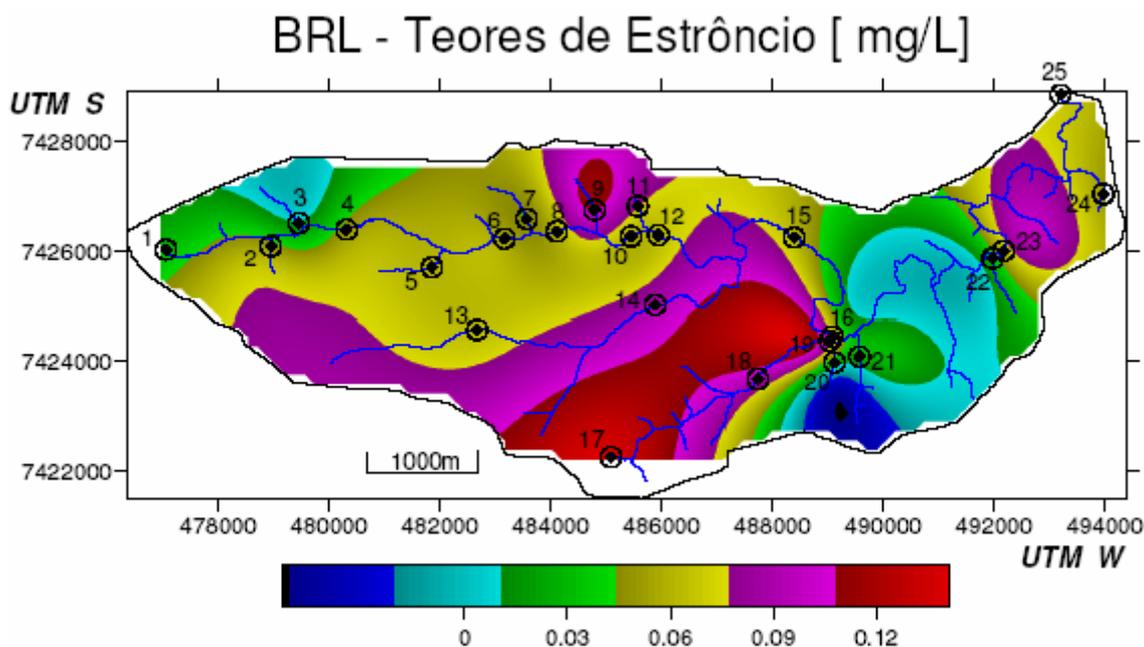
Portanto, os benefícios a saúde ocorrerão por ser essencial à vida animal e vegetal. O corpo humano possui mais que 1 kg de cálcio, 99% no esqueleto. Desempenha importante papel na coagulação sanguínea, nas paredes celulares, fluidos do corpo e ossos (FIGUEIREDO, 2000; KOLJONEN et al, 1992; WINTER, 1998 in MINEROPAR, 2001; COMBS JR, 2005).

Enquanto, que os malefícios a saúde humana serão provocados pela deficiência ou toxicidade. Sua carência, no corpo humano, provoca raquitismo e osteoporose. Seu excesso pode provocar dores musculares, fraqueza, desidratação enjôo, pedra nos rins e insuficiência renal, hipercalcemia e prejuízo na captação de ferro, zinco, magnésio e fósforo (SANTOS, 1997; SCARPELLI, 2003; COMBS JR, 2005).

### **ESTRÔNCIO [Sr<sup>2+</sup>]**

Os níveis do Sr<sup>2+</sup> na área de estudo encontra-se em concentrações médias de 0,06 mg/L, com máxima de 0,14 mg/L e mínima 0,012 mg/L, sendo o desvio padrão de 0,027 mg/L. Portanto, o grau de dispersão dos valores do Sr<sup>2+</sup> em relação a média da área de estudo está abaixo dos níveis máximos [4 mg/L] tolerados pela legislação (ATSDR, 2004).

No entanto, nos pontos 01, 21, 22, 03 e 20, com destaque para os dois últimos [0,024 a -0,013 mg/L ] observa-se que existem anomalias hidrogeoquímicas negativas. E nos pontos 11, 14, 16, 18, 19, 09 e 17, com destaque para os dois últimos [0,098 – 0,135 mg/L] apresentam-se anomalias hidrogeoquímicas positivas (GOVETT 1983 in LICHT, 1998 ; BRANCO, 1959) [Figura 22].



**Figura 22** – Teores de Estrôncio por Krigagem ordinária.

Acredita-se que os baixos teores de estrôncio nos pontos (01, 21, 22, 03 e 20 área com predominância de atividades agrícolas, vide anexo 01) estejam relacionados as atividades agrícolas, ao Ca e P.

Os altos teores de estrôncio nos pontos ([11] proximidades indústria Dixie Toga, fábrica de embalagens, [14] proximidades PQ industrial, [16] proximidades BR 369, [18] proximidades BR 369, [19] proximidades BR 369, [09] proximidades Hospital Zona Norte e [17] proximidades av 10 Dezembro, várias empresas que trabalham com lâmpadas e pinturas de baners, vide anexo 01) possivelmente estão relacionados com atividades que se utilizam de produtos para fabricação de cerâmicas, produtos de vidro, pigmentos para pintura, lâmpadas fluorescentes, medicamentos, produtos de pirotecnia, vidro para tubos de imagem de televisão a cores e materiais ópticos (WIKIPÉDIA, 2005; WINTER, 1998 in MINEROPAR, 2001).

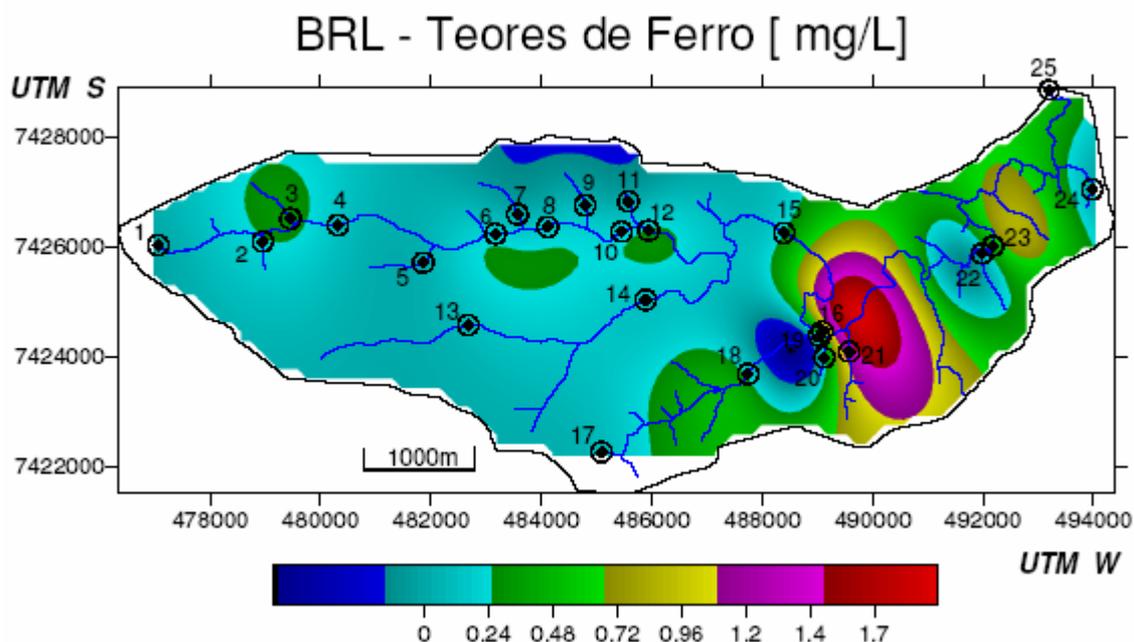
Não há relatos de benefícios a saúde para este elemento não essencial sem papel biológico (WINTER, 1998 in MINEROPAR, 2001).

Os malefícios a saúde humana provocados pela toxicidade serão no sentido de que este pode substituir o cálcio nos ossos, pois o organismo humano não é capaz de identificá-lo com precisão e é tóxico na sua forma artificial. Pode ser cancerígeno nas exposições prolongadas (WINTER, 1998 in MINEROPAR, 2001).

## FERRO [Fe<sup>3+</sup>]

Os níveis do Fe<sup>3+</sup> nos 25 (vinte e cinco) pontos amostrados para este elemento apresentou valores menores que o limite de detecção no ponto 01. Este elemento encontra-se na área de estudo em concentrações médias de 0,24 mg/L, com máxima de 1,28 mg/L e mínima de 0,011 mg/L, sendo o desvio padrão de 0,26 mg/L. Portanto, o grau de dispersão dos valores do Fe<sup>3+</sup> em relação a média da área de estudo estão abaixo dos níveis máximos [5,0 mg/L] tolerados pela legislação (CONAMA, 2005).

Mesmo assim, constata-se que nos pontos 01, 05, 09, 13, 22, 24, 07 e 11, com destaque para os dois últimos [-0,006 mg/L] anomalias hidrogeoquímicas negativas. E nos pontos 03, 12, 16, 19, 25 e 21, com destaque para o último [1,2 mg/L] anomalias hidrogeoquímicas positivas (GOVETT 1983 in LICHT, 1998 ; BRANCO, 1959) [Figura 23].



**Figura 23** – Teores de Ferro por Krigagem ordinária.

Acredita-se que os baixos teores de Fe<sup>3+</sup>, especialmente nos pontos (07 e 11, ambos com predominância de atividades agrícolas, vide anexo 01) tenham sua causa relacionados com estas atividades e altos teores de Ca, que restringem concentrações de elementos traços como o Zn e Cu e provocam agudas deficiências de outros elementos traços que ocorrem em áreas agrícolas (ALLOWAY, 2005).

Os altos teores de Fe<sup>3+</sup>, especialmente no ponto (21, próximo ao CEASA e

atividades industriais na BR 369, vide anexo 01.) possivelmente estão relacionados com a presença de metalúrgicas e indústrias que utilizam o ferro no processo industrial.

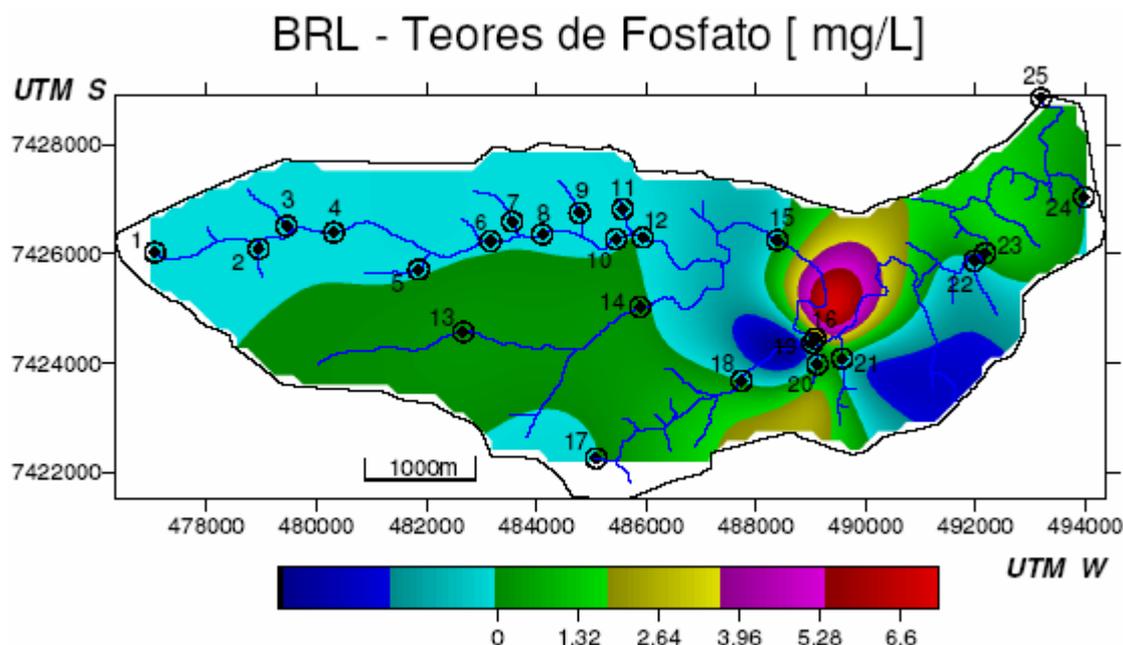
Os benefícios a saúde acontecerão quando absorvidos pelo organismo em nível de traços. Consiste em reações bioquímicas essenciais ao funcionamento do organismo humano. É parte da hemoglobina e complexos enzimáticos necessários a geração de energia e ao sistema imunológico (FIGUEIREDO, 2000).

E os malefícios a saúde humana serão provocados por deficiência ou toxicidade. Sua deficiência provoca anemia e prejudica absorção de outros metais, se concentra no fígado e baço. Seu excesso provoca anemia falciforme talassemia maior, disfunção da absorção intestinal, hemacromatose hereditária e o aparecimento de doenças cardíacas e diabetes (FIGUEIREDO, 2000; VAZ; LIMA, 2003).

### **FOSFATOS [PO<sup>3-</sup><sub>4</sub> ]**

Os níveis dos Fosfatos nos 25 (vinte e cinco) pontos amostrados para este elemento apresentou valores abaixo do limite de detecção nos pontos 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22 e 23. Na área de estudo encontra-se em concentrações médias de 0,13 mg/L, com máxima de 1,32 mg/L e mínima de 0,012 mg/L, sendo o desvio padrão de 0,34 mg/L. Portanto, o grau de dispersão dos valores dos fosfatos em relação a média da área de estudo está dentro dos níveis máximos [0,15 mg/L] tolerados pela legislação (CONAMA, 2005).

Entretanto, nos pontos 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 17, 18, 19, 20, e 22 [-1,08 mg/L], apresentam-se anomalias hidrogeoquímicas negativas. Nos pontos 21 e 16, com destaque para o último [2,55 mg/L], anomalias hidrogeoquímicas positivas (GOVETT 1983 in LICHT, 1998 ; BRANCO, 1959) [Figura 24].



**Figura 24** – Teores de Fosfato por Krigagem ordinária.

Acredita-se que os fatores responsáveis pelos baixos níveis de fosfato, especialmente nas proximidades do ponto ([19] chácaras nas proximidades BR 369 e [22] predominância de atividades agrícolas, vide anexo 01) possivelmente estão relacionados com atividades agrícolas (argisolos são deficientes em Fósforo, vide item 5.3.1).

E que os altos níveis de fósforo ([21] proximidades BR 369 com atividades industriais e CEASA e [16] proximidades BR 369 e Milênia, vide anexo 01) provavelmente relacionados aos produtos utilizados pelas empresas próximas a estas áreas que trabalham com produtos químicos, farmacêuticos, alimentícios, têxteis, de cerâmica, de produtos para ração animal e alimentação humana, fertilizantes, detergentes, pesticidas e outros produtos (TEIXEIRA, 2003; WIKIPÉDIA, 2005).

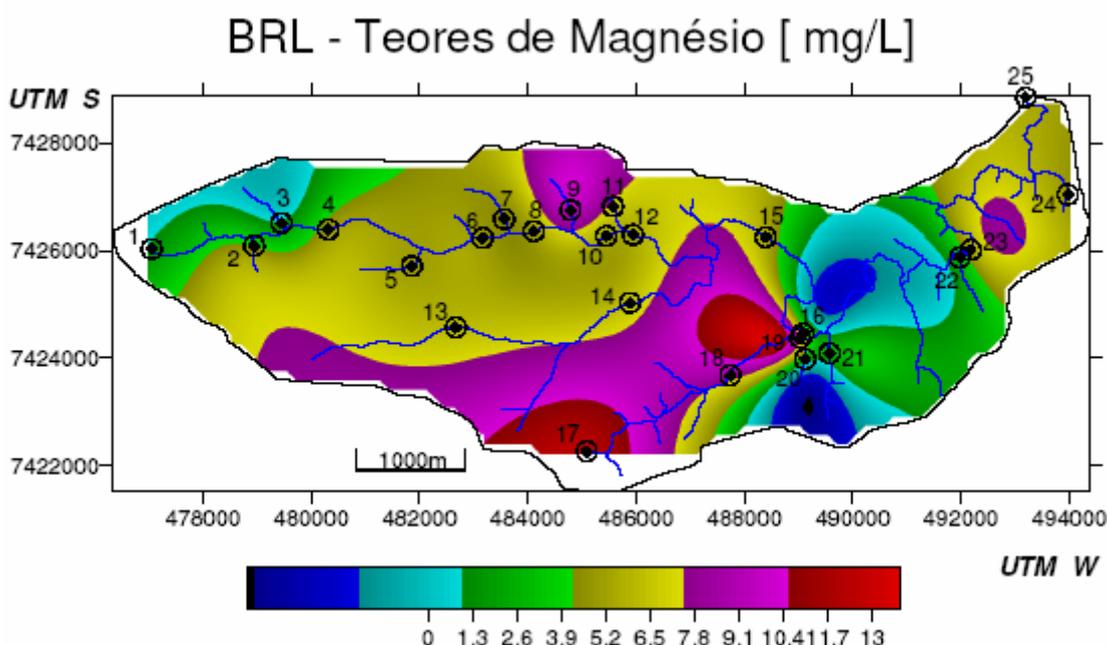
É considerado um elemento essencial à vida animal e vegetal. O corpo humano contém aproximadamente 700 gr de fósforo, 85% está nos ossos além de participar de todas as reações químicas do corpo (FIGUEIREDO, 2000; SCARPELLI, 2003; COMBS JR, 2005).

Os malefícios a saúde humana são provocados pela sua deficiência ou toxicidade. Seu excesso torna quebradiços cabelos e unhas, provoca hiperfosfatemia interferindo na omeostase do cálcio, provoca desmineralização dos ossos e calcificação ectópica do rim. Sua deficiência provoca, disfunção renal hipofosfatemia que desencadeia o raquitismo e osteomalcia (SCARPELLI, 2003; COMBS JR, 2005).

## MAGNÉSIO [Mg<sup>2+</sup>]

Os níveis do Mg<sup>2+</sup> na área de estudo encontra-se em concentrações médias de 5,38 mg/L, com máxima de 12,59 mg/L e mínima de 1,08 mg/L, sendo o desvio padrão de 2,50 mg/L. Portanto, o grau de dispersão dos valores do Mg<sup>2+</sup> em relação a média da área de estudo está abaixo dos níveis máximos [200 mg/L] tolerados pela legislação (SRC, 2006).

No entanto, apresentam-se nos pontos 01, 02, 21, 22, 20 e 03, com destaque para os dois últimos [1,92 a -1,5 mg/L] anomalias hidrogeoquímicas negativas. Nos pontos, 16, 18, 09 e 17, com destaque para o último [12,3 mg/L], anomalias hidrogeoquímicas positivas (GOVETT 1983 in LICHT, 1998 ; BRANCO, 1959) [Figura 25].



**Figura 25** – Teores de Magnésio por Krigagem ordinária.

Acredita-se que os fatores responsáveis pelos baixos teores do Mg<sup>2+</sup> nos pontos (01, 02, 21, 22, 20 e 03, áreas com predominância de atividades agrícolas, vide anexo 01) provavelmente estão relacionados com o desenvolvimento de atividades agrícolas, com os solos ácidos, e com a baixa incidência de calcário.

Os agentes responsáveis pelos altos teores do Mg<sup>2+</sup> nos pontos ([16] proximidades PQ industrial, [18] BR 369 e área industrial, [09] Cabrinha e Hospital Z. Norte e [17] av: 10 Dezembro, vide anexo 01) provavelmente estão relacionados as atividades

industriais e comerciais próximas aos pontos que trabalham com materiais como: lâmpadas fotográficas (flash), pirotecnia, indústria aeronáutica e de mísseis, usinas nucleares, indústria farmacêutica, medicina nos hidróxidos, cloretos e sulfatos, revestimento de fornalhas, na agricultura, indústrias químicas e de construção (WINTER, 1998 in MINEROPAR, 2001, WIKIPÉDIA, 2005).

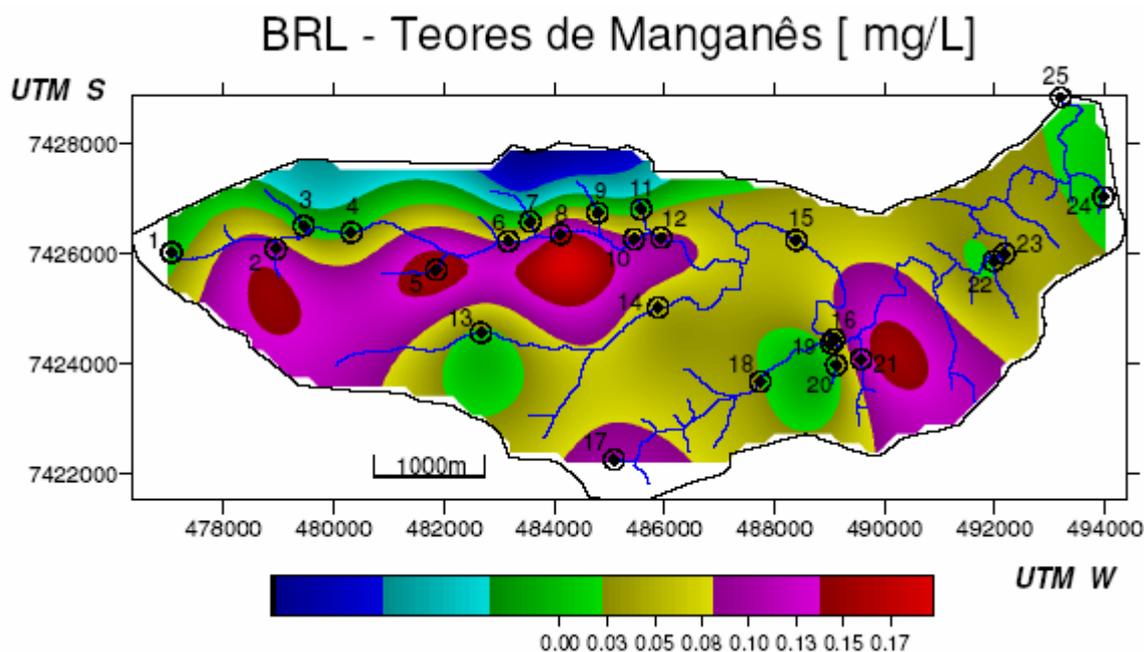
É considerado um elemento importante para vida animal e vegetal. No corpo humano tem a função de converter o açúcar em energia além de ser necessário para o bom funcionamento dos ossos, nervos e músculos (SANTOS, 1997; FIGUEIREDO, 2000).

Os malefícios a saúde humana serão provocados por deficiência ou toxicidade. Sua deficiência (hipomagnesemia) causa nervosismo, espasmos musculares, fraquesa e tremores. Seu excesso é maléfico para a saúde humana provocando distúrbios intestinais. Tóxico e cancerígeno (SANTOS, 1997; COMBS JR, 2005).

### **MANGANÊS [Mn<sup>2+</sup>]**

Os níveis do Mn<sup>2+</sup> nos 25 (vinte e cinco) pontos amostrados para este elemento apresentou nos pontos 01 e 11 valores abaixo do limite de detecção. Na área de estudo encontra-se em concentrações médias de 0,05mg/L, com máxima de 0,16 mg/L e mínima de 0,10 mg/L, sendo o desvio padrão de 0,04 mg/L. Portanto, o grau de dispersão dos valores do Mn<sup>2+</sup> em relação a média da área de estudo está abaixo dos níveis máximos [0,5 mg/L] tolerados pela legislação (CONAMA, 2005).

Contudo, observa-se nos pontos 01, 04, 07, 09, 13, 18, 20, 22, 24, 25, 03 e 11, com destaque para os dois últimos [0,012 a -0,026 mg/L], anomalias hidrogeoquímicas negativas. Nos pontos 02, 06, 10, 12, 17, 21, 05 e 08, com destaque para os dois últimos [0,088 – 0,16 mg/L], anomalias hidrogeoquímicas positivas (GOVETT 1983 in LICHT, 1998; BRANCO, 1959) [Figura 26].



**Figura 26** – Teores de Manganês por Krigagem ordinária.

Acredita-se que as anomalias negativas, especialmente nos pontos (03 e 11, atividades agrícolas, vide anexo 01) possivelmente estejam relacionadas as atividades agrícolas e criação de animais desenvolvidas nestas áreas, também em função dos solos ácidos.

As anomalias positivas, especialmente nos pontos (05 e 08 áreas de adensamento populacional urbano, vide anexo 01) provavelmente estão relacionadas a atividades industriais localizadas na av: Carlos João Strass relacionadas a manufatura do aço, ligas de alumínio, produção de pilhas, pinturas, descoloração de vidros, produção de cloro e oxigênio (TEIXEIRA, 2003; WIKIPÉDIA, 2005)

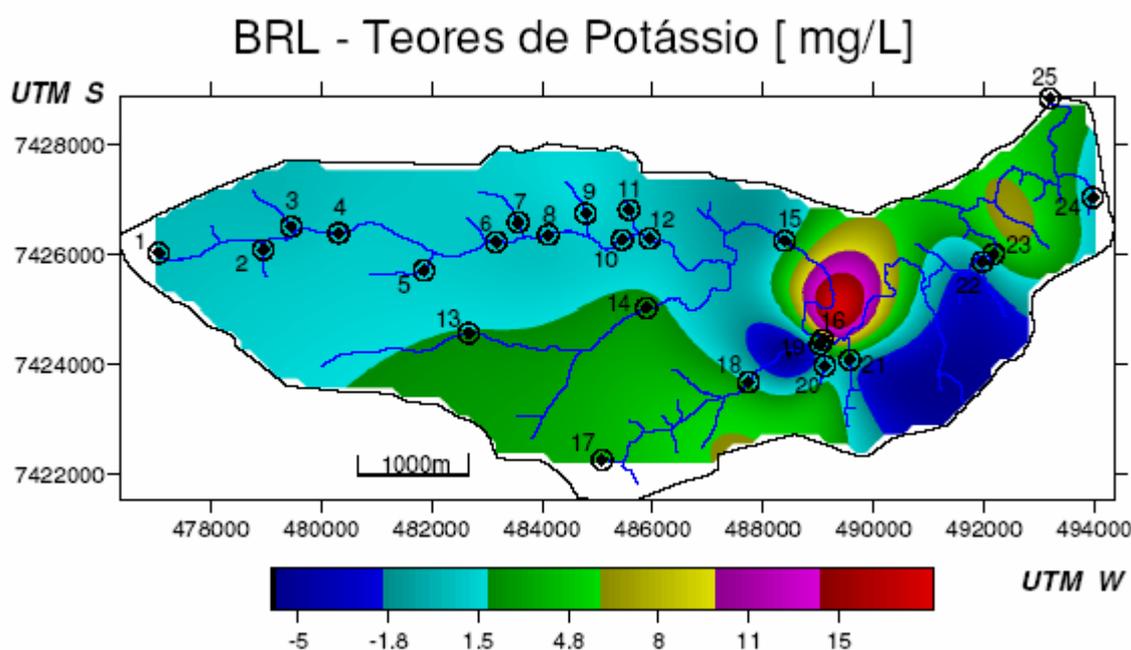
Os benefícios a saúde acontecerão quando absorvidos pelo organismo em em nível de traços, pois são essenciais para todos os organismos. Promovem crescimento, desenvolvimento e funções celulares, em ossos e cartilagens além de participar das reações enzimáticas ativas nos metabolismos (FIGUEIREDO, 2000; SCARPELLI, 2003).

Os malefícios a saúde humana serão provocados por deficiência ou toxicidade. Sua falta pode provocar crescimento prejudicado de cabelos e unhas, dermatite, epilepsia e hipocolesterolemia. Seu excesso pode causar câncer, malformações congênitas e se aspirado ao pulmão pode causar doenças neurológicas com a loucura mangânica (OMS, 1998; VAZ; LIMA, 2003).

## POTÁSSIO [K<sup>+</sup>]

Os níveis do K<sup>+</sup> na área de estudo encontra-se em concentrações médias de 1,50 mg/L, com máxima de 4,9 mg/L e mínima de 0,2 mg/L, sendo o desvio padrão 1,25 mg/L. Portanto, o grau de dispersão dos valores do K<sup>+</sup> em relação a média da área de estudo está abaixo dos níveis máximos [20 mg/L] tolerados pela legislação (SRC, 2006).

Contudo, nos pontos 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 24, 21 e 22, com destaque para os dois últimos [-1,8 mg/L], constatam-se anomalias hidrogeoquímicas negativas. Nos pontos 13, 14, 17, 18, 23, 25 e 16, com destaque para o último [4,7 mg/L], anomalias hidrogeoquímicas positivas (GOVETT 1983 in LICHT, 1998 ; BRANCO, 1959) [Figura 27].



**Figura 27** – Teores de Potássio por Krigagem ordinária.

Acredita-se que os agentes responsáveis pelos baixos teores de K<sup>+</sup>, especialmente nos pontos (21 e 22, áreas predominantemente agrícolas, vide anexo 01) possivelmente estão relacionadas as atividades agrícolas desenvolvidas nestas áreas e com solos ácidos.

E os elementos responsáveis pelos altos teores de K<sup>+</sup>, especialmente no ponto (16, BR 369 e atividades industriais, vide anexo 01) provavelmente estão relacionados

as atividades agrícolas e industriais que utilizam fertilizantes agrícolas, células fotoelétricas e nas aplicações de sal sem sódio para fins terapêuticos (WINTER, 1998 in MINEROPAR, 2001; WIKIPEDIA, 2005).

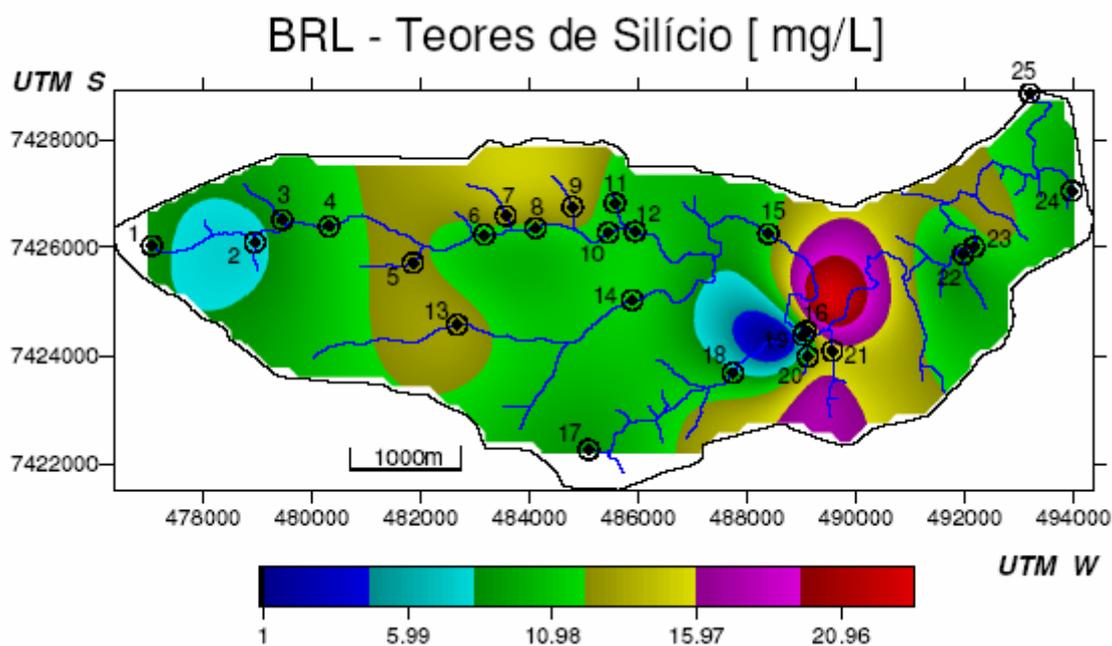
O potássio e seus sais são essenciais para os fluidos intracelulares, reações enzimáticas, nas funções musculares, sistema nervoso e funções cardíacas (FIGUEIREDO, 2000; WINTER, 1998 in MINEROPAR, 2001).

Os malefícios a saúde humana serão provocados por deficiência ou toxicidade. Sua carência, no corpo humano, pode provocar fadiga, fraqueza muscular, aritmia cardíaca, baixa de açúcar no sangue e insônia, já seu excesso pode causar câimbra, fadiga, paralisia muscular e diarreia. Seus sais são extremamente tóxicos quando injetados (SANTOS, 1997; COMBS JR, 2005).

### **SILÍCIO [SiO<sup>4</sup> ]**

Os níveis do SiO<sup>4</sup> nos 25 (vinte e cinco) pontos amostrados para este elemento apresentou valores que variaram entre [7,94 mg/L a 15,02 mg/L]. Na área de estudo encontrase em concentrações médias de 10,97 mg/L, com máxima de 15,02 mg/L e mínima 7,94 mg/L, sendo o desvio padrão de 1,71 mg/L. Não foi encontrado nenhum padrão de níveis mínimos ou máximos deste elemento na legislação.

Mesmo assim, percebe-se nos pontos 02 e 19, com destaque para o último [5,99 mg/L], anomalias hidrogeoquímicas negativas. Nos pontos 05, 07, 09, 13 e 21, com destaque para o último [16 mg/L], anomalias hidrogeoquímicas positivas (GOVETT 1983 in LICHT, 1998 ; BRANCO, 1959) [Figura 28].



**Figura 28** – Teores de Silício por Krigagem ordinária.

Acredita-se que os elementos responsáveis pelos baixos teores de Si nos pontos (02 e 19, áreas com predominância de atividades agrícolas, vide anexo 01) provavelmente estão relacionados com o desenvolvimento de atividades agrícolas.

Os agentes responsáveis pelos altos níveis de Si nos pontos ([05] área habitacional, [07] atividades agrícolas, [09] Lago Cabrinha, área habitacional, [13] criação de animais e favela e [21] Br 369 atividades industriais e CEASA, vide anexo 01) provavelmente estão relacionados a atividades industriais desenvolvidas nestas áreas que utilizam para a produção de ligas metálicas, na preparação de silicones para medicina, na indústria cerâmica e, na indústria eletrônica e microeletrônica, como material básico para a produção de chips para transistores, pilhas solares e, em diversas variedades de circuitos eletrônicos, na produção do cimento Portland (WIKIPÉDIA, 2005).

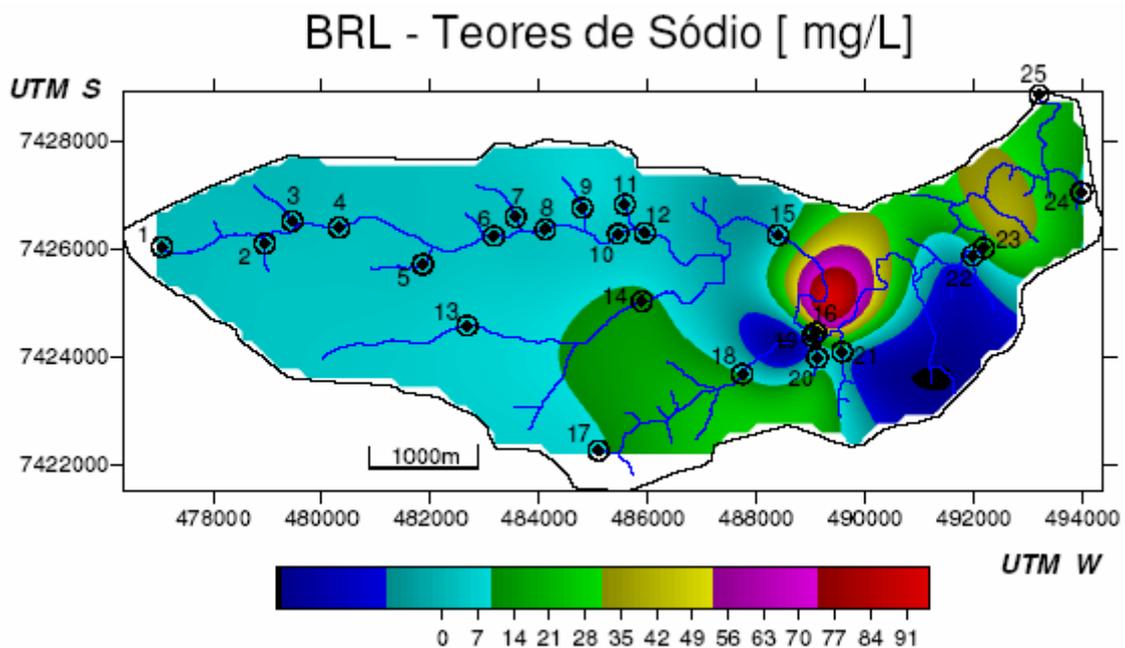
O Silício é necessário em nível de traços. Em animais está relacionado com o desenvolvimento do tecido conjuntivo e ossos (OMS, 1998; FIGUEIREDO, 2000).

Os malefícios a saúde humana serão provocados por deficiência ou toxicidade. Sua deficiência (nos animais) produz deformidades do esqueleto e ossos periféricos, caracterizado por articulações malformadas, crescimento ósseo endocondral defeituoso e conteúdo reduzido de cartilagem articular. Seu excesso provoca silicose (OMS, 1998).

## SÓDIO [Na<sup>+</sup>]

Os níveis do Na<sup>+</sup> na área de estudo encontra-se em concentrações médias de 7,19 mg/L, com máxima de 26,20 mg/L e mínima de 1,30 mg/L, sendo o desvio padrão de 6.60 mg/L. Portanto, o grau de dispersão dos valores do Na<sup>+</sup> em relação a média da área de estudo está abaixo dos níveis máximos [200 mg/L] tolerados pela legislação (Ministério da Saúde, 2004).

Entretanto, observa-se nos pontos 19, 21 e 22 [-11,4 mg/L], anomalias hidrogeoquímicas negativas. Nos pontos 14, 23, 25, 16, com destaque para o último [30 mg/L], anomalias hidrogeoquímicas positivas (GOVETT 1983 in LICHT, 1998 ; BRANCO, 1959) [Figura 29].



**Figura 29** – Teores de Sódio por Krigagem ordinária.

Acredita-se que os fatores responsáveis pelas anomalias negativas nos pontos (19, 21 e 22, atividades predominantemente agrícolas, vide anexo 01) provavelmente estão relacionados com as atividades agrícolas.

No entanto, os fatores responsáveis pelas anomalias positivas nos pontos ([14] criação de animais e indústrias, [23] área urbana com presença de indústrias, [25] atividades agrícolas e companhia de Saneamento, [16] Br 369 e atividades indústrias, vide

anexo 01) provavelmente estão relacionados com as atividades desenvolvidas por indústrias que trabalham com condimento alimentar, anti-detonante para gasolina, soda cáustica, detergentes, células fotoelétricas, bicarbonato de sódio, produção de sabão, do vidro, indústria têxtil, do petróleo, química e metalúrgica (MINEROPAR, 2001; WIKIPEDIA, 2005).

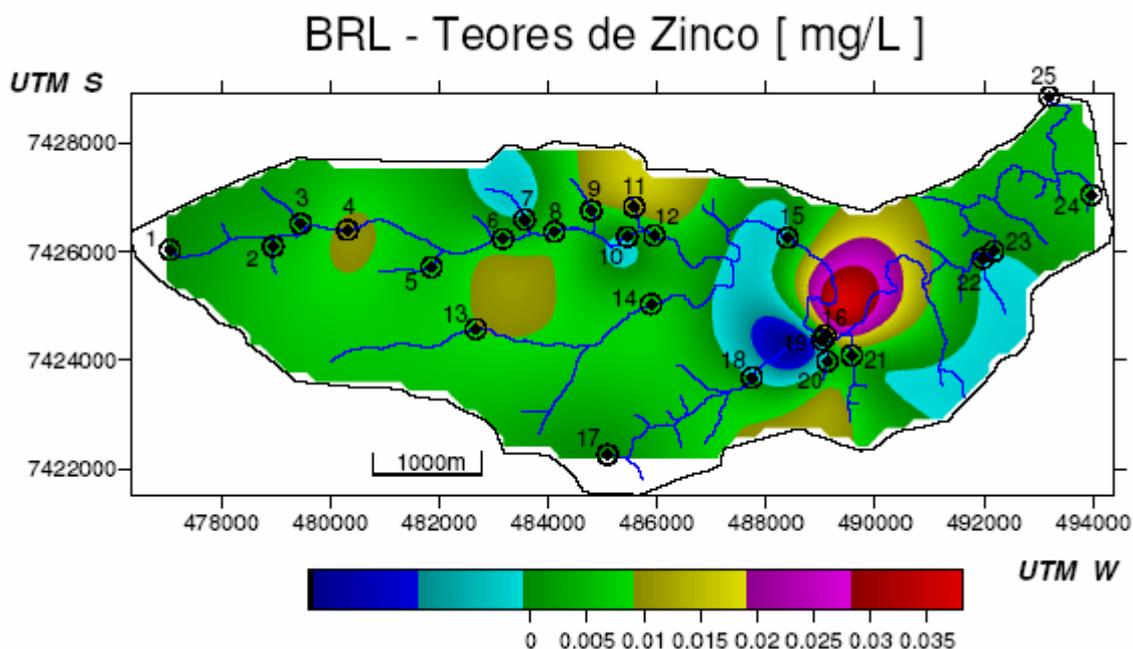
É considerado um elemento importante para vida animal e vegetal, pois atua no equilíbrio hidrossalino, na transmissão de impulsos nervosos e soluções celulares (FIGUEIREDO, 2000; SCARPELLI, 2003).

Enquanto que os malefícios a saúde humana serão provocados pela toxicidade ou deficiência. Seu excesso é prejudicial aos hipertensos. Sua deficiência resulta em câimbras musculares, dor de cabeça, falta de apetite e principalmente a fadiga (MINEROPAR, 2001; COMBS JR, 2005).

### ZINCO [ $Zn^{2+}$ ]

Os níveis do elemento químico  $Zn^{2+}$  nos 25 (vinte e cinco) pontos amostrados para este elemento apresentou valores abaixo do limite de detecção nos pontos 01, 07, 10, 15, 17, 18, 19, 20, 22 e 24. Na área de estudo encontra-se em concentrações médias de 0,0042 mg/L, com máxima de 0,012 mg/L e mínima de 0,001 mg/L, sendo o desvio padrão 0,0038 mg/L. Portanto, o grau de dispersão dos valores do  $Zn^{2+}$  em relação a média da área de estudo está abaixo dos níveis máximos [5 mg/L] tolerados pela legislação (CONAMA, 2005).

Contudo, observa-se anomalias hidrogeoquímicas negativas nos pontos 07, 10, 15, 18, 22, 23, 19 e 20, com destaque para os dois últimos [-0,0054 mg/L]. Nos pontos 04, 09, 11, 13 e 16, com destaque para o último [0,0138 mg/L], anomalias hidrogeoquímicas positivas (GOVETT 1983 in LICHT, 1998 ; BRANCO, 1959) [Figura 30].



**Figura 30** – Teores de Zinco por Krigagem ordinária.

Acredita-se que as anomalias negativas nos pontos ([07] atividades agrícolas, [10] conjuntos habitacionais, fundo de vale com presença de animais, [15] conjuntos habitacionais, [18] proximidades BR 369 atividades agrícolas e industriais, [19] proximidades BR 369, atividades agrícolas e criação de animais e [20] proximidades BR 369 e atividades agrícolas, vide anexo 01) provavelmente estão relacionadas com atividades agrícolas desenvolvidas nestas áreas.

As anomalias positivas nos pontos ([04] conjuntos habitacionais, [09] Lago Cabrinha, [11] proximidades Dixie Toga, [13] criação de animais, favela e atividades industriais e [16] BR 369, atividades agrícolas e industriais, vide anexo 01) possivelmente estão relacionadas as atividades econômicas que se utilizam de materiais para galvanização, produção do latão, desinfetantes para medicina e ligas metálicas (KOLJONEN et al, 1992 in MINEROPAR, 2001).

É necessário em nível de traços, pois desempenha papel importante nas atividades enzimáticas, metabolismo do ácido nucléico, síntese de proteínas, manutenção da estrutura e função das membranas, atividade hormonal, reprodução e maturidade sexual (OMS, 1998; FIGUEIREDO, 2000).

Enquanto que os malefícios a saúde humana serão provocados por deficiência ou toxicidade. Sua deficiência provoca retardamento de crescimento, síndrome de

Down, problemas de pele, dificuldade de cicatrização de feridas e falhas reprodutivas, Kwashiorkor marásmico, hipozinqueremia, desenvolvimento testicular prejudicado, anorexia e baixa função cognitiva. Seu excesso influencia na absorção do Cu, baixa imunidade, reduz o colesterol HDL, provoca vômito, febre, diarreia e letargia (OMS, 1998; FIGUEIREDO, 2000; VAZ; LIMA, 2003; COMBS JR, 2005).

## 8 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

As anomalias hidrogeoquímicas podem ser provocadas tanto por causas naturais quanto por antrópicas (pela ação do homem). No que diz respeito às naturais, são o resultado de combinações químicas, principalmente do intemperismo (químico, físico e biológico) e encontram-se em menor número que as antrópicas provocadas pelas atividades econômicas (industriais e comerciais) e de mineração, que na maioria das vezes, ultrapassam a capacidade de resiliência da natureza provocando impactos nos ecossistemas e na saúde humana.

Os elementos químicos como os metais pesados encontram-se na categoria dos impactos nocivos ao ambiente e à saúde humana, pois não são biodegradáveis e fisiologicamente esta necessidade dá-se apenas em nível de traços e ultratraços.

Outro fator que merece atenção é o fato de que comunidades rurais isoladas estão mais expostas às anomalias geoquímicas e, conseqüentemente sua saúde, que as urbanas com acesso a várias fontes de água e de alimentos. No entanto, a alimentação que ingerimos provém de processos naturais e artificiais, assim o processamento e armazenamento incorretos e uso comercial em larga escala dos metais também merecem atenção, pois nos expõem diariamente aos metais.

As variáveis que influenciam direta ou indiretamente a formação e composição dos solos, como pH, Eh, industrialização, urbanização podem afetar acentuadamente a captação de elementos específicos pelos alimentos que foram cultivados nestes. Para a água potável; a idade, ocupação, temperatura ambiental, perspiração e hábitos alimentares todos determinam sua ingestão e conseqüente captação de metais pelo organismo.

Assim, a saúde humana será influenciada diretamente pela ingestão de líquidos e alimentos e, desta forma, alguns elementos vão influenciá-la positiva ou negativamente. A diferença entre o benefício e o dano está na quantidade, na dosagem, dos elementos traços que é absorvida pelo organismo na ingestão de líquidos e alimentação. Portanto, deve-se ter mais atenção com a alimentação pois é através dela que absorveremos ou não os elementos essenciais para manutenção da saúde.

No que diz respeito a possível relação entre os dados do Sistema Datasus, do Órgão de Gerenciamento de Saúde do Município e das anomalias hidrogeoquímicas verificadas na BRL o que se pode inferir é que a qualidade da água vai refletir diretamente na saúde da população, pois nos locais onde se observa precárias condições de habitação e de

saneamento básico a qualidade da água é péssima e os índices de doenças altíssimos.

Desta forma é possível afirmar que existe uma estreita relação entre condição sócio-econômica, saúde da população, anomalias hidrogeoquímicas e qualidade da água, pois as áreas onde se encontram os maiores adensamentos populacionais carentes de infra-estrutura e de recursos econômicos apresentaram grandes anomalias hidrogeoquímicas.

Assim, nota-se que as doenças de veiculação hídrica como a dengue, esquistossomose e hepatite tipo A estão distribuídas espacialmente por toda cidade de Londrina, especialmente nas microáreas de alerta e risco social (item 1.6).

Contudo, cabe ressaltar que mesmo não existindo uma correlação profícua das doenças de veiculação hídrica com as anomalias hidrogeoquímicas, observa-se que no Ribeirão Quati (Vila Marizia e Jardim Progresso), Córrego Água das Pedras (Jardim e Favela Santa Fé) e Ribeirão Lindóia (favela do Conj. José Belinati e no Conj. Violim) além destas doenças encontra-se também anomalias hidrogeoquímicas positivas e negativas relacionadas principalmente ao  $Ba^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Sr^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  e  $Mn^{2+}$ .

Portanto, existe riscos ambientais (relação toxicidade x exposição) para a saúde humana na área de estudo, contudo, a assimilação de metais pesados pelos organismos vivos e pelo homem acontece de forma gradual, dependendo do tempo de exposição e da condição de saúde das pessoas expostas. Assim, os dados coletados não são suficientes para concluir que as anomalias hidrogeoquímicas são as responsáveis pelos problemas de saúde da população da área de estudo.

A área da BRL apresentou, na sua maioria, resultados físico-químicos e hidrogeoquímicos dentro dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira e estrangeira. Alguns postos de coleta, no entanto, demonstraram alguns valores acima do estabelecido como tolerável, fato que necessita de análise mais aprofundada e cuidadosa.

Perecebe-se que as Anomalias Hidrogeoquímicas Negativas e Positivas encontradas na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia, na sua maioria, são de origem antrópica, pois estão ligadas as atividades econômicas desenvolvidas na área.

Com relação aos elementos físico-químicos analisados percebe-se que apresentam anomalias hidrogeoquímicas distribuídas por toda BRL. O potencial Hidrogeniônico apresenta anomalias hidrogeoquímicas positivas em toda bacia com exceção dos pontos 01 (nascente) e 11 (prox. Dixie Toga), demonstrando correlação diretamente proporcional com o  $Fe^{3+}$  ( $r = 0,46$ ) e inversamente proporcional com o  $Zn^{2+}$  ( $r = -0,44$ ).

Em contrapartida, a Condutividade Elétrica apresenta-se negativa, com exceção dos pontos 09 (Lago Cabrina), 16 (prox. da BR 369), 17 (área urbanizada) e 23 (conj.

habitacional). No entanto, a CE apresenta uma forte correlação com  $\text{Na}^+$  ( $r = 0,86$ ),  $\text{K}^+$  ( $r = 0,93$ ),  $\text{Mg}^{2+}$  ( $r = 0,72$ ),  $\text{Ca}^{2+}$  ( $r = 0,85$ ),  $\text{Sr}^{2+}$  ( $r = 0,78$ ),  $\text{PO}_4^{3-}$  ( $r = 0,67$ ) e  $\text{Ba}^{2+}$  ( $r = 0,55$ ).

Quanto a Temperatura, alterna valores entre anomalias hidrogeoquímicas negativas e positivas até o ponto 15, e a partir deste somente positivas. Há significativa correlação ( $r = 0,41$ ) apenas com a Condutividade Elétrica.

Observando o padrão de Anomalias Hidrogeoquímicas Negativas percebe-se que elas estão distribuídas por todos os pontos de coleta da BRL com exceção do ponto 16, que não apresenta nenhuma. Destacando-se nos pontos 01, que não apresenta nenhuma anomalia positiva, porém, nenhum número muito acima das médias da bacia e ponto 20 (prox. BR 369) que apresenta somente uma anomalia positiva para o pH e os maiores valores anômalos.

Observa-se também que as anomalias hidrogeoquímicas negativas aparecem em maior quantidade na BRL até ponto 13 (área urbanizada, favelas e indústrias), mas com menor grau de intensidade, a partir deste ponto há uma ruptura marcada pelos pontos 14 (prox. PQ industrial), 15 (conj. habitacionais), e 16 (prox. BR 369). Apresentando as maiores intensidades nos pontos 19 (prox. BR 369), 20 (prox. BR 369), 21 (prox. CEASA) e 22 (área urbanizada) quase que desaparecendo a partir do ponto 23 (área urbanizada Ibiporã).

Para o padrão de Anomalias Hidrogeoquímicas Positivas percebe-se que estão distribuídas em toda bacia, contudo acometem com maior intensidade a BRL principalmente a partir do ponto 16, que não apresenta nenhuma anomalia hidrogeoquímica negativa. Incluse, os pontos 16, 17 e 18 (prox. BR 369) apresentam as anomalias com maior grau de intensidade e persistem até o ponto 25 (SAMAE de Ibiporã).

É possível ainda identificar correlação entre o elemento químico  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  ( $r = 0,89$ ),  $\text{Na}^+$  e  $\text{Ca}^{2+}$  ( $r = 0,55$ ),  $\text{Na}^+$  e  $\text{Sr}^{2+}$  ( $r = 0,42$ ) e  $\text{Na}^+$  e  $\text{PO}_4^{3-}$  ( $r = 0,91$ ). O  $\text{K}^+$  apresentou correlação somente com o  $\text{PO}_4^{3-}$  ( $r = 0,78$ ). E o  $\text{SiO}_4^{4-}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  e  $\text{PO}_4^{3-}$  não apresentaram correlação com nenhum outro elemento químico. No entanto, o  $\text{Mg}^{2+}$  indicou uma forte correlação com  $\text{Ca}^{2+}$  ( $r = 0,92$ ),  $\text{Sr}^{2+}$  ( $r = 0,98$ ) e  $\text{Ba}^{2+}$  ( $r = 0,88$ ). Para o  $\text{Ca}^{2+}$  as correlações também se mostraram fortes com  $\text{Sr}^{2+}$  ( $r = 0,95$ ) e  $\text{Ba}^{2+}$  ( $r = 0,81$ ). O  $\text{Fe}^{3+}$  mostrou ter uma forte correlação diretamente proporcional com o  $\text{Al}^{3+}$  ( $r = 0,93$ ) e inversamente proporcional com o  $\text{Ba}^{2+}$  ( $r = -0,40$ ). E o  $\text{Ba}^{2+}$  apresentou correlação inversamente proporcional com o  $\text{Al}^{3+}$  ( $r = -0,44$ ).

Para finalizar é importante destacar que este estudo traz a tona um panorama da situação hidrogeoquímica da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia, que não tem o objetivo de finalizar as discussões a respeito desta temática, mas sim fazer algumas

recomendações e tirar algumas conclusões que indicam que é necessário um cuidado especial com esta temática.

Entre as recomendações:

- Sugere-se estudos mais aprofundados de metais pesados que requerem cuidados específicos no seu trato como o  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$  entre outros;
- Estudos mais aprofundados sobre os sistemas ambientais;
- Estudos mais aprofundados sobre e os problemas ambientais e sua relação com danos a saúde da população;
- Estudos mais aprofundados sobre o controle da qualidade da água.

E entre as conclusões:

- O risco ambiental à saúde humana na BRL é um fato real;
- Os elementos químicos, especialmente os metais pesados, devem ter um tratamento diferenciado, pelo grau de risco que oferecem a saúde;
- O ambiente está sendo tratado de forma negligente, principalmente pelas autoridades “competentes”;
- É necessário promover mais estudos voltados a esta temática para podermos propor ações de intervenção nestes ambientes a médio e longo prazo.

## REFERÊNCIAS

ALLOWAY, B.J. – Bioavailability of elements in soil. in SELINUS, O.; ALLOWAY, B.; CENTENO, J.A.; FINKELMAN, R.B.; FUGE, R.; LINDH, U.; SMEDLEY, P. – **Essentials of Medical Geology: Impacts of the natural environment on public health**. ELSEVIER Academic Press, Califórnia, USA, 2005.

APHA. – **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. American Public Health Association, 19ª edição, 1995.

[ARCHELA, E.; FRANÇA, V.; CELLIGOI, A.] – **Geologia, Geomorfologia e Disponibilidade Hídrica Subterrânea na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Jacutinga**. Revista de Geografia da Universidade Estadual de Londrina (UEL), vol. 12, nº 02, julho/dezembro, 2003. Disponível em <http://www.geo.uel.br/revista/v12n2eletronica/8.pdf>, acessado em 15/09/2004.

ARCURI, A. S. A.; FERNÍCOLA, N. A. G. G. – Riscos ao meio ambiente e acidentes relatados. In AZEVEDO, F.A.; CHASIN, A.A.M. – **Metais: gerenciamento da toxicidade**. Editora Atheneu, SP, 2003.

[ATSDR] – **Aluminum**. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. DEPARTMENT of HEALTH AND HUMAN SERVICES, Public Health Service. Division of Toxicology and Environmental Medicine, September 2005. Disponível em: <http://www.atsdr.cdc.gov/>, acessado em 02/06/06.

\_\_\_\_\_. **Barium**. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. DEPARTMENT of HEALTH AND HUMAN SERVICES, Public Health Service. Division of Toxicology and Environmental Medicine, September 2005. Disponível em: <http://www.atsdr.cdc.gov/>, acessado em 02/06/06.

\_\_\_\_\_. **Chromium**. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. DEPARTMENT of HEALTH AND HUMAN SERVICES, Public Health Service. Division of Toxicology and Environmental Medicine, September 2004. Disponível em: <http://www.atsdr.cdc.gov/>, acessado em 02/06/06.

[ATSDR] – **Cobalt**. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. DEPARTMENT of HEALTH AND HUMAN SERVICES, Public Health Service. Division of Toxicology and Environmental Medicine, April 2004. Disponível em: <http://www.atsdr.cdc.gov/>, acessado em 02/06/06.

\_\_\_\_\_. **Copper.** Agency for Toxic Substances and Disease Registry. DEPARTMENT of HEALTH AND HUMAN SERVICES, Public Health Service. Division of Toxicology and Environmental Medicine, September 2004. Disponível em: <http://www.atsdr.cdc.gov/>, acessado em 02/06/06.

\_\_\_\_\_. **Lead.** Agency for Toxic Substances and Disease Registry. DEPARTMENT of HEALTH AND HUMAN SERVICES, Public Health Service. Division of Toxicology and Environmental Medicine, September 2005. Disponível em: <http://www.atsdr.cdc.gov/>, acessado em 02/06/06.

\_\_\_\_\_. **Manganese.** Agency for Toxic Substances and Disease Registry. DEPARTMENT of HEALTH AND HUMAN SERVICES, Public Health Service. Division of Toxicology and Environmental Medicine, September 2000. Disponível em: <http://www.atsdr.cdc.gov/>, acessado em 02/06/06.

\_\_\_\_\_. **Nickel.** Agency for Toxic Substances and Disease Registry. DEPARTMENT of HEALTH AND HUMAN SERVICES, Public Health Service. Division of Toxicology and Environmental Medicine, September 2000. Disponível em: <http://www.atsdr.cdc.gov/>, acessado em 02/06/06.

\_\_\_\_\_. **Strontium.** Agency for Toxic Substances and Disease Registry. DEPARTMENT of HEALTH AND HUMAN SERVICES, Public Health Service. Division of Toxicology and Environmental Medicine, April 2004. Disponível em: <http://www.atsdr.cdc.gov/>, acessado em 02/06/06.

\_\_\_\_\_. **Toxicological profile for aluminum.** Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, 1999. Disponível em: <http://www.atsdr.cdc.gov/>, acessado em 02/06/06.

[ATSDR] – **Zinc.** Agency for Toxic Substances and Disease Registry. DEPARTMENT of HEALTH AND HUMAN SERVICES, Public Health Service. Division of Toxicology and Environmental Medicine, September 2000. Disponível em: <http://www.atsdr.cdc.gov/>, acessado em 02/06/06.

AZEVEDO, F. A.; CHASIN, A.A.M. (coord) – **As bases toxicológicas da ecotoxicologia.** São Carlos: RIMA, SP, Intertox, 2003.

AZEVEDO, F.A.; CHASIN, A.A.M. – **Metais:** gerenciamento da toxicidade. Editora Atheneu, SP, 2003.

[BORGES, C.H.P.] – Caracterização das populações canina e felina da zona urbana de Lençóis Paulista –SP, visando o controle da raiva. Dissertação, Botucatu –SP. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, 1998. in NOCITI, D.L.P.; CARAMORI JUNIOR, J.G.; JESUS, L.P. de *et al.* – **Antibodies to the rabies virus in humans working in a veterinary Hospital environment at the Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, MT, Brazil.** Rev. Soc. Bras. Med. Trop., May/June 2003, vol.36, no.3, p.355-358. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rsbmt/v36n3/16336.pdf>, acessado em 27/05/06.

[BARROS, M.V.F; ARCHELA, R.S.; BARROS, O.F.; THÉRY, H.; MELLO, N.A.; GRATÃO, L.H.B.] – **Atlas urbano ambiental de Londrina, 2005.** (on-line). Disponível em: <http://www.uel.br/atlasambiental>. Acessado em 20/10/2005.

BOWIE, S. H. U.; THORNTON, I. eds. – Environmental geochemistry and health. Dordrecht, Reidel, 1984. in OMS. – **Elementos traço na nutrição e saúde humanas.** Organização Mundial de Saúde; [tradução Andréa Favano]. São Paulo: Roca, 1998.

BRANCO, J.J. – **Prospecção geoquímica.** Universidade de Minas Gerais, Escola de Engenharia da UMG, Instituto de Pesquisas Radioativas. Belo Horizonte/MG, 1959.

[BRASIL.] – **Doenças infecciosas e parasitárias:** guia de bolso / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. – 3ª ed. – Brasília: Ministério da Saúde, 2004. Disponível no endereço eletrônico: [http://www.indaial.sc.gov.br/epidemiologia/Guia\\_volume\\_2.pdf](http://www.indaial.sc.gov.br/epidemiologia/Guia_volume_2.pdf)

[BRASIL.] – **Portaria MS nº 518/2004.** Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. Portaria MS n.º 518/2004 / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação - Geral de Vigilância em Saúde Ambiental – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2005. Disponível no endereço eletrônico: [http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria\\_518\\_2004.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria_518_2004.pdf), acessado em 23/06/06.

BROUWER, I. D. et al. – Unsuitability of World Health Organization guidelines for fluoride concentrations in drinking water in Senegal. Lancet, 1988, 1: 223-225. in OMS. – **Elementos traço na nutrição e saúde humanas.** Organização Mundial de Saúde; [tradução Andréa Favano]. São Paulo: Roca, 1998.

CARVALHO, M.S. – **Sem saúva e sem saúde:** Doenças e mortes na Londrina Pioneira (Documento mimeografado). Obra inédita, não publicada. Londrina, 2006; vol.1:1-36.

[CARVALHO, M.S. & ZEQUIM, M.A.] – **Doenças infecto-contagiosas relacionadas as carências habitacionais na cidade de Londrina – Pr (BR).** Scripta Nova: Revista Eletrônica de Geografia Y Ciencias Sociales. Universidad de Barcelona. Vol. VII, núm.

146(113), 1 de agosto de 2003. Disponível em: [http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-146\(113\).htm](http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-146(113).htm), acessado em 20/05/06.

CAVDAR, A.O.; ARCASOY, A.; CIN, S.; BABACAN, E.; GOZDASOGLU, S. – Geophagia in Turkey: iron and zinc deficiency, iron and zinc absorption studies in response to treatment with zinc in geophagia cases. in: Prasad A. et al., Zinc deficiency in human subjects. New York, Aln R. Liss, 1983: 71-97. in: OMS. – **Elementos traço na nutrição e saúde humanas**. Organização Mundial de Saúde; [tradução Andréa Favano]. São Paulo: Roca, 1998.

[CBVE] – **Medidas em Saúde Coletiva e Método Epidemiológico**. Curso Básico de Vigilância Epidemiológica, [2005?]. Módulo III, p.1-49. Disponível no endereço eletrônico: [http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/cbve\\_modulo3.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/cbve_modulo3.pdf), acessado em 24/10/2006.

COMBS JR, G.F. – Geological impacts on nutrition. in SELINUS, O.; ALLOWAY, B.; CENTENO, J.A.; FINKELMAN, R.B.; FUGE, R.; LINDH, U.; SMEDLEY, P. – **Essentials of Medical Geology: Impacts of the natural environment on public health**. ELSEVIER Academic Press, Califórnia, USA, 2005.

CONAMA. – **Resolução 357**. Dispõe sobre a Classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais. Diário Oficial da União. ISSN 1677-7042 – Seção 1. Nº 53, sexta-feira, 18 de março de 2005, p.58-63.

[CPRM] – **Manual Técnico da Área de Geoquímica**. Versão 5.0. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Minas e Metalurgia. CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2003. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/pgagem>, acessado em 13/05/05.

COTTA, T.A.P.G. – Aspectos analíticos. In AZEVEDO, F.A.; CHASIN, A.A.M. (Coord.) – **Metais: gerenciamento da toxicidade**. SP, Editora Atheneu, 2003. (p.399 a 539).

[DATASUS] – **Cadernos de informação de Saúde**. Ministério da Saúde, Abril, 2005. disponível em: [http://tabnet.datasus.gov.br/tabdata/cadernos/PR/PR\\_Londrina\\_Geral.xls](http://tabnet.datasus.gov.br/tabdata/cadernos/PR/PR_Londrina_Geral.xls), acessado em 11/12/05.

DEL GROSSI, M. E. – **O novo Rural: uma abordagem ilustrada** / Mauro Eduardo Del Grossi, José Graziano da Silva. – Londrina: Instituto Agronômico do Paraná, 2002. v. 1.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de solos. – **Sistema brasileiro de classificação de solos**. (Rio de Janeiro – RJ). Brasília: EMBRAPA produção de informações; RJ: EMBRAPA solos, 1999.

[FAPESP] – **Nova vacina contra a raiva**. Revista Pesquisa FAPESP. Pesquisa, Ciência e Tecnologia no Brasil. Edição 115, Setembro 2005. Disponível no endereço eletrônico: <http://www.revistapesquisa.fapesp.br/index.php?s=149,4,2830&aq=s>, acessado em 27/05/06.

FERNÍCOLA, N.A.G.G; BOHRER-MOREL, M.B.C.; BAINY, A.C.D. – Ecotoxicologia. In AZEVEDO, F. A.; CHASIN, A.A.M. (coord) – **As bases toxicológicas da ecotoxicologia**. São Carlos: RIMA, SP, Intertox, 2003.

FERREIRA, M.U. – **Epidemiologia e geografia**: o complexo patogênico de Max. Sorre. Cad. *Saúde Pública*, July/Sept. 1991, vol.7, no.3, p.301-309.

FIGUEIREDO, B. R. – **Minérios e Ambiente**. Campinas SP: Editora da Unicamp, 2000.

[FIOCRUZ] – **Meningites**. Agência Fiocruz de Notícias. Saúde para todos. Jun/2004. Disponível em: <http://www.fiocruz.br/ccs/glossario/meningites.htm>, acessado em 02/06/06.

FRANÇA, V. – O rio Tibagi no contexto hidrogeográfico paranaense. in MEDRI, M. E. et al. – **A bacia do rio Tibagi**. Londrina, PR, 2002. (p.45 a 61)

FOX, M. R. S. – Zinc excess. in: Mills, C. F. ed. Zinc in human biology. London, Springer, 1989: 365-370. in OMS. – **Elementos traço na nutrição e saúde humanas**. Organização Mundial de Saúde; [tradução Andréa Favano]. São Paulo: Roca, 1998.

FUGE, R. – Antropogenic sources. in SELINUS, O.; ALLOWAY, B.; CENTENO, J.A.; FINKELMAN, R.B.; FUGE, R.; LINDH, U.; SMEDLEY, P. – **Essentials of Medical Geology**: Impacts of the natural environment on public health. ELSEVIER Ademic Press, Califórnia, USA, 2005.

GARCIA, R.C.M.; VASCONCELLOS, S.A.; SAKAMOTO, S.M.; LOPEZ, A.C. – **Análise de tratamento anti-rábico humano pós-exposição em região da grande São Paulo, Br**. Revista Saúde Pública, 33 (3): 11-301, 1999. Disponível em: <http://www.fsp.usp.br/~rsp>. Acessado em 26/05/06.

GÓES, K. – **AutoCad Map**: explorando as ferramentas de mapeamento. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2000.

HOFFMAN, D.J.; RATTNER, B.A.; BURTON JR, G.A.; CAIRNS JR, J. – **Handbook of ecotoxicology**. 2a. Edição, CRC Press LLc, 2002.

[IPCS INCHEM]. – **Chemical Safety Information from Intergovernmental Organizations**. Disponível em: <http://www.inchem.org/>, acessado em 25/10/2005.

JOHNS, T.; DUQUETTE, M. – Detoxification and mineral supplementation as functions of geophagy. American Journal of Clinical Nutrition, 1991, 53: 448-456. in: OMS. – **Elementos traço na nutrição e saúde humanas**. Organização Mundial de Saúde; [tradução Andréa Favano]. São Paulo: Roca, 1998.

KISHI, C. S. – **Processo de ocupação do alto-médio curso do Ribeirão Lindóia**, 2003. Londrina: Universidade Estadual de Londrina. Dissertação (Mestrado), 138f.: il.

KONDAKIS, X. G. et al. Possible health effects of high manganese concentration in drinking water. Archives of environmental health, 1989, 44: 175-178. in OMS. – **Elementos traço na nutrição e saúde humanas**. Organização Mundial de Saúde; [tradução Andréa Favano]. São Paulo: Roca, 1998.

LACAZ, C.S. – História da Medicina Tropical. in CIMERMAN, S & CIMERMAN, B (ed) – **Medicina Tropical**. São Paulo, Editora Atheneu, 2003.

LANDIM, P. M. B. – **Análise estatística de dados geológicos**. 2ª. Ed. Ver. E ampl. – São Paulo: Editora UNESP, 2003.

LARACH, J.O.I.; CARDOSO, A.; CARVALHO, A.P.; HOCHMÜLER, D.P.; FASOLO, P.J.; RAÜEN, M.J. – **Levantamento de Reconhecimento dos solos do Estado do Paraná**. Curitiba, EMBRAPA – SNLCS/SUDESUL/IAPAR, 1984.

[LEMONS, J.C. & LIMA, S.C.] – **A geografia médica e as doenças infecto-parasitárias**. Revista On Line – Caminhos da Geografia 3(6), jun/2002. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Disponível em: [http://www.ig.ufu.br/revista/volume06/artigo05\\_vol06.pdf](http://www.ig.ufu.br/revista/volume06/artigo05_vol06.pdf), acessado em 04/10/05.

LICHT, O.A.B. – **Prospecção Geoquímica: princípios, técnicas e métodos**. RJ, CPRM, 1998, 236p.

\_\_\_\_\_. **A Geoquímica Multielementar na Gestão Ambiental**: identificação e caracterização de províncias geoquímicas naturais, alterações antrópicas da paisagem, áreas favoráveis à prospecção mineral e regiões de risco para a saúde no Estado do Paraná, Brasil. Tese de doutoramento apresentado a Universidade Federal do Paraná, 2001, 236p. Disponível em <http://www.cprm.gov.br/pgagem/artigoind.htm#agaele>, acessado em 13/05/05.

MARTINS JR, J.C.G. & PINESE, J.P.P. – Meio ambiente e saúde coletiva: abordagens em geologia médica. In: CARVALHO, M. S. (org.) – **Geografia, meio ambiente e desenvolvimento**. Londrina: [s.e.], 2003.

MARTINS JR, J.C.G. & PINESE, J.P.P. – Riscos ambientais geogenéticos na utilização de águas subterrâneas para o consumo humano sem análise geoquímica prévia. In: CARVALHO, M. S. (org.) – **Geografia, meio ambiente e saúde em Londrina**. Londrina: Edições Humanidades, 2005.

MENDONÇA, F.A. & DANNI-OLIVEIRA, I.M. – Dinâmica atmosférica e tipos climáticos predominantes da baía do rio Tibagi. in MEDRI, M. E. et al. – **A bacia do rio Tibagi**. Londrina, PR, 2002. (p. 63 a 66).

[MERCK SHARP & DOHME - BRASIL] – **Hepatite**. Manual Merck Saúde para Família, 2006. Seção 10 – Distúrbios do fígado e da vesícula biliar. Cap.118. Disponível em: [http://www.msd-brazil.com/msd43/m\\_manual/mm\\_sec10\\_118.htm](http://www.msd-brazil.com/msd43/m_manual/mm_sec10_118.htm), acessado em 02/06/06.

MILLS, C. F. ed. – Zinc in human biology. Berlin, Springer-Verlag, 1989 (ILSI Human Nutrition Reviews). in OMS. – **Elementos traço na nutrição e saúde humanas**. Organização Mundial de Saúde; [tradução Andréa Favano]. São Paulo: Roca, 1998.

MINERAIS DO PARANÁ S.A. – **Atlas geoquímico do Estado do Paraná**. Curitiba: MINEROPAR, 2001. 80p.

\_\_\_\_\_. **Atlas geológico do Estado do Paraná**. Minerais do Paraná S/A, Curitiba, 2001. (versão PDF CD ROM)

[MINISTÉRIO DA SAÚDE]. – **Programa Nacional de Controle da Dengue**. 2005. Disponível em: <http://dtr2001.saude.gov.br/dengue/>, acessado em 28/05/06.

MÜLLER, M. S. – **Normas e padrões para teses, dissertações e monografias**. / Mary Stela Muller, Julce Mary Cornelsen – 5ª. Ed. Atual. – Londrina: Eduel, 2003.

MURRAY, M. M.; WILSON, D. C. – Fluorosis and nutrition in Morocco: dental studies in relation to environment. British dental journal, 1948, 84: 97-100. in OMS. – **Elementos traço na nutrição e saúde humanas**. Organização Mundial de Saúde; [tradução Andréa Favano]. São Paulo: Roca, 1998.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Safe Drinking Water Committee. The contribution of drinking water to mineral nutrition humans. In: Drinking water and health. Vol. 3, Washington, DC, National Academy Press, 1980, Chapter 5. in OMS. – **Elementos traço na nutrição e saúde humanas**. Organização Mundial de Saúde; [tradução Andréa Favano]. São Paulo: Roca, 1998.

NAGATAKI, S. – Effects of iodide supplement in thyroid diseases. in: Vichayanrat A. et al., eds. Recent progress in thyroidology. Bangkok, Crystal House Press, 1987. in: OMS. – **Elementos traço na nutrição e saúde humanas**. Organização Mundial de Saúde; [tradução Andréa Favano]. São Paulo: Roca, 1998.

[NORMAS TÉCNICAS DE TRATAMENTO PROFILÁTICO ANTI-RÁBICO HUMANO.] Brasília, 2002. Disponível no endereço eletrônico [http://www.saude.rj.gov.br/Acoes/NORMA\\_TECNICA\\_DA\\_RAIVA\\_2002.pdf](http://www.saude.rj.gov.br/Acoes/NORMA_TECNICA_DA_RAIVA_2002.pdf), acessado em 26/05/06.

OLIVER, M. – **Using AutoCAD Map 2000**. Thomson Learning, Albany, Autodesk Press, NY, 2000.

OMS – **Elementos traço na nutrição e saúde humanas**. Organização Mundial de Saúde; [tradução Andréa Favano]. São Paulo: Roca, 1998. (Preparado em colaboração com a Organização de Alimentação e Agricultura das Nações Unidas [FAO] e Agência Internacional de Energia Atômica [IAEA]. Título original: Trace elements in human nutrition and health.)

\_\_\_\_\_. Guidelines for drinking-water quality, 2nd ed. Volume 1. Recommendations. Volume 2. Health criteria and other supporting information. Geneva, World Health Organization, Vol. 1, 1993; vol. 2 in press. in OMS. – **Elementos traço na nutrição e saúde humanas**. Organização Mundial de Saúde; [tradução Andréa Favano]. São Paulo: Roca, 1998.

PINA, M.F. & SANTOS, S.M. – **Conceitos básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia aplicados a Saúde**. DIS/CICT/FIOCRUZ, Brasília: OPAS, 2000.

PINESE, J.P.P. – Síntese geológica da bacia do rio Tibagi. in MEDRI, M. E. et al. – **A bacia do rio Tibagi**. Londrina, PR, 2002. (p.21 a 38)

PINESE, J.P.P.; ALVES, J.C.; LICHT, O.A.B; PIRES, E.O. & MARAFON, E. – **Características geoquímicas naturais da água de abastecimento público da porção extremo norte do Estado do Paraná, Brasil**. João Pessoa. Anais do XLI Congresso Brasileiro de Geologia: A Geologia e o Homem, 2002.

PITT, R. – Receiving water impacts associated with urban wet weather flows. in HOFFMAN, D.J.; RATTNER, B.A.; BURTON JR, G.A.; CAIRNS JR, J. – **Handbook of ecotoxicology**. 2a. Edição, CRC Press LLC, 2002.

[PML] – **Perfil Municipal de Londrina**. Prefeitura Municipal de Londrina, 2004. Disponível em <http://home.londrina.pr.gov.br/planejamento/perfil/perfil2004/>, acessado em 15/05/06.

\_\_\_\_\_. **Plano Municipal de Saúde de Londrina 2004/05**. Prefeitura Municipal de Londrina, 2005. Secretaria Municipal de Saúde. Conselho Municipal de Saúde. Disponível no endereço eletrônico: <http://www.londrina.pr.gov.br/saude/planomunicipal/>, acessado em 02/06/06.

\_\_\_\_\_. **Saúde e Educação querem manter dengue sob controle**. Prefeitura On Line. Fev/2005. Disponível em: [http://home.londrina.pr.gov.br/news\\_det.php?id\\_news=9945](http://home.londrina.pr.gov.br/news_det.php?id_news=9945), acessado em 31/05/06.

[PNUD] – **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, 2003. Disponível em <http://www.pnud.org.br/atlas/>, acessado em 15/05/06.

PONTES, R. J. S. & RUFFINO-NETTO, A. – **Dengue em localidade urbana da região sudeste do Brasil**: aspectos epidemiológicos. Rev. Saúde Pública, 28: 218-27, 1994.

RATTNER, B.A. & HEATH, A.G. – Environmental factors affecting contaminant toxicity in aquatic and terrestrial vertebrates. in HOFFMAN, D.J.; RATTNER, B.A.; BURTON JR, G.A.; CAIRNS JR, J. – **Handbook of ecotoxicology**. 2a. Edição, CRC Press LLC, 2002.

ROHDE, G.M. – **Geoquímica ambiental e estudos de impacto**. 2ª. Edição – São Paulo: Signus Editora , 2004.

SANDSTRÖM, B.; SANDBERG, A. S. – The effects of penta-and tetra-inositol phosphates on zinc absorption in humans. FASEB journal, 1989, 3: 3090. in OMS. – **Elementos traço na nutrição e saúde humanas**. Organização Mundial de Saúde; [tradução Andréa Favano]. São Paulo: Roca, 1998.

[SANEPAR] – **Relatório do Comitê de água, esgoto e saneamento básico**, 2006. No site: [http://www.londrina.pr.gov.br/governo/comite/mostrar.php?PAGINA=relatorio\\_sanepar&IM AGE\\_NO=138](http://www.londrina.pr.gov.br/governo/comite/mostrar.php?PAGINA=relatorio_sanepar&IM AGE_NO=138), acessado em 23/10/2006.

SANTOS, A.C. – Noções de hidroquímica. In FEITOSA, F.A.C.; FILHO, J.M. (coord.) – **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. Fortaleza: CPRM, LABHID-UFPE, 1997. (p. 81 a 108)

SANTOS, M. – **A urbanização desigual: a especificidade do fenômeno urbano em países subdesenvolvidos**. Milton Santos; tradução de Antonia Dea Erdens e Maria Auxiliadora da Silva; revisão de José Fernandes Dias. Petrópolis, 2ª. Edição, Vozes, 1982.

[SCARPELLI, W.] – **Introdução a Geologia Médica**. I FENAFEG, IGc da USP, 2003. Disponível em [http://www.cprm.gov.br/pgagem/slides\\_pales.pdf](http://www.cprm.gov.br/pgagem/slides_pales.pdf), acessado em 20/06/2005.

SEAB & ITCF. – **Atlas do Estado do Paraná**. Secretaria do Estado da Agricultura e do Abastecimento e Instituto de Terras, Cartografia e Florestas. Curitiba 1987. (p. 8 a 11).

[SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE]. – **Situação epidemiológica da dengue**. Boletim da Semana Epidemiológica nº 13. (Janeiro a Março de 2006) Disponível em: [http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/boletim\\_dengue\\_13.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/boletim_dengue_13.pdf), acessado 02/06/06.

SEMA – **Bacias hidrográficas Urbanas Município de Londrina**. Secretaria Municipal do Ambiente. Núcleo de Recursos Hídricos. Prefeitura do Município de Londrina, 2003. Disponível em: [http://www.londrina.pr.gov.br/ambiente/bacia\\_hidro.php3#bhrjac](http://www.londrina.pr.gov.br/ambiente/bacia_hidro.php3#bhrjac), acessado em 26/07/05.

[SESA] – **Estatísticas de Saúde, 2003**. Secretaria de Estado da Saúde do Paraná. Disponível em: <http://www.opas.org.br/prevencao/site/UploadArq/cdengue.pdf>, acessado em 01/06/06.

\_\_\_\_\_. **Estatísticas de Saúde, 2004**. Secretaria de Estado da Saúde do Paraná. Disponível em: [http://saude.pr.gov.br/ftp/estatisticas/mortal\\_externa/mortal\\_externa2004.xls](http://saude.pr.gov.br/ftp/estatisticas/mortal_externa/mortal_externa2004.xls), acessado em 11/12/05.

SILLANPÄÄ, M. ed. – **Micronutrients and the nutrient states of soils: a global study**. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1982 (FAO Soils Bulletin 48) in OMS. – **Elementos traço na nutrição e saúde humanas**. Organização Mundial de Saúde; [tradução Andréa Favano]. São Paulo: Roca, 1998.

\_\_\_\_\_. **Micronutrient assessment at the country level**. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1990 (FAO Soils Bulletin 63) in OMS. – **Elementos traço na nutrição e saúde humanas**. Organização Mundial de Saúde; [tradução Andréa Favano]. São Paulo: Roca, 1998.

SOUZA, J. – **Sistemas de Informação Geográfica com o Autodesk Map 3D**. Editora FCA, Lisboa, 2005.

SPITALNY, K.C.; BROUNDUM, J.; VOGT, R.L.; SARGENT, H.E.; KAPPEL, S. – Drinking water induced copper intoxication in a Vermont family. *Pediatrics*, 1984, 74: 1103-1106. in OMS. – **Elementos traço na nutrição e saúde humanas**. Organização Mundial de Saúde; [tradução Andréa Favano]. São Paulo: Roca, 1998.

[SRC] – **Water Quality**. Saskatchewan Research Council. Disponível no endereço eletrônico: [http://www.src.sk.ca/html/labs\\_facilities/analytical\\_labs/water\\_quality/index.cfm](http://www.src.sk.ca/html/labs_facilities/analytical_labs/water_quality/index.cfm), acessado em 04/07/06.

STIPP, N.A.F. – Principais tipos de solos da bacia do rio Tibagi. in MEDRI, M. E. et al. – **A bacia do rio Tibagi**. Londrina, PR, 2002. (p. 39 a 43)

STRAHLER, A.N. – **Geografia Física**. Traduzido por Ana Maria Guilló e José Francisco Albert. Ediciones Omega S/A, 8ª. Edição, Barcelona, 1986.

SUERTEGARAY, D. M. A. – **Geomorfologia**: Novos conceitos e abordagens. Trabalho apresentado no VII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA E I FÓRUM LATINO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA. UFPR, 1997. CD ROM (Mesa Redonda).

TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M.C.M.; FAIRCHILD, T.R; TAIOLI, F. – **Decifrando a terra**. São Paulo, Oficina de textos, 2ª. Reimpressão, 2003.

TOREZAN, J.M.D. – Nota sobre a vegetação da bacia do rio Tibagi. in MEDRI, M. E. et al. – **A bacia do rio Tibagi**. Londrina, PR, 2002. (p. 103 a 107).

VAZ, A. J. & LIMA, I. V. – Imunotoxicologia dos metais. In AZEVEDO, F.A.; CHASIN, A.A.M. – **Metais**: gerenciamento da toxicidade. Editora Atheneu, SP, 2003.

WARD, A.D. & ELLIOT, W.J. – Environmental Hydrology. CRC Press Inc., Boca Raton, FL, 1995. in CARMO, M. S. – **Geoquímica de águas e sedimentos de corrente da bacia hidrográfica do Rio Descoberto**. Brasília-DF. 2001. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília.

[WIKIPÉDIA] – **A enciclopédia livre**. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki>, acessado em 21/06/2005.

WOLFF, J. Iodide goitre and the pharmacologic effects of excess iodide. *American Journal of Medicine*, 1969, 47: 101-124. in OMS. – **Elementos traço na nutrição e saúde humanas**. Organização Mundial de Saúde; [tradução Andréa Favano]. São Paulo: Roca, 1998.

**ANEXOS**

## Anexo 1

Modelo da Ficha de coleta com dados de campo. Sendo que a organização desta ficha se baseou nas seguintes fontes:

SANTOS, A.C. – **Noções de hidroquímica**. In FEITOSA, F.A.C. & FILHO, J.M. (coord.) – Hidrogeologia: conceitos e aplicações. Fortaleza: CPRM, LABHID-UFPE, 1997. (p. 81 a 108)

LICHT, O.A.B. – **Prospecção Geoquímica**: princípios, técnicas e métodos. RJ, CPRM, 1998, 236p.

CPRM – **Manual Técnico da Área de Geoquímica**. Versão 5.0. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Minas e Metalurgia. CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2003. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/pgagem>, acessado em 13/05/05.

### ➤ Ponto 01

|   |                           |  |   |
|---|---------------------------|--|---|
| <b>Título do Projeto:</b> INTERAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA E GEOGRAFIA DA SAÚDE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO LINDÓIA, ZONA NORTE DE LONDRINA-PR |                           |  |   |
| <b>Tipo e Fonte da amostra:</b> Águas de drenagem da Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia.   |                           |  |   |
| <b>Nome do Amostrador:</b> Paulo Rogério de Araujo.   |                           |  |   |
| <b>Data de coleta:</b> 25/04/06   |                           | <b>Amostra nº:</b> PR0001  |   |
| <b>Situação Topográfica</b> (altitude): 551   |                           | <b>UTM:</b> SAD69  | <b>Lat:(S)</b> 7426039  |
| <b>Long:(W)</b> 476997  |                           |  |   |
| (rua/bairro/cidade/proximidades)  |                           |  |   |
| <b>Localização e Acesso:</b> Proximidades Pool de Combustíveis de Londrina / Estação da Copel (Cambé) / Pr 445                                |                           |  |   |
| <b>Descrição da área:</b><br>(organização, ocupação do espaço e descrição do entorno)   |                           | <b>Área da Bacia</b> (em Km <sup>2</sup> ): 44,5   |   |
| Área urbana ( )   | Área de agricultura ( X ) | <b>Entorno:</b> Mata secundária cercada por áreas de cultivo. Presença de atividades agrícolas e industriais como: fábricas de fertilizantes, distribuidoras de combustíveis e envasadoras de gás GLP. |   |
| Área rural ( X )  | Área de pastagem ( )      |  |   |
|   | Área de silvicultura ( )  |  |   |
| <b>Largura e ordem da drenagem:</b> (P - principal /A- afluente)<br>P 1M (Ribeirão Lindóia)   |                           | <b>Escala/Espaçamento:</b><br>Escala 1:50.000  |   |
| <b>Geologia:</b> (direção W-E)<br>JKsg (Gr. São Bento – Formação Serra Geral).  |                           | <b>Tipo de solo:</b>   | <b>Pluviosidade média mensal</b> (mm):<br>105mm (IAPAR, 2003) |
| <b>Foto(s) n°(s):</b> 01  |                           | <b>Observações:</b> Foto da nascente do Ribeirão Lindóia.  |   |
| <b>Análises Físico-Químicas</b><br>(in situ)  |                           |  |   |
| pH:   | 6,5                       |    |   |
| Condutividade Elétrica (CE):  | 0,00                      |  |   |
| Temperatura:  | 22°                       |  |   |

➤ **Ponto 02**

|   |                          |   |   |
|---|--------------------------|---|---|
| <b>Título do Projeto: INTERAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA E GEOGRAFIA DA SAÚDE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO LINDÓIA, ZONA NORTE DE LONDRINA-PR</b> |                          |   |   |
| <b>Tipo e Fonte da amostra:</b> <i>Águas de drenagem da Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia.</i>                                      |                          |   |   |
| <b>Nome do Amostrador:</b> <i>Paulo Rogério de Araujo.</i>  |                          |   |   |
| <b>Data de coleta:</b> 25/04/06   |                          | <b>Amostra n°:</b> PR0002   |   |
| <b>Situação Topográfica</b> (altitude): 531   |                          | <b>UTM:</b> SAD69   | <b>Lat:(S)</b> 7426103   <b>Long:(W)</b> 478900               |
| (rua/bairro/cidade/proximidades)  |                          |   |   |
| <b>Localização e Acesso:</b> Chácaras / abaixo pontilhão da linha de trem ALL   |                          |   |   |
| <b>Descrição da área:</b>   |                          | <b>Área da Bacia</b> (em Km <sup>2</sup> ): 44,5  |   |
| Área urbana ( X )   | Área de agricultura ( )  | <b>Entorno:</b> Área composta principalmente por chácaras com atividades predominante primárias. Mata secundária cercada por áreas de hortas e pasto. |   |
| Área rural ( )  | Área de pastagem ( )     |   |   |
|   | Área de silvicultura ( ) |   |   |
| <b>Largura e ordem da drenagem:</b> (P - principal /A- afluente)<br>A 2M (Córrego do Páteo)   |                          | <b>Escala/Espaçamento:</b><br>Escala 1:50.000   |   |
| <b>Geologia: (direção W-E)</b><br>JKsg (Gr. São Bento – Formação Serra Geral).  |                          | <b>Tipo de solo:</b>  | <b>Pluviosidade média mensal</b> (mm):<br>105mm (IAPAR, 2003) |
| <b>Foto(s) n°(s):</b>   |                          | <b>Observações:</b>   |   |
| <b>Análises Físico-Químicas</b>   |                          |   |   |
| <b>(in situ)</b>  |                          |   |   |
| pH:   | 8,2                      |   |   |
| Condutividade Elétrica (CE):  | 0,02                     |   |   |
| Temperatura:  | 22°                      |   |   |

➤ **Ponto 03**

|   |                           |  |   |
|---|---------------------------|--|---|
| <b>Título do Projeto: INTERAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA E GEOGRAFIA DA SAÚDE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO LINDÓIA, ZONA NORTE DE LONDRINA-PR</b> |                           |  |   |
| <b>Tipo e Fonte da amostra:</b> <i>Águas de drenagem da Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia.</i>                                      |                           |  |   |
| <b>Nome do Amostrador:</b> <i>Paulo Rogério de Araujo.</i>  |                           |  |   |
| <b>Data de coleta:</b> 25/04/06   |                           | <b>Amostra n°:</b> PR0003  |   |
| <b>Situação Topográfica</b> (altitude): 507   |                           | <b>UTM:</b> SAD69  | <b>Lat:(S)</b> 7426526   <b>Long:(W)</b> 479409               |
| (rua/bairro/cidade/proximidades)  |                           |  |   |
| <b>Localização e Acesso:</b> Rua São José / Fundos JD Santo André   |                           |  |   |
| <b>Descrição da área:</b>   |                           | <b>Área da Bacia</b> (em Km <sup>2</sup> ): 44,5   |   |
| Área urbana ( )   | Área de agricultura ( X ) | <b>Entorno:</b> Área composta principalmente por chácaras com atividades predominante primárias. Mata secundária cercada por áreas de pasto. |   |
| Área rural ( X )  | Área de pastagem ( X )    |  |   |
|   | Área de silvicultura ( )  |  |   |
| <b>Largura e ordem da drenagem:</b> (P - principal /A- afluente)<br>A 1M (Córrego do Topo)  |                           | <b>Escala/Espaçamento:</b><br>Escala 1:50.000  |   |
| <b>Geologia: (direção W-E)</b><br>JKsg (Gr. São Bento – Formação Serra Geral).  |                           | <b>Tipo de solo:</b>   | <b>Pluviosidade média mensal</b> (mm):<br>105mm (IAPAR, 2003) |
| <b>Foto(s) n°(s):</b>   |                           | <b>Observações:</b>  |   |
| <b>Análises Físico-Químicas</b>   |                           |  |   |
| <b>(in situ)</b>  |                           |  |   |
| pH:   | 7,7                       |  |   |
| Condutividade Elétrica (CE):  | 0,00                      |  |   |
| Temperatura:  | 23°                       |  |   |

➤ **Ponto 04**

|   |                          |  |   |
|---|--------------------------|--|---|
| <b>Título do Projeto: INTERAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA E GEOGRAFIA DA SAÚDE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO LINDÓIA, ZONA NORTE DE LONDRINA-PR</b> |                          |  |   |
| <b>Tipo e Fonte da amostra:</b> <i>Águas de drenagem da Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia.</i>                                      |                          |  |   |
| <b>Nome do Amostrador:</b> <i>Paulo Rogério de Araujo.</i>  |                          |  |   |
| <b>Data de coleta:</b> 25/04/06   | <b>Amostra n°:</b>       | PR0004   |   |
| <b>Situação Topográfica</b> (altitude): 500   | <b>UTM:</b> SAD69        | <b>Lat:(S)</b> 7426407   | <b>Long:(W)</b> 480274  |
| (rua/bairro/cidade/proximidades)  |                          |  |   |
| <b>Localização e Acesso:</b> Transposição JD Barcelona para Maria Celina.   |                          |  |   |
| <b>Descrição da área:</b><br>(organização, ocupação do espaço e descrição do entorno)   |                          | <b>Área da Bacia</b> (em Km <sup>2</sup> ): 44,5   |   |
| Área urbana ( X )   | Área de agricultura ( )  | <b>Entorno:</b> Área com presença de loteamentos novos e conjuntos habitacionais. Mata secundária pouco conservada margeia o ribeirão. |   |
| Área rural ( )  | Área de pastagem ( )     |  |   |
|   | Área de silvicultura ( ) |  |   |
| <b>Largura e ordem da drenagem:</b> (P - principal /A- afluente)<br>P 2M (Ribeirão Lindóia)   |                          | <b>Escala/Espaçamento:</b><br>Escala 1:50.000  |   |
| <b>Geologia: (direção W-E)</b><br>JKsg (Gr. São Bento – Formação Serra Geral).  |                          | <b>Tipo de solo:</b>   | <b>Pluviosidade média mensal</b> (mm):<br>105mm (IAPAR, 2003) |
| <b>Foto(s) n°(s):</b>   |                          | <b>Observações:</b>  |   |
| <b>Análises Físico-Químicas (in situ)</b>   |                          |  |   |
| pH:   | 7,7                      |  |   |
| Condutividade Elétrica (CE):  | 0,03                     |  |   |
| Temperatura:  | 20°                      |  |   |

➤ **Ponto 05**

|   |                          |  |   |
|---|--------------------------|--|---|
| <b>Título do Projeto: INTERAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA E GEOGRAFIA DA SAÚDE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO LINDÓIA, ZONA NORTE DE LONDRINA-PR</b> |                          |  |   |
| <b>Tipo e Fonte da amostra:</b> <i>Águas de drenagem da Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia.</i>                                      |                          |  |   |
| <b>Nome do Amostrador:</b> <i>Paulo Rogério de Araujo.</i>  |                          |  |   |
| <b>Data de coleta:</b> 25/04/06   | <b>Amostra n°:</b>       | PR0005   |   |
| <b>Situação Topográfica</b> (altitude): 510   | <b>UTM:</b> SAD69        | <b>Lat:(S)</b> 7425715   | <b>Long:(W)</b> 481824  |
| (rua/bairro/cidade/proximidades)  |                          |  |   |
| <b>Localização e Acesso:</b> Ilma L. Gergoletto / Fundos do conjunto Hilda Mandarinino.   |                          |  |   |
| <b>Descrição da área:</b><br>(organização, ocupação do espaço e descrição do entorno)   |                          | <b>Área da Bacia</b> (em Km <sup>2</sup> ): 44,5   |   |
| Área urbana ( X )   | Área de agricultura ( )  | <b>Entorno:</b> Área de conjuntos habitacionais, com pouca vegetação muito alterada e presença de plantação de hortaliças. |   |
| Área rural ( )  | Área de pastagem ( )     |  |   |
|   | Área de silvicultura ( ) |  |   |
| <b>Largura e ordem da drenagem:</b> (P - principal /A- afluente)<br>A 1M (Córrego Ouro Verde)   |                          | <b>Escala/Espaçamento:</b><br>Escala 1:50.000  |   |
| <b>Geologia: (direção W-E)</b><br>JKsg (Gr. São Bento – Formação Serra Geral).  |                          | <b>Tipo de solo:</b>   | <b>Pluviosidade média mensal</b> (mm):<br>105mm (IAPAR, 2003) |
| <b>Foto(s) n°(s):</b>   |                          | <b>Observações:</b>  |   |
| <b>Análises Físico-Químicas (in situ)</b>   |                          |  |   |
| pH:   | 7,2                      |  |   |
| Condutividade Elétrica (CE):  | 0,05                     |  |   |
| Temperatura:  | 23°                      |  |   |

➤ **Ponto 06**

|   |                          |   |   |
|---|--------------------------|---|---|
| <b>Título do Projeto: INTERAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA E GEOGRAFIA DA SAÚDE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO LINDÓIA, ZONA NORTE DE LONDRINA-PR</b> |                          |   |   |
| <b>Tipo e Fonte da amostra:</b> <i>Águas de drenagem da Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia.</i>                                      |                          |   |   |
| <b>Nome do Amostrador:</b> <i>Paulo Rogério de Araujo.</i>  |                          |   |   |
| <b>Data de coleta:</b> 25/04/06   |                          | <b>Amostra n°:</b> PR0006   |   |
| <b>Situação Topográfica</b> (altitude): 478   |                          | <b>UTM:</b> SAD69   | <b>Lat:(S)</b> 7426245  |
| <b>Long:(W)</b> 483142  |                          |   |   |
| (rua/bairro/cidade/proximidades)  |                          |   |   |
| <b>Localização e Acesso:</b> Transposição Rib. Lindóia nos fundos do Residencial Liberdade.   |                          |   |   |
| (organização, ocupação do espaço e descrição do entorno)  |                          |   |   |
| <b>Descrição da área:</b>   |                          | <b>Área da Bacia</b> (em Km <sup>2</sup> ): 44,5  |   |
| Área urbana ( X )   | Área de agricultura ( )  | <b>Entorno:</b> Área com presença de chácaras, conjuntos habitacionais e loteamentos novos, com pouca vegetação e presença de erosão nas ruas de terra. |   |
| Área rural ( )  | Área de pastagem ( )     |   |   |
|   | Área de silvicultura ( ) |   |   |
| <b>Largura e ordem da drenagem:</b> (P - principal /A- afluente)<br>P 2M (Ribeirão Lindóia)   |                          | <b>Escala/Espaçamento:</b><br>Escala 1:50.000   |   |
| <b>Geologia: (direção W-E)</b><br>JKsg (Gr. São Bento – Formação Serra Geral).  |                          | <b>Tipo de solo:</b>  | <b>Pluviosidade média mensal</b> (mm):<br>105mm (IAPAR, 2003) |
| <b>Foto(s) n°(s):</b>   |                          | <b>Observações:</b>   |   |
| <b>Análises Físico-Químicas (in situ)</b>   |                          |   |   |
| pH:   | 7,2                      |   |   |
| Condutividade Elétrica (CE):  | 0,04                     |   |   |
| Temperatura:  | 20°                      |   |   |

➤ **Ponto 07**

|   |                          |  |   |
|---|--------------------------|--|---|
| <b>Título do Projeto: INTERAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA E GEOGRAFIA DA SAÚDE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO LINDÓIA, ZONA NORTE DE LONDRINA-PR</b> |                          |  |   |
| <b>Tipo e Fonte da amostra:</b> <i>Águas de drenagem da Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia.</i>                                      |                          |  |   |
| <b>Nome do Amostrador:</b> <i>Paulo Rogério de Araujo.</i>  |                          |  |   |
| <b>Data de coleta:</b> 25/04/06   |                          | <b>Amostra n°:</b> PR0007  |   |
| <b>Situação Topográfica</b> (altitude): 485   |                          | <b>UTM:</b> SAD69  | <b>Lat:(S)</b> 7426606  |
| <b>Long:(W)</b> 483546  |                          |  |   |
| (rua/bairro/cidade/proximidades)  |                          |  |   |
| <b>Localização e Acesso:</b> Ao lado da chácara Leão de Judá, nas proximidades do Cemitério Jardim da Saudade.                                |                          |  |   |
| (organização, ocupação do espaço e descrição do entorno)  |                          |  |   |
| <b>Descrição da área:</b>   |                          | <b>Área da Bacia</b> (em Km <sup>2</sup> ): 44,5   |   |
| Área urbana ( X )   | Área de agricultura ( )  | <b>Entorno:</b> Área com presença de conjuntos habitacionais, loteamentos e chácaras de aluguel. |   |
| Área rural ( )  | Área de pastagem ( )     |  |   |
|   | Área de silvicultura ( ) |  |   |
| <b>Largura e ordem da drenagem:</b> (P - principal /A- afluente)<br>A 2M (Córrego do Veado)   |                          | <b>Escala/Espaçamento:</b><br>Escala 1:50.000  |   |
| <b>Geologia: (direção W-E)</b><br>JKsg (Gr. São Bento – Formação Serra Geral).  |                          | <b>Tipo de solo:</b>   | <b>Pluviosidade média mensal</b> (mm):<br>105mm (IAPAR, 2003) |
| <b>Foto(s) n°(s):</b>   |                          | <b>Observações:</b>  |   |
| <b>Análises Físico-Químicas (in situ)</b>   |                          |  |   |
| pH:   | 7,7                      |  |   |
| Condutividade Elétrica (CE):  | 0,02                     |  |   |
| Temperatura:  | 20°                      |  |   |

➤ **Ponto 08**

|   |                          |   |   |
|---|--------------------------|---|---|
| <b>Título do Projeto: INTERAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA E GEOGRAFIA DA SAÚDE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO LINDÓIA, ZONA NORTE DE LONDRINA-PR</b> |                          |   |   |
| <b>Tipo e Fonte da amostra:</b> <i>Águas de drenagem da Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia.</i>                                      |                          |   |   |
| <b>Nome do Amostrador:</b> <i>Paulo Rogério de Araujo.</i>  |                          |   |   |
| <b>Data de coleta:</b> 25/04/06   | <b>Amostra n°:</b>       | PR0008  |   |
| <b>Situação Topográfica</b> (altitude): 473   | <b>UTM:</b> SAD69        | <b>Lat:(S)</b> 7426374  | <b>Long:(W)</b> 484092  |
| (rua/bairro/cidade/proximidades)  |                          |   |   |
| <b>Localização e Acesso:</b> Região do Lago JD Paraíso / Rua: Liberdade   |                          |   |   |
| (organização, ocupação do espaço e descrição do entorno)  |                          | <b>Área da Bacia</b> (em Km <sup>2</sup> ): 44,5  |   |
| <b>Descrição da área:</b>   |                          | <b>Entorno:</b> Região dos fundos do JD Paraíso composto por moradias de baixo padrão, na margem oposta loteamento novo e ainda obras para transposição e continuação da avenida L.H.G.Viana. |   |
| Área urbana ( X )   | Área de agricultura ( )  |   |   |
| Área rural ( )  | Área de pastagem ( )     |   |   |
|   | Área de silvicultura ( ) |   |   |
| <b>Largura e ordem da drenagem:</b> (P - principal /A- afluente)<br>P 2M (Ribeirão Lindóia)   |                          | <b>Escala/Espaçamento:</b><br>Escala 1:50.000   |   |
| <b>Geologia: (direção W-E)</b><br>JKsg (Gr. São Bento – Formação Serra Geral).  |                          | <b>Tipo de solo:</b>  | <b>Pluviosidade média mensal</b> (mm):<br>105mm (IAPAR, 2003) |
| <b>Foto(s) n°(s):</b>   |                          | <b>Observações:</b>   |   |
| <b>Análises Físico-Químicas</b>   |                          |   |   |
| <b>(in situ)</b>  |                          |   |   |
| pH:   | 7,3                      |   |   |
| Condutividade Elétrica (CE):  | 0,04                     |   |   |
| Temperatura:  | 20°                      |   |   |

➤ **Ponto 09**

|   |                          |  |   |
|---|--------------------------|--|---|
| <b>Título do Projeto: INTERAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA E GEOGRAFIA DA SAÚDE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO LINDÓIA, ZONA NORTE DE LONDRINA-PR</b> |                          |  |   |
| <b>Tipo e Fonte da amostra:</b> <i>Águas de drenagem da Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia.</i>                                      |                          |  |   |
| <b>Nome do Amostrador:</b> <i>Paulo Rogério de Araujo.</i>  |                          |  |   |
| <b>Data de coleta:</b> 25/04/06   | <b>Amostra n°:</b>       | PR0009   |   |
| <b>Situação Topográfica</b> (altitude): 480   | <b>UTM:</b> SAD69        | <b>Lat:(S)</b> 7426770   | <b>Long:(W)</b> 484774  |
| (rua/bairro/cidade/proximidades)  |                          |  |   |
| <b>Localização e Acesso:</b> Anuar Caran / Bairro Semiramis   |                          |  |   |
| (organização, ocupação do espaço e descrição do entorno)  |                          | <b>Área da Bacia</b> (em Km <sup>2</sup> ): 44,5   |   |
| <b>Descrição da área:</b>   |                          | <b>Entorno:</b> Área de conjuntos habitacionais. Barragem da Represa do lago Cabrinha com área de lazer. |   |
| Área urbana ( X )   | Área de agricultura ( )  |  |   |
| Área rural ( )  | Área de pastagem ( )     |  |   |
|   | Área de silvicultura ( ) |  |   |
| <b>Largura e ordem da drenagem:</b> (P - principal /A- afluente)<br>A 3M (Córrego Cabrinha)   |                          | <b>Escala/Espaçamento:</b><br>Escala 1:50.000  |   |
| <b>Geologia: (direção W-E)</b><br>JKsg (Gr. São Bento – Formação Serra Geral).  |                          | <b>Tipo de solo:</b>   | <b>Pluviosidade média mensal</b> (mm):<br>105mm (IAPAR, 2003) |
| <b>Foto(s) n°(s):</b>   |                          | <b>Observações:</b>  |   |
| <b>Análises Físico-Químicas</b>   |                          |  |   |
| <b>(in situ)</b>  |                          |  |   |
| pH:   | 7,2                      |  |   |
| Condutividade Elétrica (CE):  | 0,16                     |  |   |
| Temperatura:  | 23°                      |  |   |

## ➤ Ponto 10

|   |      |   |   |
|---|------|---|---|
| <b>Título do Projeto: INTERAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA E GEOGRAFIA DA SAÚDE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO LINDÓIA, ZONA NORTE DE LONDRINA-PR</b> |      |   |   |
| <b>Tipo e Fonte da amostra:</b> Águas de drenagem da Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia.   |      |   |   |
| <b>Nome do Amostrador:</b> Paulo Rogério de Araujo.   |      |   |   |
| <b>Data de coleta:</b> 26/04/06   |      | <b>Amostra n°:</b> PR0010   |   |
| <b>Situação Topográfica</b> (altitude): 483   |      | <b>UTM:</b> SAD69   | <b>Lat:(S)</b> 7426284   <b>Long:(W)</b> 4854438  |
| (rua/bairro/cidade/proximidades)  |      |   |   |
| <b>Localização e Acesso:</b> Transposição do Conjunto João Paz para o Conjunto Farid Libos.   |      |   |   |
| <b>Descrição da área:</b><br>Área urbana ( X )<br>Área rural ( )  |      | Área de agricultura ( )<br>Área de pastagem ( )<br>Área de silvicultura ( ) | <b>Área da Bacia</b> (em Km <sup>2</sup> ): 44,5<br><b>Entorno:</b> Área urbana de conjuntos habitacionais com presença de animais e pouca vegetação. |
| <b>Largura e ordem da drenagem:</b> (P - principal /A- afluente)<br>P 2M (Ribeirão Lindóia)   |      | <b>Escala/Espaçamento:</b><br>Escala 1:50.000                               |   |
| <b>Geologia: (direção W-E)</b><br>JKsg (Gr. São Bento – Formação Serra Geral).  |      | <b>Tipo de solo:</b>  | <b>Pluviosidade média mensal</b> (mm):<br>105mm (IAPAR, 2003)   |
| <b>Foto(s) n°(s):</b>   |      | <b>Observações:</b>   |   |
| <b>Análises Físico-Químicas</b>   |      |   |   |
| <b>(in situ)</b>  |      |   |   |
| pH:   | 7,7  |   |   |
| Condutividade Elétrica (CE):  | 0,05 |   |   |
| Temperatura:  | 24°  |   |   |

## ➤ Ponto 11

|   |      |   |  |
|---|------|---|--|
| <b>Título do Projeto: INTERAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA E GEOGRAFIA DA SAÚDE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO LINDÓIA, ZONA NORTE DE LONDRINA-PR</b> |      |   |  |
| <b>Tipo e Fonte da amostra:</b> Águas de drenagem da Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia.   |      |   |  |
| <b>Nome do Amostrador:</b> Paulo Rogério de Araujo.   |      |   |  |
| <b>Data de coleta:</b> 26/04/06   |      | <b>Amostra n°:</b> PR0011   |  |
| <b>Situação Topográfica</b> (altitude): 465   |      | <b>UTM:</b> SAD69   | <b>Lat:(S)</b> 7426839   <b>Long:(W)</b> 485561  |
| (rua/bairro/cidade/proximidades)  |      |   |  |
| <b>Localização e Acesso:</b> Rua Toshio Sanada  |      |   |  |
| <b>Descrição da área:</b><br>Área urbana ( X )<br>Área rural ( )  |      | Área de agricultura ( X )<br>Área de pastagem ( )<br>Área de silvicultura ( ) | <b>Área da Bacia</b> (em Km <sup>2</sup> ): 44,5<br><b>Entorno:</b> Região com ocupações de chácaras em toda extensão do vale, criação de animais domésticos e hortas. (Conjunto João Paz nas proximidades da indústria de embalagens Dixie Toga). |
| <b>Largura e ordem da drenagem:</b> (P - principal /A- afluente)<br>A 1M (Córrego João Paz)   |      | <b>Escala/Espaçamento:</b><br>Escala 1:50.000                                 |  |
| <b>Geologia: (direção W-E)</b><br>JKsg (Gr. São Bento – Formação Serra Geral).  |      | <b>Tipo de solo:</b>  | <b>Pluviosidade média mensal</b> (mm):<br>105mm (IAPAR, 2003)  |
| <b>Foto(s) n°(s):</b>   |      | <b>Observações:</b>   |  |
| <b>Análises Físico-Químicas</b>   |      |   |  |
| <b>(in situ)</b>  |      |   |  |
| pH:   | 6,1  |   |  |
| Condutividade Elétrica (CE):  | 0,10 |   |  |
| Temperatura:  | 23°  |   |  |

➤ **Ponto 12**

|   |                          |  |   |
|---|--------------------------|--|---|
| <b>Título do Projeto: INTERAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA E GEOGRAFIA DA SAÚDE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO LINDÓIA, ZONA NORTE DE LONDRINA-PR</b> |                          |  |   |
| <b>Tipo e Fonte da amostra:</b> <i>Águas de drenagem da Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia.</i>                                      |                          |  |   |
| <b>Nome do Amostrador:</b> <i>Paulo Rogério de Araujo.</i>  |                          |  |   |
| <b>Data de coleta:</b> 26/04/06   |                          | <b>Amostra n°:</b> PR0012  |   |
| <b>Situação Topográfica</b> (altitude): 449   |                          | <b>UTM:</b> SAD69  | <b>Lat:(S)</b> 7426309  |
| <b>Long:(W)</b> 485932<br>(rua/bairro/cidade/proximidades)  |                          |  |   |
| <b>Localização e Acesso:</b> Avenida Angelina Ricci Vezozo<br>(organização, ocupação do espaço e descrição do entorno)                        |                          |  |   |
| <b>Descrição da área:</b>   |                          | <b>Área da Bacia</b> (em Km <sup>2</sup> ): 44,5   |   |
| Área urbana ( X )   | Área de agricultura ( )  | <b>Entorno:</b> Área de chácaras com predominância de atividades rurais e presença de atividades industriais. (Proximidades da indústria de embalagens Dixie Toga) |   |
| Área rural ( X )  | Área de pastagem ( )     |  |   |
|   | Área de silvicultura ( ) |  |   |
| <b>Largura e ordem da drenagem:</b> (P - principal /A- afluente)<br>P 3M (Ribeirão Lindóia)   |                          | <b>Escala/Espaçamento:</b><br>Escala 1:50.000  |   |
| <b>Geologia: (direção W-E)</b><br>JKsg (Gr. São Bento – Formação Serra Geral).  |                          | <b>Tipo de solo:</b>   | <b>Pluviosidade média mensal</b> (mm):<br>105mm (IAPAR, 2003) |
| <b>Foto(s) n°(s):</b>   |                          | <b>Observações:</b>  |   |
| <b>Análises Físico-Químicas (in situ)</b>   |                          |  |   |
| pH:   | 7,7                      |  |   |
| Condutividade Elétrica (CE):  | 0,05                     |  |   |
| Temperatura:  | 20°                      |  |   |

➤ **Ponto 13**

|   |                          |   |   |
|---|--------------------------|---|---|
| <b>Título do Projeto: INTERAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA E GEOGRAFIA DA SAÚDE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO LINDÓIA, ZONA NORTE DE LONDRINA-PR</b> |                          |   |   |
| <b>Tipo e Fonte da amostra:</b> <i>Águas de drenagem da Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia.</i>                                      |                          |   |   |
| <b>Nome do Amostrador:</b> <i>Paulo Rogério de Araujo.</i>  |                          |   |   |
| <b>Data de coleta:</b> 25/04/06   |                          | <b>Amostra n°:</b> PR0013   |   |
| <b>Situação Topográfica</b> (altitude): 504   |                          | <b>UTM:</b> SAD69   | <b>Lat:(S)</b> 7424561  |
| <b>Long:(W)</b> 482643<br>(rua/bairro/cidade/proximidades)  |                          |   |   |
| <b>Localização e Acesso:</b> Rua Eládio Yanes Perez<br>(organização, ocupação do espaço e descrição do entorno)                               |                          |   |   |
| <b>Descrição da área:</b>   |                          | <b>Área da Bacia</b> (em Km <sup>2</sup> ): 44,5  |   |
| Área urbana ( X )   | Área de agricultura ( )  | <b>Entorno:</b> Fundos JD dos Alpes I. Nenhuma mata ciliar com criação de animais (gado) e ocupação irregular (favela) na margem direita. |   |
| Área rural ( )  | Área de pastagem ( )     |   |   |
|   | Área de silvicultura ( ) |   |   |
| <b>Largura e ordem da drenagem:</b> (P - principal /A- afluente)<br>A 2M (Ribeirão Quati)   |                          | <b>Escala/Espaçamento:</b><br>Escala 1:50.000   |   |
| <b>Geologia: (direção W-E)</b><br>JKsg (Gr. São Bento – Formação Serra Geral).  |                          | <b>Tipo de solo:</b>  | <b>Pluviosidade média mensal</b> (mm):<br>105mm (IAPAR, 2003) |
| <b>Foto(s) n°(s):</b>   |                          | <b>Observações:</b>   |   |
| <b>Análises Físico-Químicas (in situ)</b>   |                          |   |   |
| pH:   | 7,4                      |   |   |
| Condutividade Elétrica (CE):  | 0,09                     |   |   |
| Temperatura:  | 24°                      |   |   |

## ➤ Ponto 14

|   |                          |   |   |
|---|--------------------------|---|---|
| <b>Título do Projeto: INTERAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA E GEOGRAFIA DA SAÚDE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO LINDÓIA, ZONA NORTE DE LONDRINA-PR</b> |                          |   |   |
| <b>Tipo e Fonte da amostra:</b> <i>Águas de drenagem da Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia.</i>                                      |                          |   |   |
| <b>Nome do Amostrador:</b> <i>Paulo Rogério de Araujo.</i>  |                          |   |   |
| <b>Data de coleta:</b> 26/04/06   |                          | <b>Amostra n°:</b> PR0014   |   |
| <b>Situação Topográfica</b> (altitude): 456   |                          | <b>UTM:</b> SAD69   | <b>Lat:(S)</b> 7425025  |
| <b>Long:(W)</b> 485878<br>(rua/bairro/cidade/proximidades)  |                          |   |   |
| <b>Localização e Acesso:</b> Avenida Angelina Ricci Vezoso<br>(organização, ocupação do espaço e descrição do entorno)                        |                          |   |   |
| <b>Descrição da área:</b>   |                          | <b>Área da Bacia</b> (em Km <sup>2</sup> ): 44,5  |   |
| Área urbana ( X )   | Área de agricultura ( )  | <b>Entorno:</b> Área com predominância de atividades rurais e algumas atividades industriais. (Proximidades da EPESMEL) |   |
| Área rural ( )  | Área de pastagem ( )     |   |   |
|   | Área de silvicultura ( ) |   |   |
| <b>Largura e ordem da drenagem:</b> (P - principal /A- afluente)<br>A 3M (Ribeirão Quati)   |                          | <b>Escala/Espaçamento:</b><br>Escala 1:50.000   |   |
| <b>Geologia: (direção W-E)</b><br>JKsg (Gr. São Bento – Formação Serra Geral).  |                          | <b>Tipo de solo:</b>  | <b>Pluviosidade média mensal</b> (mm):<br>105mm (IAPAR, 2003) |
| <b>Foto(s) n°(s):</b>   |                          | <b>Observações:</b>   |   |
| <b>Análises Físico-Químicas (in situ)</b>   |                          |   |   |
| pH:   | 7,8                      |   |   |
| Condutividade Elétrica (CE):  | 0,15                     |   |   |
| Temperatura:  | 21°                      |   |   |

## ➤ Ponto 15

|   |                          |  |   |
|---|--------------------------|--|---|
| <b>Título do Projeto: INTERAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA E GEOGRAFIA DA SAÚDE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO LINDÓIA, ZONA NORTE DE LONDRINA-PR</b> |                          |  |   |
| <b>Tipo e Fonte da amostra:</b> <i>Águas de drenagem da Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia.</i>                                      |                          |  |   |
| <b>Nome do Amostrador:</b> <i>Paulo Rogério de Araujo.</i>  |                          |  |   |
| <b>Data de coleta:</b> 26/04/06   |                          | <b>Amostra n°:</b> PR0015  |   |
| <b>Situação Topográfica</b> (altitude): 466   |                          | <b>UTM:</b> SAD69  | <b>Lat:(S)</b> 7426258  |
| <b>Long:(W)</b> 488395<br>(rua/bairro/cidade/proximidades)  |                          |  |   |
| <b>Localização e Acesso:</b> Rua José Vitorino<br>(organização, ocupação do espaço e descrição do entorno)                                    |                          |  |   |
| <b>Descrição da área:</b>   |                          | <b>Área da Bacia</b> (em Km <sup>2</sup> ): 44,5   |   |
| Área urbana ( X )   | Área de agricultura ( )  | <b>Entorno:</b> Fundos do Conjunto Mister Thomas, área com presença de muito lixo, pouca vegetação, algumas hortas e criação de animais (cavalos). |   |
| Área rural ( )  | Área de pastagem ( )     |  |   |
|   | Área de silvicultura ( ) |  |   |
| <b>Largura e ordem da drenagem:</b> (P - principal /A- afluente)<br>P 3M (Ribeirão Lindóia)   |                          | <b>Escala/Espaçamento:</b><br>Escala 1:50.000  |   |
| <b>Geologia: (direção W-E)</b><br>JKsg (Gr. São Bento – Formação Serra Geral).  |                          | <b>Tipo de solo:</b>   | <b>Pluviosidade média mensal</b> (mm):<br>105mm (IAPAR, 2003) |
| <b>Foto(s) n°(s):</b>   |                          | <b>Observações:</b>  |   |
| <b>Análises Físico-Químicas (in situ)</b>   |                          |  |   |
| pH:   | 8,3                      |  |   |
| Condutividade Elétrica (CE):  | 0,05                     |  |   |
| Temperatura:  | 23°                      |  |   |

➤ **Ponto 16**

|   |                           |   |   |
|---|---------------------------|---|---|
| <b>Título do Projeto: INTERAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA E GEOGRAFIA DA SAÚDE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO LINDÓIA, ZONA NORTE DE LONDRINA-PR</b> |                           |   |   |
| <b>Tipo e Fonte da amostra:</b> <i>Águas de drenagem da Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia.</i>                                      |                           |   |   |
| <b>Nome do Amostrador:</b> <i>Paulo Rogério de Araujo.</i>  |                           |   |   |
| <b>Data de coleta:</b> 25/04/06   |                           | <b>Amostra n°:</b> PR0016   |   |
| <b>Situação Topográfica</b> (altitude): 434   |                           | <b>UTM:</b> SAD69   | <b>Lat:(S)</b> 7424444 <b>Long:(W)</b> 489091                 |
| (rua/bairro/cidade/proximidades)  |                           |   |   |
| <b>Localização e Acesso:</b> Fundos dos Motéis Oásis e Esplanada.   |                           |   |   |
| (organização, ocupação do espaço e descrição do entorno)  |                           |   | <b>Área da Bacia</b> (em Km <sup>2</sup> ): 44,5              |
| <b>Descrição da área:</b>   |                           |   |   |
| Área urbana ( X )   | Área de agricultura ( X ) | <b>Entorno:</b> Área de chácaras, alagada com predominância de atividades rurais (hortas), pouca vegetação e criação de animais (vacas, porcos e galinhas). |   |
| Área rural ( )  | Área de pastagem ( X )    |   |   |
|   | Área de silvicultura ( )  |   |   |
| <b>Largura e ordem da drenagem:</b> (P - principal /A- afluente)<br>P 3M (Ribeirão Lindóia)   |                           | <b>Escala/Espaçamento:</b><br>Escala 1:50.000   |   |
| <b>Geologia: (direção W-E)</b><br>JKsg (Gr. São Bento – Formação Serra Geral).  |                           | <b>Tipo de solo:</b>  | <b>Pluviosidade média mensal</b> (mm):<br>105mm (IAPAR, 2003) |
| <b>Foto(s) n°(s):</b>   |                           | <b>Observações:</b>   |   |
| <b>Análises Físico-Químicas (in situ)</b>   |                           |   |   |
| pH:   | 7,9                       |   |   |
| Condutividade Elétrica (CE):  | 0,24                      |   |   |
| Temperatura:  | 24°                       |   |   |

➤ **Ponto 17**

|   |                          |  |   |
|---|--------------------------|--|---|
| <b>Título do Projeto: INTERAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA E GEOGRAFIA DA SAÚDE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO LINDÓIA, ZONA NORTE DE LONDRINA-PR</b> |                          |  |   |
| <b>Tipo e Fonte da amostra:</b> <i>Águas de drenagem da Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia.</i>                                      |                          |  |   |
| <b>Nome do Amostrador:</b> <i>Paulo Rogério de Araujo.</i>  |                          |  |   |
| <b>Data de coleta:</b> 25/04/06   |                          | <b>Amostra n°:</b> PR0017  |   |
| <b>Situação Topográfica</b> (altitude): 493   |                          | <b>UTM:</b> SAD69  | <b>Lat:(S)</b> 7422220 <b>Long:(W)</b> 485073                 |
| (rua/bairro/cidade/proximidades)  |                          |  |   |
| <b>Localização e Acesso:</b> Rua Flor de Jesus próximo ao cruzamento com a rua Santa Terezinha.   |                          |  |   |
| (organização, ocupação do espaço e descrição do entorno)  |                          |  | <b>Área da Bacia</b> (em Km <sup>2</sup> ): 44,5              |
| <b>Descrição da área:</b>   |                          |  |   |
| Área urbana ( X )   | Área de agricultura ( )  | <b>Entorno:</b> Área urbana com pouca vegetação e muito lixo fundos do JD Interlagos e Marabá. |   |
| Área rural ( )  | Área de pastagem ( )     |  |   |
|   | Área de silvicultura ( ) |  |   |
| <b>Largura e ordem da drenagem:</b> (P - principal /A- afluente)<br>A 1M (Córrego Água das Pedras)  |                          | <b>Escala/Espaçamento:</b><br>Escala 1:50.000  |   |
| <b>Geologia: (direção W-E)</b><br>JKsg (Gr. São Bento – Formação Serra Geral).  |                          | <b>Tipo de solo:</b>   | <b>Pluviosidade média mensal</b> (mm):<br>105mm (IAPAR, 2003) |
| <b>Foto(s) n°(s):</b>   |                          | <b>Observações:</b>  |   |
| <b>Análises Físico-Químicas (in situ)</b>   |                          |  |   |
| pH:   | 7,8                      |  |   |
| Condutividade Elétrica (CE):  | 0,18                     |  |   |
| Temperatura:  | 24°                      |  |   |

➤ **Ponto 18**

|   |                          |   |   |
|---|--------------------------|---|---|
| <b>Título do Projeto: INTERAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA E GEOGRAFIA DA SAÚDE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO LINDÓIA, ZONA NORTE DE LONDRINA-PR</b> |                          |   |   |
| <b>Tipo e Fonte da amostra:</b> <i>Águas de drenagem da Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia.</i>                                      |                          |   |   |
| <b>Nome do Amostrador:</b> <i>Paulo Rogério de Araujo.</i>  |                          |   |   |
| <b>Data de coleta:</b> 25/04/06   | <b>Amostra n°:</b>       | PR0018  |   |
| <b>Situação Topográfica</b> (altitude): 453   | <b>UTM:</b> SAD69        | <b>Lat:(S)</b> 7423656  | <b>Long:(W)</b> 487738  |
| (rua/bairro/cidade/proximidades)  |                          |   |   |
| <b>Localização e Acesso:</b> Rua Francisco Américo (JD Marisol)   |                          |   |   |
| (organização, ocupação do espaço e descrição do entorno)  |                          |   | <b>Área da Bacia</b> (em Km <sup>2</sup> ): 44,5              |
| <b>Descrição da área:</b>   |                          |   |   |
| Área urbana ( X )   | Área de agricultura ( )  | <b>Entorno:</b> Loteamento Novo do JD Marisol com presença de atividades industriais e agrícolas, ocupação de chácaras no fundo de vale com atividades agrícolas. |   |
| Área rural ( )  | Área de pastagem ( )     |   |   |
|   | Área de silvicultura ( ) |   |   |
| <b>Largura e ordem da drenagem:</b> (P - principal /A- afluente)<br>A 2M (Córrego Água das Pedras)  |                          | <b>Escala/Espaçamento:</b><br>Escala 1:50.000   |   |
| <b>Geologia:</b> (direção W-E)<br>JKsg (Gr. São Bento – Formação Serra Geral).  |                          | <b>Tipo de solo:</b>  | <b>Pluviosidade média mensal</b> (mm):<br>105mm (IAPAR, 2003) |
| <b>Foto(s) n°(s):</b>   |                          | <b>Observações:</b>   |   |
| <b>Análises Físico-Químicas</b>   |                          |   |   |
| <b>(in situ)</b>  |                          |   |   |
| pH:   | 8,1                      |   |   |
| Condutividade Elétrica (CE):  | 0,12                     |   |   |
| Temperatura:  | 24°                      |   |   |

➤ **Ponto 19**

|   |                           |   |   |
|---|---------------------------|---|---|
| <b>Título do Projeto: INTERAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA E GEOGRAFIA DA SAÚDE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO LINDÓIA, ZONA NORTE DE LONDRINA-PR</b> |                           |   |   |
| <b>Tipo e Fonte da amostra:</b> <i>Águas de drenagem da Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia.</i>                                      |                           |   |   |
| <b>Nome do Amostrador:</b> <i>Paulo Rogério de Araujo.</i>  |                           |   |   |
| <b>Data de coleta:</b> 25/04/06   | <b>Amostra n°:</b>        | PR0019  |   |
| <b>Situação Topográfica</b> (altitude): 436   | <b>UTM:</b> SAD69         | <b>Lat:(S)</b> 7424362  | <b>Long:(W)</b> 489038  |
| (rua/bairro/cidade/proximidades)  |                           |   |   |
| <b>Localização e Acesso:</b> Fundos dos Motéis Oásis e Esplanada.   |                           |   |   |
| (organização, ocupação do espaço e descrição do entorno)  |                           |   | <b>Área da Bacia</b> (em Km <sup>2</sup> ): 44,5              |
| <b>Descrição da área:</b>   |                           |   |   |
| Área urbana ( X )   | Área de agricultura ( X ) | <b>Entorno:</b> Área de chácaras, alagada com predominância de atividades rurais (hortas), pouca vegetação e criação de animais (vacas, porcos e galinhas). Confluência com o Rib. Lindóia. |   |
| Área rural ( )  | Área de pastagem ( X )    |   |   |
|   | Área de silvicultura ( )  |   |   |
| <b>Largura e ordem da drenagem:</b> (P - principal /A- afluente)<br>A 2M (Córrego Água das Pedras)  |                           | <b>Escala/Espaçamento:</b><br>Escala 1:50.000   |   |
| <b>Geologia:</b> (direção W-E)<br>JKsg (Gr. São Bento – Formação Serra Geral).  |                           | <b>Tipo de solo:</b>  | <b>Pluviosidade média mensal</b> (mm):<br>105mm (IAPAR, 2003) |
| <b>Foto(s) n°(s):</b>   |                           | <b>Observações:</b>   |   |
| <b>Análises Físico-Químicas</b>   |                           |   |   |
| <b>(in situ)</b>  |                           |   |   |
| pH:   | 8,1                       |   |   |
| Condutividade Elétrica (CE):  | 0,10                      |   |   |
| Temperatura:  | 23°                       |   |   |

➤ **Ponto 20**

|   |                           |  |   |
|---|---------------------------|--|---|
| <b>Título do Projeto: INTERAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA E GEOGRAFIA DA SAÚDE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO LINDÓIA, ZONA NORTE DE LONDRINA-PR</b> |                           |  |   |
| <b>Tipo e Fonte da amostra:</b> <i>Águas de drenagem da Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia.</i>                                      |                           |  |   |
| <b>Nome do Amostrador:</b> <i>Paulo Rogério de Araujo.</i>  |                           |  |   |
| <b>Data de coleta:</b> 26/04/06   |                           | <b>Amostra n°:</b> PR0020  |   |
| <b>Situação Topográfica</b> (altitude): 467   |                           | <b>UTM:</b> SAD69  | <b>Lat:(S)</b> 7423961  |
| <b>Long:(W)</b> 489127<br>(rua/bairro/cidade/proximidades)  |                           |  |   |
| <b>Localização e Acesso:</b> Br 369, proximidades do motel Esplanada<br>(organização, ocupação do espaço e descrição do entorno)              |                           |  |   |
| <b>Descrição da área:</b>   |                           | <b>Área da Bacia</b> (em Km <sup>2</sup> ): 44,5   |   |
| Área urbana ( )   | Área de agricultura ( X ) | <b>Entorno:</b> Predominância de atividades rurais com algumas atividades comerciais e industriais. Proximidades da divisa do Município de Londrina com Ibiporã. |   |
| Área rural ( X )  | Área de pastagem ( X )    |  |   |
|   | Área de silvicultura ( )  |  |   |
| <b>Largura e ordem da drenagem:</b> (P - principal /A- afluente)<br>A 1M (Córrego Palmital)   |                           | <b>Escala/Espaçamento:</b><br>Escala 1:50.000  |   |
| <b>Geologia: (direção W-E)</b><br>JKsg (Gr. São Bento – Formação Serra Geral).  |                           | <b>Tipo de solo:</b>   | <b>Pluviosidade média mensal</b> (mm):<br>105mm (IAPAR, 2003) |
| <b>Foto(s) n°(s):</b>   |                           | <b>Observações:</b>  |   |
| <b>Análises Físico-Químicas</b>   |                           |  |   |
| <b>(in situ)</b>  |                           |  |   |
| pH:   | 7,8                       |  |   |
| Condutividade Elétrica (CE):  | 0,00                      |  |   |
| Temperatura:  | 22°                       |  |   |

➤ **Ponto 21**

|   |                           |  |   |
|---|---------------------------|--|---|
| <b>Título do Projeto: INTERAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA E GEOGRAFIA DA SAÚDE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO LINDÓIA, ZONA NORTE DE LONDRINA-PR</b> |                           |  |   |
| <b>Tipo e Fonte da amostra:</b> <i>Águas de drenagem da Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia.</i>                                      |                           |  |   |
| <b>Nome do Amostrador:</b> <i>Paulo Rogério de Araujo.</i>  |                           |  |   |
| <b>Data de coleta:</b> 26/04/06   |                           | <b>Amostra n°:</b> PR 0021   |   |
| <b>Situação Topográfica</b> (altitude): 447   |                           | <b>UTM:</b> SAD69  | <b>Lat:(S)</b> 7424070  |
| <b>Long:(W)</b> 489581<br>(rua/bairro/cidade/proximidades)  |                           |  |   |
| <b>Localização e Acesso:</b> BR369 proximidades do CEASA<br>(organização, ocupação do espaço e descrição do entorno)                          |                           |  |   |
| <b>Descrição da área:</b>   |                           | <b>Área da Bacia</b> (em Km <sup>2</sup> ): 44,5   |   |
| Área urbana ( )   | Área de agricultura ( X ) | <b>Entorno:</b> Área com predominância de atividades agrícolas, pastagens e algumas atividades industriais. Proximidades da divisa do Município de Londrina com Ibiporã. |   |
| Área rural ( X )  | Área de pastagem ( X )    |  |   |
|   | Área de silvicultura ( )  |  |   |
| <b>Largura e ordem da drenagem:</b> (P - principal /A- afluente)<br>A 2M (Córrego Esperança)  |                           | <b>Escala/Espaçamento:</b><br>Escala 1:50.000  |   |
| <b>Geologia: (direção W-E)</b><br>JKsg (Gr. São Bento – Formação Serra Geral).  |                           | <b>Tipo de solo:</b>   | <b>Pluviosidade média mensal</b> (mm):<br>105mm (IAPAR, 2003) |
| <b>Foto(s) n°(s):</b>   |                           | <b>Observações:</b>  |   |
| <b>Análises Físico-Químicas</b>   |                           |  |   |
| <b>(in situ)</b>  |                           |  |   |
| pH:   | 8,2                       |  |   |
| Condutividade Elétrica (CE):  | 0,00                      |  |   |
| Temperatura:  | 22°                       |  |   |

➤ **Ponto 22**

|   |                          |   |  |
|---|--------------------------|---|--|
| <b>Título do Projeto: INTERAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA E GEOGRAFIA DA SAÚDE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO LINDÓIA, ZONA NORTE DE LONDRINA-PR</b> |                          |   |  |
| <b>Tipo e Fonte da amostra:</b> <i>Águas de drenagem da Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia.</i>                                      |                          |   |  |
| <b>Nome do Amostrador:</b> <i>Paulo Rogério de Araujo.</i>  |                          |   |  |
| <b>Data de coleta:</b> 26/04/06   |                          | <b>Amostra n°:</b> PR0022   |  |
| <b>Situação Topográfica</b> (altitude): 397   |                          | <b>UTM:</b> SAD69   | <b>Lat:(S)</b> 7425879                 |
| <b>Long:(W)</b> 491999  |                          |   |  |
| (rua/bairro/cidade/proximidades)  |                          |   |  |
| <b>Localização e Acesso:</b> Rua Lupionópolis.  |                          |   |  |
| (organização, ocupação do espaço e descrição do entorno)  |                          | <b>Área da Bacia</b> (em Km <sup>2</sup> ): 44,5  |  |
| <b>Descrição da área:</b>   |                          | <b>Entorno:</b> Área urbana do JD San Rafael, Município de Ibiporã, área de chácaras com presença de mata ciliar. |  |
| Área urbana ( X )   | Área de agricultura ( )  |   |  |
| Área rural ( )  | Área de pastagem ( )     |   |  |
|   | Área de silvicultura ( ) |   |  |
| <b>Largura e ordem da drenagem:</b> (P - principal /A- afluente)  |                          | <b>Escala/Espaçamento:</b>  |  |
| A 1M (Córrego Yara, segundo populares)  |                          | Escala 1:50.000   |  |
| <b>Geologia: (direção W-E)</b>  |                          | <b>Tipo de solo:</b>  | <b>Pluviosidade média mensal</b> (mm): |
| JKsg (Gr. São Bento – Formação Serra Geral).  |                          |   | 105mm (IAPAR, 2003)                    |
| <b>Foto(s) n°(s):</b>   |                          | <b>Observações:</b>   |  |
| <b>Análises Físico-Químicas</b>   |                          |   |  |
| <b>(in situ)</b>  |                          |   |  |
| pH:   | 8,2                      |   |  |
| Condutividade Elétrica (CE):  | 0,01                     |   |  |
| Temperatura:  | 23°                      |   |  |

➤ **Ponto 23**

|   |                          |  |  |
|---|--------------------------|--|--|
| <b>Título do Projeto: INTERAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA E GEOGRAFIA DA SAÚDE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO LINDÓIA, ZONA NORTE DE LONDRINA-PR</b> |                          |  |  |
| <b>Tipo e Fonte da amostra:</b> <i>Águas de drenagem da Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia.</i>                                      |                          |  |  |
| <b>Nome do Amostrador:</b> <i>Paulo Rogério de Araujo.</i>  |                          |  |  |
| <b>Data de coleta:</b> 26/04/06   |                          | <b>Amostra n°:</b> PR0023  |  |
| <b>Situação Topográfica</b> (altitude): 386   |                          | <b>UTM:</b> SAD69  | <b>Lat:(S)</b> 7426018                 |
| <b>Long:(W)</b> 492201  |                          |  |  |
| (rua/bairro/cidade/proximidades)  |                          |  |  |
| <b>Localização e Acesso:</b> Avenida Londrina com rua Lupionópolis.   |                          |  |  |
| (organização, ocupação do espaço e descrição do entorno)  |                          | <b>Área da Bacia</b> (em Km <sup>2</sup> ): 44,5   |  |
| <b>Descrição da área:</b>   |                          | <b>Entorno:</b> Área urbana do JD San Rafael, Município de Ibiporã, área de chácaras com presença mata ciliar. |  |
| Área urbana ( X )   | Área de agricultura ( )  |  |  |
| Área rural ( )  | Área de pastagem ( )     |  |  |
|   | Área de silvicultura ( ) |  |  |
| <b>Largura e ordem da drenagem:</b> (P - principal /A- afluente)  |                          | <b>Escala/Espaçamento:</b>   |  |
| P 4M (Ribeirão Lindóia)   |                          | Escala 1:50.000  |  |
| <b>Geologia: (direção W-E)</b>  |                          | <b>Tipo de solo:</b>   | <b>Pluviosidade média mensal</b> (mm): |
| JKsg (Gr. São Bento – Formação Serra Geral).  |                          |  | 105mm (IAPAR, 2003)                    |
| <b>Foto(s) n°(s):</b>   |                          | <b>Observações:</b>  |  |
| <b>Análises Físico-Químicas</b>   |                          |  |  |
| <b>(in situ)</b>  |                          |  |  |
| pH:   | 8,2                      |  |  |
| Condutividade Elétrica (CE):  | 0,14                     |  |  |
| Temperatura:  | 23°                      |  |  |

➤ **Ponto 24**

|   |                          |   |   |
|---|--------------------------|---|---|
| <b>Título do Projeto: INTERAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA E GEOGRAFIA DA SAÚDE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO LINDÓIA, ZONA NORTE DE LONDRINA-PR</b> |                          |   |   |
| <b>Tipo e Fonte da amostra:</b> <i>Águas de drenagem da Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia.</i>                                      |                          |   |   |
| <b>Nome do Amostrador:</b> <i>Paulo Rogério de Araujo.</i>  |                          |   |   |
| <b>Data de coleta:</b> 26/04/06   |                          | <b>Amostra n°:</b> PR0024   |   |
| <b>Situação Topográfica</b> (altitude): 415   |                          | <b>UTM:</b> SAD69   | <b>Lat:(S)</b> 7427068  |
| <b>Long:(W)</b> 494007<br>(rua/bairro/cidade/proximidades)  |                          |   |   |
| <b>Localização e Acesso:</b> JD Greenville (Ibiporã)  |                          |   |   |
| <b>Descrição da área:</b><br>(organização, ocupação do espaço e descrição do entorno)   |                          | <b>Área da Bacia</b> (em Km <sup>2</sup> ): 44,5  |   |
| Área urbana ( X )   | Área de agricultura ( )  | <b>Entorno:</b> Área de loteamento com casas de alto padrão e mata pouco preservada. Em Ibiporã próximo ao Conj. Hab. com apelido de Serraia, chamado por populares de Cor. Arroio. |   |
| Área rural ( )  | Área de pastagem ( )     |   |   |
|   | Área de silvicultura ( ) |   |   |
| <b>Largura e ordem da drenagem:</b> (P - principal /A- afluente)<br>A 1M (Córrego Arroio, segundo populares)                                  |                          | <b>Escala/Espaçamento:</b><br>Escala 1:50.000   |   |
| <b>Geologia: (direção W-E)</b><br>JKsg (Gr. São Bento – Formação Serra Geral).  |                          | <b>Tipo de solo:</b>  | <b>Pluviosidade média mensal</b> (mm):<br>105mm (IAPAR, 2003) |
| <b>Foto(s) n°(s):</b>   |                          | <b>Observações:</b>   |   |
| <b>Análises Físico-Químicas</b>   |                          |   |   |
| <b>(in situ)</b>  |                          |   |   |
| pH:   | 8,1                      |   |   |
| Condutividade Elétrica (CE):  | 0,06                     |   |   |
| Temperatura:  | 23°                      |   |   |

➤ **Ponto 25**

|   |                          |  |   |
|---|--------------------------|--|---|
| <b>Título do Projeto: INTERAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA E GEOGRAFIA DA SAÚDE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO LINDÓIA, ZONA NORTE DE LONDRINA-PR</b> |                          |  |   |
| <b>Tipo e Fonte da amostra:</b> <i>Águas de drenagem da Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia.</i>                                      |                          |  |   |
| <b>Nome do Amostrador:</b> <i>Paulo Rogério de Araujo.</i>  |                          |  |   |
| <b>Data de coleta:</b> 26/04/06   |                          | <b>Amostra n°:</b> PR0025  |   |
| <b>Situação Topográfica</b> (altitude): 344   |                          | <b>UTM:</b> SAD69  | <b>Lat:(S)</b> 7428897  |
| <b>Long:(W)</b> 493225<br>(rua/bairro/cidade/proximidades)  |                          |  |   |
| <b>Localização e Acesso:</b> SAMAE de Ibiporã   |                          |  |   |
| <b>Descrição da área:</b><br>(organização, ocupação do espaço e descrição do entorno)   |                          | <b>Área da Bacia</b> (em Km <sup>2</sup> ): 44,5   |   |
| Área urbana ( )   | Área de agricultura ( )  | <b>Entorno:</b> Área em frente a captação de água do Município de Ibiporã, confluência com Ribeirão Jacutinga. Com predominância de chácaras, áreas de pastagem e mata ciliar esparsa. |   |
| Área rural ( X )  | Área de pastagem ( X )   |  |   |
|   | Área de silvicultura ( ) |  |   |
| <b>Largura e ordem da drenagem:</b> (P - principal /A- afluente)<br>P 4M (Ribeirão Lindóia)   |                          | <b>Escala/Espaçamento:</b><br>Escala 1:50.000  |   |
| <b>Geologia: (direção W-E)</b><br>JKsg (Gr. São Bento – Formação Serra Geral).  |                          | <b>Tipo de solo:</b>   | <b>Pluviosidade média mensal</b> (mm):<br>105mm (IAPAR, 2003) |
| <b>Foto(s) n°(s):</b>   |                          | <b>Observações:</b>  |   |
| <b>Análises Físico-Químicas</b>   |                          |  |   |
| <b>(in situ)</b>  |                          |  |   |
| pH:   | 8,0                      |  |   |
| Condutividade Elétrica (CE):  | 0,17                     |  |   |
| Temperatura:  | 22°                      |  |   |

## Anexo 2

## TABELAS ORGANIZADAS COM INFORMAÇÕES SELECIONADAS SOBRE UBS's DA BRL DOS ANOS DE 2000-04.

**Tabela 14 – ATENDIMENTOS AOS CASOS ANTI-RÁBICO HUMANO**

| IDENTIFICADOR | NOME ÁREAS   | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|---------------|--------------|------|------|------|------|------|
| 1             | CNEWTON      | 63   | 70   | 27   | 69   | 69   |
| 2             | PSOUZA       | 97   | 79   | 73   | 74   | 49   |
| 3             | VXAVIER      | 77   | 92   | 77   | 76   | 90   |
| 4             | 5CONJUNTOS   | 452  | 449  | 349  | 343  | 357  |
| 5             | SANTIAGO     | 82   | 119  | 37   | 58   | 86   |
| 6             | CARNASCIALLI | 115  | 121  | 78   | 71   | 116  |
| 7             | JDSOL        | 77   | 73   | 62   | 64   | 43   |
| 8             | VLNOVA       | 58   | 42   | 43   | 39   | 46   |
| 9             | CSU          | 69   | 72   | 55   | 71   | 65   |
| 10            | VLCASONI     | 87   | 96   | 93   | 80   | 74   |
| 11            | MGAVETTI     | 80   | 74   | 64   | 49   | 38   |
| 12            | NAMPARO      | 29   | 36   | 21   | 4    | 28   |
| 13            | MTHOMAS      | 21   | 30   | 28   | 34   | 35   |
| 14            | LINDOIA      | 55   | 64   | 51   | 68   | 49   |
| 15            | IBIPORA      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

Tabela base para organização dos dados de entrada sobre saúde, ANTI-RÁBICO HUMANO.

Fonte: SINAN/DEPIS/GIS/AMS/PML, 2005.

**Tabela 15 – ATENDIMENTOS AOS CASOS DE DENGUE**

| IDENTIFICADOR | NOME ÁREAS   | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|---------------|--------------|------|------|------|------|------|
| 1             | CNEWTON      | 3    | 5    | 20   | 143  | 26   |
| 2             | PSOUZA       | 4    | 7    | 18   | 118  | 15   |
| 3             | VXAVIER      | 2    | 10   | 36   | 142  | 39   |
| 4             | 5CONJUNTOS   | 14   | 42   | 251  | 1140 | 274  |
| 5             | SANTIAGO     | 5    | 8    | 22   | 263  | 45   |
| 6             | CARNASCIALLI | 0    | 13   | 72   | 210  | 52   |
| 7             | JDSOL        | 2    | 11   | 42   | 358  | 30   |
| 8             | VLNOVA       | 1    | 3    | 36   | 153  | 20   |
| 9             | CSU          | 2    | 5    | 42   | 535  | 16   |
| 10            | VLCASONI     | 7    | 7    | 89   | 679  | 28   |
| 11            | MGAVETTI     | 1    | 4    | 62   | 96   | 27   |
| 12            | NAMPARO      | 1    | 1    | 98   | 225  | 13   |
| 13            | MTHOMAS      | 3    | 1    | 10   | 45   | 18   |
| 14            | LINDOIA      | 3    | 6    | 17   | 156  | 19   |
| 15            | IBIPORA      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

Tabela base para organização dos dados de entrada sobre saúde, DENGUE.

Fonte: SINAN/DEPIS/GIS/AMS/PML, 2005.

**Tabela 16 – ATENDIMENTOS AOS CASOS DE HEPATITE VIRAL**

| IDENTIFICADOR | NOME ÁREAS   | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|---------------|--------------|------|------|------|------|------|
| 1             | CNEWTON      | 6    | 17   | 2    | 2    | 5    |
| 2             | PSOUZA       | 7    | 11   | 6    | 7    | 4    |
| 3             | VXAVIER      | 12   | 8    | 6    | 1    | 2    |
| 4             | 5CONJUNTOS   | 57   | 29   | 14   | 24   | 20   |
| 5             | SANTIAGO     | 11   | 7    | 3    | 5    | 3    |
| 6             | CARNASCIALLI | 13   | 12   | 9    | 12   | 9    |
| 7             | JDSOL        | 6    | 6    | 8    | 1    | 1    |
| 8             | VLNOVA       | 3    | 7    | 7    | 5    | 3    |
| 9             | CSU          | 16   | 4    | 3    | 2    | 1    |
| 10            | VLCASONI     | 18   | 3    | 5    | 6    | 2    |
| 11            | MGAVETTI     | 11   | 6    | 0    | 6    | 1    |
| 12            | NAMPARO      | 20   | 4    | 0    | 1    | 0    |
| 13            | MTHOMAS      | 9    | 12   | 1    | 2    | 0    |
| 14            | LINDOIA      | 11   | 17   | 3    | 8    | 6    |
| 15            | IBIPORA      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

Tabela base para organização dos dados de entrada sobre saúde, HEPATITE VIRAL.

Fonte: SINAN/DEPIS/GIS/AMS/PML, 2005.

**Tabela 17 – ATENDIMENTOS AOS CASOS DE MENINGITE**

| IDENTIFICADOR | NOME ÁREAS   | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|---------------|--------------|------|------|------|------|------|
| 1             | CNEWTON      | 2    | 12   | 8    | 3    | 5    |
| 2             | PSOUZA       | 4    | 2    | 14   | 5    | 1    |
| 3             | VXAVIER      | 7    | 6    | 5    | 7    | 7    |
| 4             | 5CONJUNTOS   | 16   | 28   | 29   | 36   | 30   |
| 5             | SANTIAGO     | 2    | 5    | 8    | 5    | 4    |
| 6             | CARNASCIALLI | 4    | 9    | 21   | 13   | 20   |
| 7             | JDSOL        | 2    | 2    | 10   | 3    | 7    |
| 8             | VLNOVA       | 1    | 3    | 5    | 6    | 1    |
| 9             | CSU          | 2    | 3    | 6    | 8    | 3    |
| 10            | VLCASONI     | 1    | 3    | 10   | 6    | 13   |
| 11            | MGAVETTI     | 7    | 10   | 9    | 8    | 10   |
| 12            | NAMPARO      | 2    | 1    | 4    | 4    | 1    |
| 13            | MTHOMAS      | 3    | 3    | 3    | 5    | 1    |
| 14            | LINDOIA      | 4    | 4    | 8    | 6    | 5    |
| 15            | IBIPORA      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

Tabela base para organização dos dados de entrada sobre saúde, MENINGITE.

Fonte: SINAN/DEPIS/GIS/AMS/PML, 2005.

### Anexo 3

#### Tecnologia

#### Nova vacina contra a raiva

Instituto Butantan cria alternativa mais segura, barata e eficaz para uso em seres humanos

Segura, eficaz e barata, uma nova vacina contra a raiva humana deverá ser lançada pelo Instituto Butantan nos próximos meses. Totalmente desenvolvido na instituição paulista, o produto, que já tinha sido testado com sucesso em camundongos e macacos, passou por sua prova final: foi injetado em mais de 200 seres humanos num estudo feito pelo Instituto Pasteur de São Paulo e os resultados, ainda preliminares, foram bons. Não houve reações significativas de ordem alérgica ou nervosa e, na média dos pacientes, a vacina estimulou níveis de anticorpos 30 vezes maiores que os considerados suficientes pela Organização Mundial da Saúde (OMS) para neutralizar a ação do vírus da raiva. A quantidade de resíduos celulares encontrados nas doses do imunizante foi muito baixa, cerca de cinco vezes menor que a recomendada. A raiva é uma doença fatal ao homem quando não tratada logo após ter ocorrido a infecção pelo patógeno.

A autorização para a venda da vacina, cuja propriedade intelectual está protegida por patentes desde o ano 2000, vai ser pedida neste mês (SET/2005) à Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Nos próximos meses, toda a documentação necessária para a aprovação do medicamento será enviada para Brasília. *“Até o final do ano, ou no início de 2006, vamos começar a produção da vacina em escala comercial”, afirma Neuza Maria Frazatti Gallina, chefe da seção de raiva do Butantan, responsável pelo desenvolvimento do produto. Inicialmente, a meta é fabricar cerca de 3 milhões de doses anuais da vacina, suficientes para atender a demanda nacional. Num segundo momento, o volume de produção poderá ser elevado, com vistas à exportação. O custo estimado de cada dose é de US\$ 5, dois dólares a menos que o preço pago pelo governo federal pela vacina de raiva usada atualmente no país, importada da França e aqui rotulada e testada pelo Butantan.*

A qualidade do produto deriva do domínio de uma forma inédita de cultivo do vírus da raiva, agente infeccioso do gênero *Lyssavirus*. Matéria-prima para a confecção da vacina, onde está presente numa forma inativada, o vírus cresce num substrato composto pelas chamadas células Vero, retiradas dos rins do macaco-verde-africano *Cercopithecus aethiops*. Trata-se de um tipo de material biológico muito estável, sem risco de provocar problemas de saúde no homem, que pode ser obtido num banco internacional de células Vero. Em razão dessas características, e também da possibilidade de crescerem em altas concentrações no interior de grandes biorreatores, essas células são altamente recomendadas pela OMS na produção de vacinas. Elas são capazes de se multiplicar em meios de cultura para crescimento de células que dispensam a necessidade de soros de origem bovina ou humana. Portanto, há menos traços de DNA animal na composição final da vacina.

Por esse processo, a chance de se fabricar uma vacina contaminada, por exemplo, com a forma degenerada do príon, uma proteína bovina que causa o mal da vaca louca, é nula. “Somos os primeiros no mundo a fazer uma vacina contra a raiva com células Vero num meio livre de soro, uma técnica normalmente muito cara”, assegura Neuza, que, em seu trabalho, contou com financiamentos da FAPESP, da Fundação Butantan e do Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico (CNPq). “Mas, como nosso método de produção é cinco vezes mais eficiente que os demais, o caro se tornou barato.” Feita no exterior, a vacina de raiva humana hoje disponível no Brasil também usa células Vero em seu método de produção, mas é obtida a partir do cultivo do vírus da raiva em meio que ainda necessita de soro animal.

A adoção da vacina importada foi uma solução-tampão para remediar a situação em que o país se encontrava no fim da década de 1990. Na época havia uma versão nacional da vacina de raiva, feita pelo Butantan e pelo Instituto de Tecnologia do Paraná (Tecpar), só que derivada de uma tecnologia de produção mais antiga. Era uma vacina cujo processo de fabricação utilizava o cérebro de camundongos recém-nascidos. Cerca de 2% de seu conteúdo final era tecido cerebral de roedores. “A antiga formulação da vacina nacional era boa e conferia imunidade, mas o risco de efeitos adversos não era desprezível”, comenta Neuza.

No fim dos anos 1990, uma pessoa no país apresentou reações neurológicas graves e morreu depois de tomar a antiga vacina. No ano 2000, o Estado de São Paulo proibiu a fabricação do produto a partir de tecido nervoso de camundongos. Dois anos mais tarde, o governo federal fez o mesmo. Como ninguém no Brasil dispunha então de tecnologia para fazer vacinas mais puras contra a raiva, a saída foi trazer do exterior um medicamento mais seguro. A nova vacina do Butantan, ainda mais segura que a atual, deverá pôr fim à necessidade temporária de importar o imunizante, garantindo de novo independência tecnológica ao país nessa área. De quebra, os estudos de mais de uma década que levaram à nova vacina anti-rábica de uso humano também permitiram o desenvolvimento de uma linhagem mais moderna de imunizantes contra a raiva destinada a cães, gatos e bovinos.

por **Marcos Pivetta**

FAPESP. Nova vacina contra a raiva. Revista - Pesquisa, Ciência e Tecnologia no Brasil. Edição 115, Setembro 2005. Disponível no endereço eletrônico: <http://www.revistapesquisa.fapesp.br/index.php?s=149,4,2830&aq=s>, acessado em 27/05/06.

## **Anexo 4**

### **Saúde e Educação querem manter dengue sob controle**

***Da Redação***  
***n.com@sercomtel.com.br***

A Secretaria Municipal de Educação inicia nesta semana a distribuição de material educativo de combate à dengue aos alunos da rede municipal. O material faz parte do projeto “Turma Ecológica – Todos contra a Dengue”, produzido por representantes de vários segmentos ligados às secretarias municipais de Saúde e de Educação, além de parcerias com diversas empresas locais.

De acordo com Maria Regina da Costa Sperandio, assessora pedagógica de Ciências, todas as escolas da rede municipal de ensino vão receber uma fita de vídeo, revistas e CD-ROOMs. “As revistas serão entregues para todos os alunos de 3ª e 4ª séries e os CDs serão distribuídos nas escolas que possuem laboratório de informática”, disse.

O lançamento oficial do projeto “Turminha Ecológica” ocorreu em novembro do ano passado, com a apresentação de teatro de fantoches nas escolas. Segundo Maria Regina, as crianças podem obter informações importantes sobre a dengue por meio de brincadeiras. “Os professores vão inserir as atividades no planejamento escolar. É um trabalho lúdico, com jogos que prendem a atenção das crianças”, disse.

Ao todo, 81 escolas municipais vão receber os materiais, sendo, 70 escolas da zona urbana e 11 da zona rural. “Só da 3ª série, são 6.167 alunos e da 4ª série, 5.636. O material foi preparado especialmente para as crianças dessas séries, que têm idade entre 9 e 10 anos”, disse Maria Regina.

Para a gerente de Epidemiologia da Secretaria Municipal de Saúde, Sônia Fernandes, é de extrema importância o trabalho realizado com os alunos da rede municipal de Educação. “Essas crianças vão se transformar em adultos conscientes que já vão saber lidar com o assunto”, disse.

#### **Controle**

Segundo Sônia Fernandes, a situação atual de Londrina em relação à infestação do mosquito *Aedes aegypti*, transmissor da dengue, está sob controle. “Sempre foi realizado um trabalho de conscientização por parte das equipes de saúde nas escolas por meio de teatro e outras ações. Desta vez estamos possibilitando mais um caminho para que os professores possam atuar em sala de aula”, disse.

Em janeiro de 2003, havia 438 casos de dengue confirmados em Londrina, em fevereiro daquele ano o número passou para 1.479. No mês de janeiro de 2004 foram registrados apenas seis e em fevereiro, dois casos confirmados. Em 2005, apenas dois casos (importados) foram confirmados. “As parcerias começaram a ser feitas em 2003 quando vários setores se reuniram para discutir um trabalho de combate a dengue. É de extrema importância esse envolvimento com as crianças”, disse a gerente.

Segundo Sônia, a ausência de novos casos de dengue na cidade é o resultado do trabalho realizado pelas secretarias, além do envolvimento da sociedade. “Não é apenas um trabalho, mas sim vários. A participação da comunidade, as condições climáticas e o trabalho de campo permitiram que a situação hoje esteja sob controle”, disse.

*(Londrina, 21 de fevereiro de 2005)*

|   |
|---|
| PREFEITURA DE LONDRINA – <i>Saúde e Educação querem manter dengue sob controle</i> . Prefeitura On Line. Fev/2005. Disponível em: <a href="http://home.londrina.pr.gov.br/news_det.php?id_news=9945">http://home.londrina.pr.gov.br/news_det.php?id_news=9945</a> , acessado em 31/05/06. |
|---|