



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

MARIANA CRISTINA DA SILVA

**ASPECTOS DA SAÚDE COLETIVA NOS MUNICÍPIOS
ADJACENTES AO ARQUIPÉLAGO CARIOCA NA
VERTENTE PARANAENSE DO ALTO RIO PARANÁ E
RELAÇÕES COM O COMPORTAMENTO
HIDROGEOQUÍMICO.**

MARIANA CRISTINA DA SILVA

**ASPECTOS DA SAÚDE COLETIVA NOS MUNICÍPIOS
ADJACENTES AO ARQUIPÉLAGO CARIOCA NA
VERTENTE PARANAENSE DO ALTO RIO PARANÁ E
RELAÇÕES COM COMPORTAMENTO O
HIDROGEOQUÍMICO.**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Geografia, área de concentração: Dinâmica Geoambiental da Universidade Estadual de Londrina, como requisito ao título de Mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. José Paulo P. Pinese.

Londrina
2013

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

S586a Silva, Mariana Cristina da.

Aspectos da saúde coletiva nos municípios adjacentes ao arquipélago Carioca na vertente paranaense do alto rio Paraná e relações com o comportamento hidrogeoquímico / Mariana Cristina da Silva. – Londrina, 2013.
139 f. : il.

Orientador: José Paulo Peccinini Pinese.

Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2013.
Inclui bibliografia.

1. Geografia médica – Teses. 2. Hidrogeoquímica – Teses. 3. Água – Análise – Teses. 4. Saúde pública – Geografia – Paraná – Teses. I. Pinese, José Paulo Peccinini. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título.

CDU 911.3:614

MARIANA CRISTINA DA SILVA

**ASPECTOS DA SAÚDE COLETIVA NOS MUNICÍPIOS ADJACENTES
AO ARQUIPÉLAGO CARIOCA NA VERTENTE PARANAENSE DO
ALTO RIO PARANÁ E RELAÇÕES COM O COMPORTAMENTO
HIDROGEOQUÍMICO.**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-graduação
em Geografia da Universidade Estadual de
Londrina, como requisito ao título de Mestre em
Geografia.

BANCA EXAMINADORA

Orientador. Prof. Dr. José Paulo P. Pinese
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Geraldo Terceiro Correa
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Antonio Cezar Leal
Universidade Estadual Paulista - UNESP

Londrina, 30 de outubro de 2014.

*Dedico este trabalho a Deus,
meus pais e minhas irmãs.
Por todo carinho e força em todos os momentos!*

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me deu forças e permitiu mais esta jornada de aprendizado e evolução constantes, conciliando este curso de pós – graduação e trabalho.

Ao meu orientador, professor Dr. José Paulo P. Pinese, por sua paciência, dedicação, colaboração, amizade e principalmente por ter aceito me orientar durante este curso de mestrado.

Aos meus pais Oedes e Leda, pelo amor, incentivo, educação e dedicação que me permitiu atingir os objetivos.

A minhas irmãs Flávia e Gabriela, que compartilharam mesmo à distância, das alegrias e aflições desta caminhada. Todo eterno agradecimento pela compreensão de minha ausência constante.

Ao meu querido Leandro M. Oliveira por todo carinho e paciência.

Aos amigos de trabalho, em especial, o “Tupã”, que soube compreender os momentos deste curso de Mestrado e à grande força dedicada. Meu eterno agradecimento.

Minha gratidão à Clara Beatriz, minha prima e amiga e aos amigos Leide, Célio, Naiby e Moisely fundamentais nos momentos de desânimo, com suas alegria e exemplo de luta por seus ideais. Sempre me dando ânimo para recomeçar.

Ao Departamento de Bioquímica – Laboratório de Bioquímica II tendo como responsável o Técnico Nelson, meu grande carinho e agradecimento pelo auxílio no preparo das amostras de campo.

Ao amigo Alan Alievi pelo grande auxílio em programas computacionais e por seu profissionalismo com sistema de informações geográficas.

Aos amigos do trabalho de campo: Gabriel, Renata, Alexandre, Lucas, Paulo, Douglas e Josilaine pela ajuda em períodos de coleta e preparo de amostras em trabalhos de campo, suportando e superando os desafios durante os dias de trabalho.

Aos professores do Departamento de Geociências por seus grandes ensinamentos e incentivo à pesquisa.

Ao NUPELIA, Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura da Universidade Estadual de Maringá – UEM/PR por toda infra- estrutura de alojamento e laboratório da base em Porto Rico – PR.

Ao Dr. Adilson Fontanetti, Químico responsável do Departamento de Metalogenia e Petrologia da Unesp - Rio Claro, responsável pelas análises químicas das amostras de água.

Seria impossível descrever todos que me ajudaram de forma direta ou indireta e que tiveram papel importante e indispensável em minha caminhada na pós – graduação. Aos que não foram citados, mas jamais esquecidos, o meu eterno agradecimento e todo carinho.

SILVA, Mariana. **Aspectos da saúde coletiva nos municípios adjacentes ao arquipélago carioca na vertente paranaense do alto rio Paraná e relações com o comportamento hidrogeoquímico**. 2013. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2013.

RESUMO

O presente trabalho objetiva investigar os aspectos da saúde coletiva nos municípios adjacentes ao Arquipélago Carioca na vertente paranaense do Alto Rio Paraná e suas relações com a hidrogeoquímica. Os levantamentos relacionados à Geografia de Saúde, são importantes para verificar a incidência de doenças a níveis regionais e locais e suas relações com o meio ambiente. Os dados coletados a partir do DATASUS são de internações dos municípios limítrofes: Marilena, Porto Rico, Querência do Norte e São Pedro do Paraná pertencentes a 14ª Regional de Saúde do Paraná e prontuários de atendimento do Hospital Municipal de Porto Rico/PR. A relação com estudo hidrogeoquímico tem grande relevância pois o Alto Rio Paraná é uma área que se modificou ao longo de anos por um processo natural e também por estar situado à jusante de usinas hidrelétricas que, através de sua construção, modificaram a dinâmica fluvial e a qualidade da água. Além disto, sabe-se que outros fatores podem ter influenciado toda qualidade hidrogeoquímica como descarga de efluentes sanitários e contaminação por agrotóxicos em locais onde existem áreas de agricultura. A organização para os trabalhos de campo de coletas de água iniciou – se com o georreferenciamento e análise da área de estudo e durante as coletas alguns parâmetros físico - químicos foram analisados como temperatura da água, turbidez, potencial hidrogeniônico, oxigênio dissolvido e sólidos totais dissolvidos através de aparelho específico multiparâmetro para qualidade da água. Após coleta, as amostras foram mantidas em refrigeração, para posterior preparo e análise química. Elementos químicos analisados e a variação de suas concentrações: K (Potássio: 0,57 – 3,47 mg/L), Na (Sódio: 1,44 – 6,45 mg/L), Si (Silício: 0,017 – 6,46 mg/L), Mg (Magnésio: 0,605 – 2,61 mg/L), Ca (Cálcio: 1,54 – 7,53 mg/L), Sr (Estrôncio: 0,01 – 0,05 mg/L), Ni (Níquel: 0,0001 – 0,0025 mg/L), Fe (Ferro: 0,0003 – 0,453 mg/L), Mn (Manganês: 0,0001 – 0,028 mg/L), Cu (Cobre: 0,0002 – 0,019 mg/L), Co (Cobalto: < 0,0002 mg/L), Al (Alumínio: 0,003 – 0,295 mg/L), Ba (Bário: 0,01 – 0,033 mg/L), Cr (Cromo: 0,0001 – 0,005 mg/L), Cd (Cádmio: 0,0003 – 0,0022 mg/L), P (fósforo: 0,0015 – 0,079 mg/L), Pb (Chumbo: 0,0002 – 0,086 mg/L) e Zn (Zinco: 0,001 – 0,050 mg/L). Os dados obtidos a montante do Arquipélago Carioca mostram uma constância temporal e local de concentrações excessivas de Al, Pb, Cd e Fe e fortes indícios de Zn, Mn, Cu e P de ocorrência cíclica. Os referidos elementos podem estar relacionados a doenças do grupo Respiratório, Infeciosas e Parasitárias e do Aparelho Genitourinário e devem ser investigados na busca de um padrão temporal e geocientífico.

Palavras-chave: Arquipélago carioca. Alto Rio Paraná. Hidrogeoquímica. Geografia da saúde.

SILVA, Mariana. **Aspects of health collective in adjacent municipalities in the archipelago carioca paranaense strand of upper river Paraná and relationship with the hidrogeochemical behavior.** 2013. Dissertation (Masters in Geography) - University of Londrina, Londrina, 2013.

ABSTRACT

The present study objective to investigate aspects of public health in the municipalities adjacent to the Carioca Archipelago shed paranaense Upper Paraná River and its relations with hydrogeochemical. The surveys related to Geography of Health, are important to determine the incidence of the disease regional and local levels and their relationship with the environment. Data collected from DATASUS are admissions of surrounding cities: Marilena, Porto Rico, Querência do Norte e São Pedro do Paraná belonging to the 14th Regional Health Paraná and attendance records of the Hospital Municipal de Porto Rico/PR. The relationship with hydrochemical study has great relevance for the Alto Paraná River is an area that has changed over the years through a natural process and also to be located downstream of hydroelectric power plant which, through its construction, changed the river dynamics and quality of water. Moreover, it is known that other factors may have influenced every quality hydrogeochemistry as discharge of sewage and contamination by pesticides in places where there are areas of agriculture. The organization for the field work of collecting water began with the georeferencing and analysis of the study area during the collections and some physical - chemical parameters were analyzed as water temperature, turbidity, hydrogen potential, dissolved oxygen and total dissolved solids with a specific device for multiparameter water quality. After collection, the samples were kept under refrigeration for further preparation and chemical analysis. Chemicals analyzed and the variation of their concentrations: K (Potassium: 0.57 to 3.47 mg/L), Na (Sodium 1.44 to 6.45 mg/L), Si (Silicon: 0.017 to 6.46 mg/L) Mg (Magnesium: 0.605 to 2.61 mg/L), Ca (Calcium: 1.54 to 7.53 mg/L), Sr (Strontium: 0.01 - 0.05 mg/L) , Ni (Nickel: 0.0001 to 0.0025 mg/L), Fe (Iron: 0.0003 to 0.453 mg/L) Mn (Manganese: 0.0001 to 0.0028 mg/L), Cu (Copper: 0.0002 to 0.019 mg/L) Co (Cobalt: <0.0002 mg/L), Al (Aluminum: 0.003 to 0.295 mg/L), Ba (barium: 0.01 to 0.033 mg/L) Cr (Chrome: 0.0001 to 0.005 mg / L), Cd (Cadmium: 0.0003 to 0.0022 mg / L), P (phosphorus: 0.0015 to 0.079 mg/L), Pb (Lead: 0.0002 - 0.086 mg/L) and Zn (zinc: 0.001 - 0.050 mg / L). The data obtained upstream Archipelago Carioca show a temporal constancy and location of excessive concentrations of Al, Pb, Cd and Fe and strong evidence of Zn, Mn, Cu and P occurring cyclic These elements can be related to respiratory diseases Group , Infectious and Parasitic Diseases and Genitourinary Apparatus and should be investigated in the search for a temporal pattern and geoscience.

Keywords: Archipelago carioca. Upper Parana river. Hydrogeochemical. Geography of health.

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|--------------------|--|----|
| Figura 1 - | Proximidade do Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná – local de pesca e turismo regional. | 30 |
| Figura 2 - | Local de despejo de dejetos orgânicos presentes em uma das ilhas do Arquipélago Carioca. | 31 |
| Figura 3 - | Localização da área investigada – Arquipélago Carioca e municípios da 14ª Regional de Saúde do Paraná que margeiam o Alto Rio Paraná. | 46 |
| Figura 4 - | Localização da área do Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná | 47 |
| Figura 5 - | Mapa geológico da parte oriental da Bacia Bauru, incluindo grupo Caiuá, onde se destaca a formação Rio Paraná | 49 |
| Figura 6 - | Formações do Grupo Caiuá: A) Rio Paraná; B) Goio- Erê; C) Santo Anastácio..... | 51 |
| Figura 7 - | Moradia em ilha do Arquipélago Carioca..... | 54 |
| Figura 8 - | Vegetação aquática – <i>Alchornea azurea</i> - típicas de ambientes lânticos no interior das ilhas e nos ressacos . Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná | 60 |
| Figura 9 - | Área de entrada de moradia – prévio georreferenciamento e ponto de coleta de água. | 68 |
| Figura 10 - | Localização dos pontos entorno do Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná em período de águas baixas (03 a 07/10/2011)..... | 69 |
| Figura 11 - | Localização dos pontos entorno do Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná em períodos de cheias (09 a 13/04/2012)..... | 69 |
| Figura 12 - | Sequência de materiais utilizados durante metodologia dos procedimentos de campo. | 70 |
| Figura 13 - | Moradias em ilhas no Alto Rio Paraná. | 76 |
| Figura14 - | Municípios pertencentes à 14ª Regional de Saúde do Paraná (RSP)..... | 78 |
| Figura 15 - | Demonstração por taxas de internações de algumas doenças infecciosas e parasitárias dos municípios da 14ª Regional de Saúde do Paraná que margeiam a vertente paranaense do Alto Rio Paraná..... | 85 |
| Figura16 - | Demonstração por taxas de internações por neoplasias dos municípios da 14ª RSP que margeiam a vertente paranaese no Alto Rio Paraná..... | 86 |

| | | |
|--------------------|---|-----|
| Figura 17 - | Demonstração por taxas de internações de doenças endócrinas e metabólicas dos municípios da 14ª RSP que margeiam a vertente paranaense no Alto Rio Paraná. | 87 |
| Figura 18 - | Demonstração por taxas de internações de doenças do sistema nervoso dos municípios da 14ª RSP que margeiam a vertente paranaense no Alto Rio Paraná. | 88 |
| Figura 19 - | Demonstração por taxas de internações de doenças do aparelho respiratório dos municípios da 14ª RSP que margeiam vertente paranaense no Alto Rio Paraná. | 89 |
| Figura 20 - | Demonstração por taxas de internações de doenças do aparelho digestivo dos municípios da 14ª RSP que margeiam vertente paranaense no Alto Rio Paraná. | 90 |
| Figura 21 - | Demonstração por taxas de internações de doenças do aparelho circulatório dos municípios da 14ª RSP que margeiam vertente paranaense no Alto Rio Paraná. | 91 |
| Figura 22 - | Demonstração por taxas de internações de doenças do aparelho genitourinário dos municípios da 14ª RSP que margeiam vertente paranaense no Alto Rio Paraná. | 92 |
| Figura 23 - | Temperatura da água no Arquipélago Carioca em período de águas baixas no Alto Rio Paraná. | 98 |
| Figura 24 - | Temperatura da água no Arquipélago Carioca em período de cheias no Alto Rio Paraná. | 98 |
| Figura 25 - | Potencial Hidrogeniônico da água no Arquipélago Carioca no período de águas baixas no Alto Rio Paraná. | 99 |
| Figura 26 - | Potencial Hidrogeniônico da água no Arquipélago Carioca no período de cheias no Alto Rio Paraná. | 99 |
| Figura 27 - | Variação de valores referentes a turbidez das amostras do período de águas baixas no Arquipélago Carioca. | 101 |
| Figura 28 - | Variação de valores referentes a turbidez das amostras de período de cheias no Arquipélago Carioca. | 101 |
| Figura 29 - | Variação dos níveis de demanda de oxigênio presente em período de águas baixas no Arquipélago Carioca. | 103 |
| Figura 30 - | Variação dos níveis de demanda de oxigênio presente em período de cheias no Arquipélago Carioca. | 103 |

| | | |
|--------------------|---|-----|
| Figura 31 - | Distribuição dos valores dos sólidos totais dissolvidos em período de águas baixas no Arquipélago Carioca- Alto Rio Paraná..... | 104 |
| Figura 32 - | Distribuição dos valores dos sólidos totais dissolvidos em período de cheias no Arquipélago Carioca- Alto Rio Paraná. | 104 |
| Figura 33 - | Distribuição de sódio durante período de águas baixas no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná | 109 |
| Figura 34 - | Distribuição de sódio durante período de cheias no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná. | 109 |
| Figura 35 - | Distribuição de potássio durante período de águas baixas no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná. | 111 |
| Figura 36 - | Distribuição de potássio durante período de cheias no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná. | 111 |
| Figura 37 - | Distribuição de silício durante período de águas baixas no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná. | 112 |
| Figura 38 - | Distribuição de silício durante período de cheias no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná | 113 |
| Figura 39 - | Distribuição de magnésio durante período de águas baixas no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná. | 114 |
| Figura 40 - | Distribuição de magnésio durante período de cheias no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná. | 114 |
| Figura 41 - | Distribuição de cálcio durante período de águas baixas no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná. | 116 |
| Figura 42 - | Distribuição de cálcio durante período de cheias no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná. | 116 |
| Figura 43 - | Distribuição de estrôncio durante período de águas baixas no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná. | 117 |
| Figura 44 - | Distribuição de estrôncio durante período de cheias no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná. | 118 |
| Figura 45 - | Distribuição de zinco durante período de águas baixas no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná. | 119 |
| Figura 46 - | Distribuição de zinco durante período de cheias no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná. | 119 |
| Figura 47 - | Distribuição de Chumbo durante período de águas baixas no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná. | 121 |

| | | |
|---------------------|--|-----|
| Figura 48 - | Distribuição de Chumbo durante período de cheias no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná. | 122 |
| Figura 49 - | Distribuição de níquel durante período de águas baixas no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná. | 123 |
| Figura 50 - | Distribuição de níquel durante período de cheias no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná. | 123 |
| Figura. 51 - | Distribuição de manganês durante período de águas baixas no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná. | 125 |
| Figura 52 - | Distribuição de manganês durante período de cheias no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná. | 125 |
| Figura 53 - | Distribuição de ferro durante período águas baixas no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná. | 127 |
| Figura 54 - | Distribuição de ferro durante período de cheias no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná. | 127 |
| Figura 55 - | Distribuição de Alumínio durante período de águas baixas no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná. | 129 |
| Figura 56 - | Distribuição de Alumínio durante de cheias no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná. | 129 |
| Figura 57 - | Distribuição de Cádmio durante período de águas baixas no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná. | 130 |
| Figura 58 - | Distribuição de Cádmio durante período de cheias no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná. | 131 |
| Figura 59 - | Distribuição de fósforo durante período de águas baixas no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná. | 132 |
| Figura 60 - | Distribuição de fósforo durante período de cheias no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná. | 133 |
| Figura 61 - | Distribuição de Bário durante o período de águas baixas no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná. | 135 |
| Figura 62 - | Distribuição de Bário durante o período de cheias no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná. | 135 |
| Figura 63 - | Distribuição de Cobre durante período seco no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná. | 138 |
| Figura 64 - | Distribuição de Cobre durante período de cheias no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná. | 138 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Variação pluviométrica entre janeiro/2010 a outubro/2012. | 51 |
| Tabela 2 - População residente de Porto Rico entre os períodos de 2000 a 2010. | 75 |
| Tabela 3 - Municípios da 14 ^a Regional de Saúde do Paraná | 77 |
| Tabela 4 - Capítulos (grupos) do Código Internacional de Doenças (CID 10). | 79 |
| Tabela 5 - Tabela demonstrativa das taxas de ocorrências dos grupos de doenças CID 10 nos municípios da 14 ^a Regional de Saúde do Paraná. | 80 |
| Tabela 6 - Demonstrativo dos valores por taxas dos principais grupos de doenças – CID 10 para os municípios da 14 ^a RSP que margeiam o Alto Rio Paraná na vertente paranaense. | 81 |
| Tabela 7 - Principais internações do Hospital Municipal de Porto Rico – PR entre 2001 – 2011. | 93 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | | |
|---------------------|--|-----|
| Gráfico 1 - | Variação Pluviométrica na região Arquipélago Carioca- Alto Rio Paraná nos anos 2010, 2011 e 2012..... | 51 |
| Gráfico 02 - | Demonstrativo da ocorrência dos principais grupos de doenças em Marilena –PR entre anos 2001 a 2011. | 81 |
| Gráfico 03 - | Demonstrativo da ocorrência dos principais grupos de doenças em Querência do Norte entre anos de 2001 a 2011 | 82 |
| Gráfico 04 - | Demonstrativo dos principais grupos de doenças em Porto Rico – PR entre anos 2001 a 2011. | 82 |
| Gráfico 05 - | Internações do Hospital Municipal de Porto Rico – PR entre anos 2001-2011. | 94 |
| Gráfico 06 - | Comparativo entre os grupos de doenças que se destacaram: respiratórios (01), Infeciosas (02) e Genitourinários (03) em todos municípios da 14ª RSP, municípios limítrofes da vertente paranaense e em Porto Rico/PR. | 94 |
| Gráfico 07 - | Distribuição da temperatura da água no período de coleta de águas baixas e cheias ao redor do Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná. | 98 |
| Gráfico 08 - | Distribuição do potencial hidrogeniônico no período de coleta de águas baixas e cheias ao redor do Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná..... | 99 |
| Gráfico 09 - | Valores referentes a turbidez durante período águas baixas e cheias no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná. | 101 |
| Gráfico 10 - | Variáveis de oxigênio dissolvido no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná, no período de águas baixas e de cheias..... | 102 |
| Gráfico 11 - | Distribuição das variáveis de sólidos totais dissolvidos no Arquipélago Carioca, Alto Rio Paraná. | 104 |
| Gráfico 12 - | Distribuição de sódio durante período de águas baixas e cheias no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná. | 109 |
| Gráfico 13 - | Distribuição de potássio durante período de águas baixas e cheias no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná. | 111 |
| Gráfico 14 - | Distribuição de silício durante período de águas baixas e cheias no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná. | 112 |

| | |
|--|-----|
| Gráfico 15 - Distribuição de magnésio durante período de águas baixas e cheias no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná. | 114 |
| Gráfico 16 - Distribuição de cálcio Durante período de águas baixas e cheias no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná. | 115 |
| Gráfico 17 - Distribuição de estrôncio durante período de águas baixas e cheias no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná. | 117 |
| Gráfico 18 - Distribuição de zinco durante período de águas baixas e cheias no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná. | 119 |
| Gráfico 19 - Distribuição de Chumbo nas amostras em período de águas baixas e cheias entorno Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná. | 121 |
| Gráfico 20 - Distribuição de níquel durante período de águas baixas e cheias no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná. | 113 |
| Gráfico 21 - Distribuição de manganês durante período águas baixas e cheias no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná. | 125 |
| Gráfico 22 - Distribuição de ferro durante período águas baixas e cheias no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná. | 127 |
| Gráfico 23 - Distribuição de Alumínio durante período de águas baixas e cheias no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná. | 128 |
| Gráfico 24 - Distribuição de Cádmio durante período de águas baixas e cheias no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná. | 130 |
| Gráfico 25 - Distribuição de fósforo durante período de águas baixas e cheias no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná. | 132 |
| Gráfico 26 - Distribuição de Cromo durante período de águas baixas e de cheias no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná. | 134 |
| Gráfico 27 - Distribuição de Bário durante o período de águas baixas e de cheias no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná. | 135 |
| Gráfico 28 - Distribuição de Cobalto durante período de águas baixas cheias no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná. | 136 |
| Gráfico 29 - Distribuição de Cobre durante período de águas baixas cheias no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná. | 137 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|-----|
| Quadro 1 - Quadro demonstrativo da quantidade total de internações entre os anos de 2001 – 2011 dos principais grupos de doenças na 14ª Regional de Saúde do Paraná. | 64 |
| Quadro 2 - Causas de internações Hospitalares (2001-2011) – Hospital Municipal Nossa Senhora dos Navegantes – Porto Rico – PR..... | 65 |
| Quadro 3 - Parâmetros físico – químicos dos pontos de coleta durante período de águas baixas em Outubro/2011 Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná. | 71 |
| Quadro 4 - Parâmetros físico – químicos dos pontos de coleta durante período de cheias em abril/2012 Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná. | 72 |
| Quadro 5 - Hidrogeoquímica das amostras no Arquipélago Carioca – período de águas baixas e cheias | 106 |
| Quadro 6 - Comparativo das concentrações hidrogeoquímicas das coletas realizadas no Alto Rio Paraná em proximidades com Porto Rico – PR e lagoas do Mato Grosso do Sul | 136 |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 19 |
| 2 | OBJETIVOS | 22 |
| 2.1 | OBJETIVO GERAL | 22 |
| 2.2 | OBJETIVO ESPECÍFICO | 22 |
| 3 | REFERENCIAL TEÓRICO | 23 |
| 3.1 | A GEOGRAFIA E OS ASPECTOS DA SAÚDE AMBIENTAL | 23 |
| 3.2 | GEOGRAFIA DA SAÚDE E A GEOGRAFIA MÉDICA | 24 |
| 3.3 | GEOGRAFIA DA SAÚDE NO BRASIL | 27 |
| 3.4 | GEOLOGIA MÉDICA | 28 |
| 3.5 | OS RECURSOS HÍDRICOS E A QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS | 30 |
| 3.6 | MEDIDAS LEGAIS SOBRE SAÚDE E USO DA ÁGUA | 31 |
| 3.7 | A HIDROGEOQUÍMICA EM ÁGUAS SUPERFICIAIS | 33 |
| 3.7.1 | O Estudo Hidrogeoquímico no Alto Rio Paraná | 33 |
| 3.7.1.1 | Alumínio | 35 |
| 3.7.1.2 | Bário | 35 |
| 3.7.1.3 | Cádmio | 36 |
| 3.7.1.4 | Cálcio | 36 |
| 3.7.1.5 | Cobalto | 37 |
| 3.7.1.6 | Cromo | 37 |
| 3.7.1.7 | Cobre | 38 |
| 3.7.1.8 | Chumbo | 38 |
| 3.7.1.9 | Estrôncio | 39 |
| 3.7.1.10 | Ferro | 39 |
| 3.7.1.11 | Fósforo | 40 |
| 3.7.1.12 | Magnésio | 40 |
| 3.7.1.13 | Manganês | 41 |
| 3.7.1.14 | Níquel | 42 |
| 3.7.1.15 | Potássio | 42 |
| 3.7.1.16 | Sílica e Silício | 43 |
| 3.7.1.17 | Sódio | 43 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 3.7.1.18 | Zinco | 43 |
| 4 | CONTEXTO GEOGRÁFICO E DO MEIO FÍSICO | 45 |
| 4.1 | LOCALIZAÇÃO DA ÁREA INVESTIGADA | 45 |
| 4.2 | ASPECTOS REGIONAIS | 48 |
| 4.2.1 | Geologia | 48 |
| 4.2.2 | Geologia local e Geomorfologia..... | 50 |
| 4.2.3 | Solos | 53 |
| 4.2.4 | Caracterização Climática..... | 55 |
| 4.2.5 | Influência de Barramentos | 58 |
| 4.2.6 | Abrangência de Áreas Inundadas | 59 |
| 4.2.7 | Vegetação | 60 |
| 5 | MATERIAIS E MÉTODOS | 62 |
| 5.1 | MATERIAIS | 62 |
| 5.1.1 | Dados de Saúde Coletiva dos Municípios Lindeiros do Alto Rio Paraná: Porto Rico, Marilena, Querência do Norte , São Pedro do Paraná e Demais Municípios Pertencentes a 14ª Regional de Saúde do Paraná | 62 |
| 5.1.2 | Dados de Saúde Coletiva do Hospital Municipal de Porto Rico – PR..... | 62 |
| 5.1.3 | Imagens e Referências do Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná | 62 |
| 5.1.4 | Programa de Tratamento de Imagens | 62 |
| 5.1.5 | Materiais de Campo | 63 |
| 5.1.6 | Materiais de Laboratório de Preparo de Amostras | 63 |
| 5.2 | MÉTODOS | 68 |
| 5.2.1 | Preparo e Planejamento de Amostragem | 68 |
| 5.2.2 | Procedimentos de Campo | 68 |
| 5.3 | METODOLOGIA ANALÍTICA | 73 |
| 5.3.1 | Preparação de Amostras | 73 |
| 5.3.2 | Procedimentos Analíticos | 73 |
| 6 | DISCUSSÃO DOS RESULTADOS | 75 |

| | | |
|---|--|------------|
| 6.1 | ANÁLISE DOS DADOS DE SAÚDE DOS MUNICÍPIOS LINDEIROS À VERTENTE PARANAENSE DO ALTO RIO PARANÁ: MARILENA, PORTO RICO, QUERÊNCIA DO NORTE E SÃO PEDRO DO PARANÁ E DEMAIS MUNICÍPIOS DA 14ª REGIONAL DE SAÚDE DO PARANÁ | 77 |
| 6.2 | DISCUSSÃO DOS PRINCIPAIS PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS | 95 |
| 6.2.1 | Temperatura | 95 |
| 6.2.2 | Potencial hidrogeniônico | 96 |
| 6.2.3 | Turbidez | 100 |
| 6.2.4 | Oxigênio dissolvido | 102 |
| 6.2.5 | Sólidos totais dissolvidos | 103 |
| 6.3 | ANÁLISE DAS DISTRIBUIÇÕES DAS CONCENTRAÇÕES HIDROGEOQUÍMICAS | 105 |
| 6.3.1 | Sódio | 108 |
| 6.3.2 | Potássio | 110 |
| 6.3.3 | Silício | 112 |
| 6.3.4 | Magnésio | 113 |
| 6.3.5 | Cálcio | 115 |
| 6.3.6 | Estrôncio | 116 |
| 6.3.7 | Zinco | 118 |
| 6.3.8 | Chumbo | 120 |
| 6.3.9 | Níquel | 122 |
| 6.3.10 | Manganês | 124 |
| 6.3.11 | Ferro | 126 |
| 6.3.12 | Alumínio | 128 |
| 6.3.13 | Cádmio | 129 |
| 6.3.14 | Fósforo | 131 |
| 6.3.15 | Cromo | 133 |
| 6.3.16 | Bário | 134 |
| 6.3.17 | Cobre e Cobalto | 136 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS | | 140 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | | 144 |

1 INTRODUÇÃO

A Geografia é um ramo do conhecimento capaz de se envolver com diversas ciências, como as Ciências Sociais, Ciência da Terra e Ciências da Saúde que se articulam no objetivo de estudar as relações espaciais dos processos saúde e doença levando a formação de um novo ramo da geografia denominado Geografia da Saúde (CARVALHO, ZEQUIM; IWAKURA, 2003).

A relação entre o ambiente e o padrão de saúde de uma população também define um campo de estudo denominado Saúde Ambiental. A Saúde Ambiental aprimorou-se a partir do momento que instituições estaduais voltadas ao controle do equilíbrio ambiental, desenvolviam ações que pretendiam prevenir a saúde dos trabalhadores ou grupos de uma determinada região (TAMBELLINI; CÂMARA, 1998). Esta preocupação com o coletivo e prevenção em relação ao bem – estar definiu um campo da saúde denominado Saúde Coletiva, conceituado como uma área teórica - prática que tem como objeto os processos de saúde e doença nas coletividades (TAMBELLINI, 1996). A Saúde Coletiva se integra a uma das linhas de estudo da Geografia, a Geografia da Saúde, crescente nas últimas décadas e mostra-se essencial ao relacionar ainda a outros aspectos da população (modo de vida, educação, moradia, saneamento básico, infraestrutura em saúde) com a saúde da população.

Segundo Vieites e Freitas (2007) foi na Grécia que inicialmente tentou –se explicar de forma racional sobre doenças e seu *modus operandi*, pois a medicina grega analisava o comportamento humano além das atividades do dia – a- dia. Esta forma de análise amadureceu com a filosofia pré – socrática que trabalhava a dinâmica do corpo relacionada a doenças. Hipócrates e seus discípulos demonstrava de forma racional que as enfermidades tinham causas naturais e fundamentou obras relatando a influência da sazonalidade, dos climas e do vento sobre corpo humano e suas doenças.

A observação empírica com uma visão epidemiológica de problemas de saúde – enfermidade não limitou –se apenas aos pacientes e a seu ambiente levando a um conceito ecológico de saúde enfermidade (SCLIAR, 2007).

Na Grécia antiga e com Hipócrates que se iniciou então a Geografia da Saúde e com a exploração e colonização e observação de condições “exóticas” do ambiente que a Geografia da Saúde foi se aprimorando abordando pontos de geografia epidemiológica envolvendo assim a relação entre o ambiente e sua relação com doenças nos homens.

A Geografia da Saúde ao identificar as irregularidades nas diversas formas de propagação da doença, que pode ser por meios naturais como água, ar e solo demonstra

especialmente as situações de risco ao relacionar-se com dados demográficos, socioambientais e econômicos permitindo uma visualização e análise importante aos gestores para que promovam ações para prevenção e solução de causas de doenças nos municípios (PEITER, 2005).

Um exemplo prático de meio de propagação de doenças são as águas superficiais, tendo sua qualidade definida por seus constituintes naturais ou de interferência humana (SANTOS, 1997). Os elementos presentes na água podem causar danos à saúde humana através da alimentação, inalação, contato físico e também do consumo direto.

A água é considerada um importante solvente e de fácil acesso à população. Muitas substâncias podem estar ligadas a esta molécula a partir do contato com os minerais, provenientes de forma natural através do intemperismo das rochas e erosão do solo ou ainda por ação humana. Sendo a água, um recurso natural muito ativo, tem a grande facilidade de reagir e se dissolver com muitas substâncias orgânicas e inorgânicas alterando suas propriedades naturais (LITCH, 1995).

Agentes biológicos também interferem na qualidade da água e a prevenção da contaminação é a primeira linha de defesa (DAHI, 1992). Os dejetos humanos e de outros animais por vezes afetam a qualidade da água, sendo também indicadores de enfermidades dos indivíduos de população ribeirinha que estão sujeitas a muitos riscos através da ingestão de água contaminada por agentes biológicos ou ainda, efluentes de esgotos industriais e urbanos.

Em seu percolar, águas superficiais podem lixiviar rochas e realizar funções químicas como reações de hidratação, hidrólise, oxidação e dissolução. Os minerais podem se tornar muito ou pouco solúveis a partir do contato com água, sólidos dissolvidos e gases, desta forma cada região hidrogeológica determina a característica da água a ser estudada.

Em ambientes naturais as substâncias dissolvidas na água podem estar na forma molecular ou iônica. Nas águas superficiais os elementos dispersos na forma de íons são considerados mais reativos e os gases e matéria orgânica e inorgânica menos reativos (LITCH, 1995)

Entre os elementos disponíveis em águas superficiais, os elementos químicos podem estar presentes. As fontes de origem como atividades agrícolas, mineração, urbana por dejetos domésticos e atividades industriais determinam as maiores concentrações, as quais podem afetar o ambiente e o ser humano. O organismo humano possui alguns metais porém, em quantidades limites permitindo o funcionamento de diversos tecidos e órgãos facilitando os processos fisiológicos diversos. Os indivíduos podem adquirir estes metais

através da alimentação, inalação, contato físico do consumo direto de águas superficiais e estes elementos químicos podem estar na forma dissolvida, coloidal ou em suspensão com concentrações que variam conforme suas propriedades, características químicas e físicas da água, e ainda ser considerados tóxicos na forma livre (WHO, 1995).

Deste modo, é de fundamental importância estudos que relacionem geografia da saúde a hidrogeoquímica para uma avaliação aprofundada da espacialização de doenças e prováveis relações com elementos hidrogeoquímicos.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL:

Este trabalho tem o objetivo de investigar os aspectos de saúde coletiva nos municípios adjacentes ao Arquipélago Carioca na vertente paranaense do Alto Rio Paraná pertencentes a 14ª Regional de Saúde do Paraná. Bem como buscar uma correlação com comportamento hidrogeoquímico e demonstrar possíveis riscos ambientais e de saúde na área de estudo.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar e promover levantamentos dos dados de saúde coletiva nos municípios adjacentes ao Arquipélago Carioca: Querência do Norte, Porto Rico, Marilena e São Pedro do Paraná localizados à vertente paranaense do Alto Rio Paraná;
- Levantamento e análise dos dados de saúde coletiva referente a internações dos municípios da 14ª Regional de Saúde do Paraná, bem como das internações realizadas no Hospital Municipal “ Nossa Senhora dos Navegantes” de Porto Rico – PR;
- Analisar os parâmetros hidrogeoquímicos, potencial hidrogeniônico, temperatura, turbidez, sólidos totais dissolvidos e oxigênio dissolvido das águas internas e circundantes do Arquipélago Carioca;
- Verificar e avaliar o efeito da sazonalidade na concentração hidrogeoquímica e distribuição dos elementos químico analisados;
- Correlacionar tentativamente os elementos químicos presentes no entorno do Arquipélago Carioca com possíveis padrões de anomalias de saúde coletiva dos municípios adjacentes ao Arquipélago pertencentes a 14 Regional de Saúde do Paraná;

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 GEOGRAFIA E OS ASPECTOS DA SAÚDE AMBIENTAL.

Os estudos em Geografia tornam-se cada vez mais integrados a outras disciplinas, onde diversas áreas do conhecimento, desde Exatas até Biológicas se associam na contribuição de diferentes ramos da sociedade. Entre as linhas da Geografia que cresce segue – se na Geografia Médica e da Saúde, englobando - as à Saúde Ambiental que tem sido incorporada em currículos de Universidades de prestígio. Muito contribui para a sociedade, pois a partir da análise de questões geográficas é possível verificar contextos territoriais, necessários para estudos e desenvolvimento de programas de promoção na busca de uma gestão adequada dos municípios.

Ao analisar as situações de saúde de uma população, verifica-se a importância de estudos nesta área e a necessidade de um retorno às comunidades, pois são lugares onde as relações sociais entre indivíduos e o meio ambiente são minuciosas e que ajudam a mapear os componentes territoriais que materializam os elementos presentes ou ainda, a saúde e a doença das populações, em escala local (RIBEIRO, 2010).

Conhecer a estrutura e a dinâmica de uma população, é o passo inicial para caracterização das situações de saúde (BARCELLOS, C.C. et. al., 2002). A caracterização a partir de dados espaciais de diferentes formatos e proporções, contribui para o entendimento dos processos socioambientais envolvidos e permite o planejamento de ações que possam contribuir para equilíbrio e bem – estar de uma população.

Autores como Araújo (2006), Pires (2008), Canesso (2009) e Zanetti (2009) através de suas pesquisas demonstraram a situação da saúde de uma população e que, a Saúde Coletiva abrange uma série de sub- áreas de conhecimento, entre elas a Geografia. Ao analisar aspectos ambientais como componentes físicos, químicos e as relações humanas, estes autores puderam compreender que a problemática ambiental, está inserida na Saúde Coletiva desde seus primórdios e sendo assim ao tratar da interrelação entre saúde e meio – ambiente puderam também avaliar aspectos da Saúde Ambiental.

A Saúde Ambiental – importante área do conhecimento - teve seu conceito definido desde 1993, e foi apresentada na Carta de Sofia produzida no Encontro Mundial de Saúde e em 1999 a Organização Mundial definiu este tema: “*Saúde Ambiental é o campo de atuação da Saúde Pública que se ocupa de diversas formações acadêmicas e técnicas, tanto nas áreas biológicas quanto das Ciências da Natureza e das Ciências Exatas*”(OMS, 1993).

Atualmente, grande número de fatores ambientais que podem afetar a saúde humana, indicam a complexidade das interações, da amplitude e crescimento da infraestrutura dos municípios e das populações e, desta forma, o esforço para que aumentem ações necessárias para melhorar os fatores ambientais determinantes de saúde.

No Brasil, a Saúde Ambiental se desenvolveu por aumento da questão ambiental a nível internacional e nacional de crise econômica, e a repercussão desta crise na qualidade de vida da população. Uma abordagem mais específica aconteceu a partir da década de 70, quando foi criada a SEMA (Secretaria Especial de Meio Ambiente) em que foram estabelecidos os padrões de qualidade do ar e da água e a criação de órgãos para fiscalização do controle ambiental a início de indústrias e anos depois dos veículos em circulação.

A partir da década de 80, o Governo Federal através da Constituição Federal definiu artigos sobre a saúde como esta sendo um direito de todos e dever do Estado e sobre o meio ambiente que deve ser ecologicamente equilibrado e, as atribuições do Sistema Único de Saúde – órgão com a função de executar ações de Vigilância Epidemiológica e Sanitária. Os artigos então definidos, tinham como objetivo a sadia qualidade de vida para a atual e futuras gerações.

Nas décadas seguintes as políticas públicas para Saúde Ambiental foram se desenvolvendo e no ano 2000, a Secretaria de Vigilância em Saúde e a Coordenação de Vigilância Ambiental em Saúde tinham como objetivo prevenir e controlar fatores de risco de doenças decorrentes do ambiente e das atividades produtivas (RIBEIRO, 2004).

3.2 A GEOGRAFIA DA SAÚDE E A GEOGRAFIA MÉDICA

Estudos demonstram que há séculos a relação entre o homem e o ambiente, hoje muito discutida em pesquisas que envolvem saúde, tem suas origens nos agrupamentos de pessoas e formações de tribos que em conjunto se deslocavam na busca de alimentos para sobrevivência, e na falta destes, alguns membros ficavam doentes ou morriam. Estas tribos nômades se deslocavam com frequência por questões de segurança e sobrevivência (GUTTIERREZ & OBERDIECK, 2001). Com o tempo e o desenvolvimento da agricultura, as tribos foram se fixando, onde mantinham seus espaços, originando as cidades e os centros populacionais, momentos estes em que os homens adquiriam a capacidade de alterar o ambiente natural com instrumentos, armas e fogo (FREITAS; PORTO, 2006).

Com o crescimento das cidades e concentração populacional logo após a Revolução Industrial, as doenças e a necessidade de estudá-las foram surgindo paralelo à

degradação ambiental. Estando a saúde da população e o desenvolvimento caminhando juntos, tornou-se necessário a sustentabilidade junto ao desenvolvimento populacional para evitar sérios problemas de saúde, tanto em países desenvolvidos como nos emergentes. A preocupação com o crescimento e saúde, foi discutida após a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano em Estocolmo em 1972, e durante o ano de 2012 as discussões persistiram na Conferência Internacional sobre Desenvolvimento Sustentável Rio +20 – Rio de Janeiro – Brasil, onde questões ambientais foram tratadas pela sociedade civil e por membros representantes dos países ligados a Organização das Nações Unidas.

Rojas (1998) propõe que a Geografia da Saúde seja um ramo que mostre a alta complexidade que as relações da natureza proporcionam. Na filosofia, a dinâmica desta relação homem – ambiente, inicia em épocas pré-socráticas com certa preocupação com o ambiente que pudesse causar doenças aos seres humanos e, pode – se afirmar que a partir deste fato iniciaria a Geografia da Saúde na Grécia antiga e juntamente o livro “Áreas, água e lugares” com Hipócrates.

O ambiente causador de doenças e o fato de as distribuir espacialmente, permitindo relacionar as enfermidades com as características geográficas como meio físico caracterizou a Geografia Médica. Esta característica passou a fazer parte da medicina durante diagnóstico nas consultas médicas (PEITER, 2005).

A Geografia Médica iniciou –se com os trabalhos do médico Ludwig Finke, autor da obra – *An attemp at a general medical – pratical geography* – escrita em 1792. Nesta obra, a Geografia Médica é dividida em três partes: Geografia das doenças, a Geografia da nutrição e a Geografia da atenção médica. Estes trabalhos foram inseridos na corrente médica européia que buscava a origem das doenças em uma única causa e assim, com tais ideias Finke acreditava que a Geografia Médica deveria ser considerada como uma ampla disciplina entre as ciências (BOUSQUAT, A.; COHN, A., 2004).

A Alemanha foi pioneira na inserção do Sistema de Atenção Médica, devido ao sofisticado Sistema de Informações e controle que eram mantidos com importantes informações, através de um rígido controle sanitário a que as populações eram mantidas. Estes sistemas de informações auxiliavam na identificação de fatores ligados à origem das doenças com o objetivo de superá-las.

No séc. XIX a Geografia e a Medicina tinham um caráter científico, e iniciava-se a era microbiana com os trabalhos de Pasteur, que afirmava a concepção biológica das doenças e, paralelamente, o termo espaço também muda de concepção tornando-se o local

de interação entre os agentes etiológicos das doenças e o hospedeiro humano susceptível (BOUSQUAT, A.; COHN, A., 2004).

A investigação de causa de doenças por Morin Pasteur e Robert Kock , proporcionou o estudo e o descobrimento de bactérias e parasitas, modificando os estudos da medicina, levando a um processo de reformulação do processo saúde - doença, fato que refletiu no ensino da medicina , que passou a se dedicar ao corpo humano, deixando de lado o interesse pelo ambiente, levando à exclusão da Geografia Médica das grades de Medicina (PEITTER, 2005).

Após o declínio da Geografia Médica, alguns conceitos começaram a ser reintroduzidos no final do século XIX, como a interação entre Geografia e Epidemiologia, onde busca estabelecer a rede de causas das doenças e os ambientes em que os focos acontecem, através da tríade: homem – agente - ambiente, retomando desta forma, o foco ambiental na Medicina. Neste sentido, verifica-se que o ambiente apresenta condições naturais à circulação de agente, independente da presença ou da ação humana.

Em 1949, acontece uma revalorização da Geografia Médica pois foi recolocada como um ramo da Geografia e só foi reconhecida oficialmente no Congresso Internacional de Lisboa, com a definição do termo saúde apresentada pela Organização Mundial da Saúde em 1947 (LIMA NETO, 2000).

Em 1976, mudanças de denominações aconteceram de Geografia Médica para Geografia da Saúde, devido um aumento de temas, questões e abordagens mais abrangentes como qualidade de vida, educação, moradia, saneamento básico e infra - estrutura em saúde. Juntamente, uma nova corrente positivista passou a identificar como aconteciam as irregularidades através do avanço da informática e sistemas de informações geográficas nos modos de propagação de doenças em determinado tempo e espaço.

Em épocas mais recentes, início do século XX na Europa havia a percepção de condições de saúde “exóticas” consequência da exploração e intensificação da civilização europeia, a Geografia da Saúde permaneceu através de investigações médicas e da saúde, e introduziu conceitos como geografia patológica, geomedicina e epidemiologia geográfica.

A inserção deste ramo de Geografia e saúde, aconteceu a partir de 1940 nas grades de geografia humana onde integravam a doença e saúde em muitas disciplinas e anos após e com a evolução do pensamento geográfico, a Geografia da saúde se insere em dinâmicas espaciais provocadas por doenças em consequência às relações a que estas estão inseridas nas sociedades e no espaço onde permanece a população.

Nos tempos atuais muitos estudiosos verificam a problemática ambiental relacionada com o meio ambiente e seu desgaste, ou melhor, com seu mau uso. Em países com língua inglesa e na América Latina são crescentes os estudos em Geografia da Saúde através da inserção de projetos e ações em países como Venezuela, México e Cuba (ROJAS, 1998). No Brasil muitos estudos se referem à Geografia da Saúde, nas instituições Osvaldo Cruz, USP – Escola de Medicina e UNESP- Presidente Prudente.

3.3 GEOGRAFIA DA SAÚDE NO BRASIL

O Brasil oportunizou a Geografia da Saúde por alguns momentos. Inicialmente através dos viajantes estrangeiros e naturalistas, após com a fundação das Faculdades de Medicina em 1908 e mais tardiamente por interesses geopolíticos através da interiorização do território brasileiro (FERREIRA, 2003).

Os interesses geopolíticos abriram campos para pesquisa em Geografia Médica, pois através das viagens, os lugares e modos de vida eram base para trabalhos. Muito interessava aos governos, sendo que o foco destes era para outros campos como mineração, produção de energia e agropecuária.

A geografia e a saúde foram bases de publicações de livros que delimitavam apenas conceitos históricos, porque afinal os interesses políticos e das classes dominantes superavam uma observação mais crítica entre geografia, saúde e relações socioeconômicas

Sempre atrelada aos interesses geopolíticos durante o governo militar, a geografia contribuiu mais com as descrições dos ambientes (clima, solo e vegetações) e a medicina com as doenças por regiões, em trabalhos isolados. Mesmo assim a Geografia Médica devagar se consolidava com a criação de instituições de ensino a partir da década de 70, e com contribuições de geógrafos que procuravam integrar o âmbito social em suas pesquisas, com a contribuição da Geografia Crítica e com as contribuições de Milton Santos.

Muito contribuiu Santos com seu contexto social na Geografia da Saúde, pois verificou-se que as causas das doenças podem ter fatores socioeconômicos como idade, condições de trabalho, destinação de recursos para saúde pública, qualidade de vida, planejamento e muitas outras vertentes não consideradas. Esses fatores mostravam que as doenças não partiam apenas de questões climáticas ou biológicas (JUNQUEIRA, 2010).

O Brasil direcionou muitos países para pesquisa em Geografia da Saúde na América Latina, através dos trabalhos de epidemiologistas e sanitaristas que proporcionaram a relação dos aspectos sociais nos processos de saúde. A Geografia e a saúde também são

analisadas através da qualidade de vida, infraestrutura e outras questões que relacionam população e saúde.

Desta forma, a Geografia da Saúde procura demonstrar os fatores que influenciam a incidência de doenças, e através da espacialização orientar gestores para que sejam realizadas ações para melhoria da qualidade de vida de populações (ROJAS, 2003).

A Geografia da Saúde vem ganhando uma linha de pesquisadores, mesmo sendo um aspecto da geografia pouco presente em grades curriculares de graduação e pós – graduação e sim através de projetos direcionados. Pesquisadores podem utilizar de revistas eletrônicas para publicações ou ainda apresentações em simpósios e congressos abertos aos interessados da área. Assim, os espaços vem aumentando para que os estudantes e pesquisadores possam apresentar as causas de seus trabalhos e desta forma discuti-los e direcionar ações para os projetos realizados.

3.4 GEOLOGIA MÉDICA

Sendo a “ciência que estuda a influência de fatores geológicos e ambientais relacionados à distribuição geográfica das doenças humanas e dos animais” (SELINUS, 2006), este ramo necessita da atuação de diversos profissionais como geógrafos, geólogos, médicos, odontólogos, veterinários, toxologistas, biólogos e agrônomos; uma área em desenvolvimento no Brasil que possui o Programa Nacional de Pesquisa em Geoquímica Ambiental e Geologia Médica como referência, onde trabalhos são desenvolvidos e escritos sobre esta importante relação entre a geologia e a saúde. Assim tem por método geral de pesquisa o estudo da geologia química dos solos, da água e dos sedimentos em relação à incidência das doenças geograficamente distribuídas (MARTINS JR., J.C.G.; PINESE, J.P.P., 2005).

A Geologia Médica e a Geografia da Saúde são responsáveis por demonstrar as variações regionais na distribuição dos elementos químicos como os metálicos e metalóides, o comportamento geológico e geoquímico, contaminações naturais ou artificiais e os danos em saúde animal e vegetal, mostrando as interações geológicas e a saúde (SELINUS, 2006).

Interações geológicas e biológicas acontecem no ambiente caracterizando as relações entre os seres vivos e a Terra. Os seres vivos obtêm elementos químicos presentes nos alimentos, como macronutrientes e micronutrientes que não podem estar de forma excessiva e nem em falta pois pode ocasionar danos à saúde. Autores como (SCARPELLI,

2003; SELLINUS, 2006, PIRES, 2008) destacam que alguns elementos são essenciais porém outros são tóxicos. Os elementos apresentam importância nutricional porém com alguns micronutrientes sua assimilação em excesso traz prejuízos à saúde podendo ser fatal (SELLINUS, 2005).

O intemperismo faz as rochas se desgastar e liberar elementos químicos nos solos, local onde o cultivo acontece para nossa alimentação; liberação de elementos por onde a água percola entre as rochas, além dos gases e poeira em constante contato por inalação e ingestão destes sem saber sobre o risco que pode ocorrer na saúde.

É necessário entender e se aprofundar nos estudos de Geologia ela é capaz de alterar a saúde humana. As concentrações de elementos pode ser de diferentes potencialidades, sendo por exemplo, alguns metais como cromo e níquel mais elevados em basaltos e outro como chumbo mais elevados em arenitos (SELLINUS, 2005)

Em Bangladesh altos teores de arsênio foram detectados ao perfurar poços, este problema existe há muitos anos, mas a necessidade em perfurar causou a propagação do problema. Outros casos semelhantes também aconteceram na Índia, México, Chile e Argentina. Uma forte relação entre intoxicação por arsênio e câncer de pele foram estudadas também em Taiwan (SELLINUS, 2005).

No Brasil estudos envolvendo a relação entre elementos químicos e saúde foram realizados por: Pires (2008) avalia a existência de flúor em concentrações acima do permitido no Aquífero Serra Geral, no município de Itambaracá, o que reflete casos de fluorose dentária. Outros exemplos citados por Litch (2006), como o Arsênio, uma substância que pode afetar a pele, mucosas sistema nervoso, medula óssea, fígado e coração. Zanetti (2009) cita presença de doenças crônicas renais e possíveis correlações com hidrogeoquímica no município de Porto Rico – PR.

Tais estudos citados envolvendo o solo, ar e água refletem a constituição geoquímica das rochas, sendo importantes na identificação de áreas com anomalias geoquímicas, tanto por meio antrópico como por gênese natural, pois podem transferir elementos químicos a animais e plantas, que serão consumidos por humanos e desta forma elevar a concentração de determinados elementos químicos a níveis prejudiciais a saúde dos seres humanos.

3.5 OS RECURSOS HÍDRICOS E A QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

Recursos hídricos são fundamentais para manutenção dos ecossistemas e sustentação de todos seres vivos no planeta. A água ainda é também importante para o desenvolvimento econômico e social. A partir deste uso pode ocorrer a alteração da qualidade da água, e desta forma, afetar a saúde de uma população.

Em uma bacia hidrográfica a qualidade e a quantidade da água depende das características físicas, químicas e biológicas dos elementos aquáticos e terrestres modificadas por atividades antrópicas e uso da terra. As características químicas se relacionam diretamente com o intemperismo de rochas e também presença de efluentes provenientes de esgotos ou indústrias.

Água de boa qualidade é um direito de todos. Em muitas regiões periféricas dos municípios, a baixa qualidade e muitas vezes o racionamento da água, prejudica o modo de vida e saúde da população.

A urbanização e o desenvolvimento econômico tem aumentado e isto tem acelerado o uso de recursos hídricos, sendo necessária uma avaliação e conscientização de uso racional para se ter uma perspectiva futura. Uma avaliação sobre medidas legais e o reuso da água são atualmente consideradas formas para reduzir o uso e o desperdício (TUNDISI, 2005).

A água possui seus diversos usos, entre eles o abastecimento público, irrigação, uso industrial, transporte e navegação, recreação, turismo, hidroeletricidade, pesca (Figura 1) e agricultura. Esses usos variam conforme a atividade regional, desenvolvimento econômico e a demanda de água podem gerar liberação de elementos tóxicos.

Figura 1 - Proximidade do Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná – local de pesca e turismo regional.



Fonte: Mariana C.Silva.

Entre os diversos impactos como, por exemplo: disposição de resíduos sólidos, disposição de esgotos sem tratamento (Figura 2), efluentes industriais e agricultura estão direta ou indiretamente ligados à saúde dos seres humanos.

Os esgotos domésticos não tratados também contribuem para toxicidade, sendo um dos grandes problemas em regiões menos desenvolvidas. O agravamento e a quantidade de substâncias liberadas livremente pode contaminar com nitrogênio, fósforo e carbono os recursos hídricos que abastecem um município.

Figura 2 - Local de despejo de dejetos orgânicos presente em uma das ilhas do Arquipélago Carioca. Sinal de provável contaminação do solo e da água devido proximidade com Rio Paraná.



Fonte: Mariana C.Silva.

Além de sua dinâmica natural, os cursos d' água podem ser modificados a partir da construção de reservatórios como hidroelétricas. Apesar da abundância do recurso e sua importância para o desenvolvimento, a construção de usinas altera a dinâmica da biota aquática, do ciclo hidrológico, deslocamento de populações, transporte de sedimentos e consequente alteração da qualidade da água.

3.6 MEDIDAS LEGAIS SOBRE SAÚDE E USO DA ÁGUA

Com a modernidade e desenvolvimento atuais, a manutenção da qualidade de recursos se torna cada vez mais necessária, pois esta qualidade está relacionada de forma indireta ou direta com saúde e bem estar humano.

A Constituição Brasileira, em seu artigo 225, estabelece que o ambiente em que vivemos deve ser equilibrado e essencial à qualidade de vida, sendo um direito e dever de todos. A água, um dos elementos presentes no ambiente está protegida por normas e leis, que devem ser cumpridas e devidamente fiscalizadas.

Inicialmente a implantação do Código de Águas (Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934), sob responsabilidade de órgãos federais, por competência do Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica – DNAEE, junto ao Departamento Nacional contra as Secas – DNOCS, teve a função de fiscalizar os diversos usos da água e seu uso hidroelétrico.

Quando da instalação da lei a preocupação seria com a quantidade de água utilizada, e foi a partir do crescimento e desenvolvimento de grandes cidades que a qualidade começou a ser discutida, a partir da década de 1970. A Lei 6.939/81 ao dispor sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, instituindo o Sistema Nacional do Meio Ambiente, constituído por órgãos, na qual o órgão superior seria o CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente – com competência para “estabelecer normas, critérios e padrões relativos ao controle e manutenção da qualidade do meio ambiente com vista ao uso racional dos recursos ambientais, principalmente dos recursos hídricos.” Entre essas competências, o CONAMA iniciou o gerenciamento das águas através da Resolução 020, de 18 de junho de 1986, classificando os tipos de água e definindo suas qualidades.

Em 1997 foi sancionada a Lei 9.433, que definiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, criando o Sistema Nacional de Gerenciamento Hídrico, com objetivos de assegurar a disponibilidade de água à atual e futuras gerações, utilização racional e sustentável e a prevenção e defesa contra eventos de origem natural e que esteja relacionados com recursos hídricos. Neste momento também houve a criação da ANA – Agência Nacional de Águas para implementação da gestão de recursos hídricos, outorga do uso e a cobrança de uso correto se traduzem em avanços para a sociedade.

Coube à ANA, a partir do ano 2000, disciplinar utilização dos rios, implantar planos de recursos hídricos, despoluição de bacias hidrográficas, descentralização de gestão integrada.

Em 2005, a Resolução 357 foi criada e substituiu a Resolução 020 de 1986, que trata do enquadramento de águas superficiais para captação e lançamento de efluentes.

Cabe a diversos órgãos a gestão dos recursos, orientações e ações que devem ter suas iniciativas por órgãos de esferas federais, estaduais, municipais e privadas que devem superar desafios para melhorias e manutenção de uso sustentável dos recursos hídricos.

Uma importante questão sobre usos da água se refere à outorga, sendo feita por meio de autorização conforme Lei 9.984/2000 criada por ANA – Agência Nacional das Águas (PIRES, 2006). Entre os usos que se exige outorga estão o lançamento no corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim da sua diluição, transporte e disposição final.

No que se refere aos parâmetros para qualidade e uso da água, a Portaria 518, de 25 de março de 2004, da ANVISA, que estabelece procedimentos e padrões de qualidades relacionados ao controle para o consumo humano, como também estabelece padrões de recursos potáveis. No artigo 4 da referida Portaria, um conceito à água potável é dado: “água para consumo humano, cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos, atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça risco à saúde” (BRASIL, 2004).

A portaria 518 de 25/03/2004 foi substituída pela Portaria nº 2914 de 12/12/2011 que “dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade “ A água para consumo humano deve ser potável para ingestão, preparação e produção de alimentos, higiene pessoal independente da sua origem (BRASIL, 2011).

Atualmente o Brasil possui um arcabouço legal sobre a água, cabendo aos órgãos fazer com que os usuários realizem suas ações de forma coerente, cumprindo o artigo que estabelece que toda população tem o direito a um ambiente ecologicamente equilibrado, mantendo assim, a qualidade de vida e saúde da população.

3.7 A HIDROGEOQUÍMICA EM ÁGUAS SUPERFICIAIS.

3.7.1 O Estudo Hidrogeoquímico no Alto Rio Paraná

A qualidade da água possui aspectos importantes na forma qualitativa e quantitativa de seus constituintes químicos, que podem ser provenientes da ação antrópica e causar alterações nas características naturais de um ambiente aquático.

Os estudos hidrogeoquímicos iniciados no Alto Rio Paraná nas proximidades de Porto Rico, são importantes para manter um banco de dados, que permita avaliar as relações entre hidrogeoquímica e saúde coletiva. Além de Porto Rico, municípios como Querência do Norte, São Pedro do Paraná e Marilena que margeiam o Alto Rio Paraná havendo a possibilidade de serem afetados pelo comportamento hidrogeoquímico nesta região.

Zanetti (2009), constatou que elementos químicos apresentaram níveis acima do esperado em lagoas de inundação como a Lagoa Brilhante (MS) e em lagoas com menor circulação e sem grande conectividade com o rio, que tem a capacidade de concentrar maior quantidade de íons, como demonstraram análises da Lagoa do Gavião (PR) que

indicaram maiores teores de Na, K, Si, Mg, Ca, Sr, Ni, Mn, Fe, P e Ba. As concentrações podem ter variações devido dinâmica hidroclimática e a presença de barragens ao longo do rio.

A pesquisa citada demonstra que a água é capaz de incorporar substâncias, em contato com constituintes dos solos e das rochas e sendo quimicamente ativa, pode reagir e se dissolver com substâncias orgânicas e inorgânicas. As substâncias podem se apresentar de forma molecular ou iônica em águas superficiais, a forma iônica prevalece devido o contato frequente com solo, aumentando assim a concentração de minerais.

Na natureza os maiores fornecedores de elementos químicos são as rochas, que através do intemperismo fornecem concentrados de minerais, e também por ciclos hidrológicos e geológicos as substâncias químicas são enviadas para água ou atmosfera, e de forma indireta ou direta na alimentação, ar e água recebemos estas substâncias inorgânicas e orgânicas.

O solo oriundo das rochas constituído por argila, areia, silte e matéria orgânica (incluindo microrganismos) e suas propriedades físicas atribuídas afetam diretamente a distribuição dos elementos químicos, sendo assim, esta disponibilidade varia conforme a geologia e características físicas de um determinado ambiente.

O estudo entre geoquímica e saúde é muito importante em algumas regiões, pois águas superficiais e subterrâneas são importantes veículos da circulação dos elementos químicos e assim por estarem em contato direto com humanos, podem ter efeitos na saúde (CORTECCI, 2003).

Outras pesquisas ainda relacionadas à hidrogeoquímica e saúde foram realizadas e estudos de caso demonstraram alguns exemplos em todo mundo: FRIZZO (2006) citam a presença de arsênio em águas de populações chinesas, indiana, chilena, mexicana e Argentina, também o consumo de peixes contaminados com mercúrio no litoral japonês e o consumo de arroz irrigado com água que tinham presença de cádmio afetaram a população chinesa em áreas de mineração; PIRES (2008) destaca o caso do fluorose dentária devido excesso de flúor em águas subterrâneas; CORTECCI (2003) cita doenças como hipertensão e cardiovasculares relacionadas com ausência de minerais e por fim, LITCH (2006) indica sobre a importância de estudo em relação aos níveis de mercúrio no Paraná devido a busca de ouro aluvionar na região do litoral paranaense.

Alguns elementos químicos entre eles os metais pesados, são importantes nesta investigação. Características sobre origem, quantidade mínima diária, papel no funcionamento do organismo e os efeitos de sua toxicidade são descritas a seguir.

3.7.1.1 Alumínio

É um metal que ocorre combinado com oxigênio, flúor, silício e outros componentes. Encontrado na forma de silicatos (feldspato e mica), complexados com sódio e fluoreto (criolita e bauxita). Na água é possível encontrar dissolvido e sua concentração varia conforme o pH (SANTOS, 2003). Na natureza, seu transporte e distribuição dependem de sua constituição química, relacionados a partir da interação entre solo e a água e a formação geológica.

Pode se tornar um agente tóxico em excesso, afetando o sistema nervoso (WHO, 1997). Este fato pode ser evitado pois o próprio organismo possui mecanismos que impedem seu aumento. As pessoas podem adquirir Al a partir de várias fontes: alimentação, bebida, água e antiácidos e sua exposição ao organismo pode estar relacionada com Doença de Alzheimer, pois foram encontrados traços de alumínio em exames neurológicos, mas os estudos são poucos e iniciais para comprovar tais relações; e também doenças ósseas e Mal de Parkinson estão relacionadas mas requerem mais estudos em relação à presença de alumínio no organismo.

Conforme RESOLUÇÃO CONAMA 357 (BRASIL, 2005), estabelece o valor máximo permitido de Alumínio de 0,1 mg/L em rios. A portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) estabelece o VMP (valor máximo permitido) de 0,2 mg/L para o organismo humano, a dosagem de 5 mg é considerada tóxica (MINEROPAR, 2005).

3.7.1.2 Bário

O Bário, um metal alcalino e combina-se com hidrogênio, oxigênio, halogênio, amônia e sulfatos, ocorre naturalmente, sempre em estado combinado. Na natureza pode ser encontrado em minerais barita e também a witherita (carbonato de bário natural) e em rochas ígneas e sedimentares (CETESB, 2009).

O Bário pode acumular-se em grandes quantidades em plantas como leguminosas, alfafa e soja e prejudicar bovinos, mas não acumula quantidades que possam prejudicar os seres humanos. Estando presente em água potável pode provocar efeitos nocivos como dificuldades respiratórias, na pressão sanguínea, flacidez muscular, irritabilidade no estômago, rins, coração e fígado (LITCH, 2006) e a ingestão de grandes quantidades de

compostos de Bário causa alterações no ritmo cardíaco e paralisia, e se não houver tratamento, pode levar a óbito (CETESB, 2009).

O VMP segundo RESOLUÇÃO 357 – CONAMA (BRASIL, 2005) e Portaria 2914/2011 (BRASIL, 2011) propõe 0,7 mg/L em águas naturais e relaciona a presença deste metal como um risco à saúde dos seres humanos.

3.7.1.3 Cádmio

Um metal que na natureza é encontrado em grandes quantidades em sedimentos rochosos e, em pequenas quantidades, associados a minérios de Zinco e na forma de sulfetos. Na forma natural é originado a partir de atividades vulcânicas lançadas no ar. Na água se apresenta através do intemperismo, erosão do solo, vazamentos de aterros e fertilizantes agrícolas (CHASIN e CARDOSO, 2003) e originado a partir de atividades industriais de baterias e pilhas, soldas e tabaco.

As formas em que o Cádmio entra no organismo pode ser através água ou ar. Estudos comprovaram que o cádmio pode ser tóxico para o organismo. Os elementos são detectados por exames de sangue e urina, e provocam sinais de lesões renais e doenças cardiovasculares segundo ATSDR (2004), sendo um metal pesado pode vir a causar câncer de pulmão e próstata. Seria ideal que se evitasse tais fatos, seguindo seu VMP de 0,005mg/L da Portaria 2194/2011 (BRASIL, 2011) e para RESOLUÇÃO CONAMA 357 (BRASIL, 2005) o VMP de 0,001 mg/L do metal Cádmio em águas naturais.

3.7.1.4 Cálcio

O Cálcio apresenta – se na forma de silicatos, carbonatos e fosfatos e faz parte da constituição de plagioclásios, anfibólios e piroxênios. Alterações podem mobilizar o cálcio e formar minerais secundários: calcita, dolomita e granatas (MINEROPAR, 2001).

O Cálcio é essencial ao organismo, participa da estrutura de paredes celulares, 98% atua como componente estrutural dos ossos e dentes, regulação das membranas celulares, estímulos nervosos, divisão celular, regulação de hormônios, permeabilidade celular e coagulação sanguínea. A quantia ideal para manter a fisiologia do corpo humano é de 800 a 1.200 mg. A deficiência de cálcio está relacionado com osteoporose e raquitismo e o excesso se relaciona com fraqueza, dores musculares, insuficiência renal e

prejudica a captação de alguns minerais (SILVA, FIGUEIREDO E CAPITANI, 2006). O Cálcio não possui restrições quanto aos teores em águas naturais.

3.7.1.5 Cobalto

É um metal que se associa a outros elementos químicos como Ferro e Manganês em rochas sedimentares. Também pode se associar a sulfeto de ferro e óxidos como magnetita. O intemperismo sob a forma de condições ácidas, os sulfetos e sulfoarsenietos de cobalto liberam este metal e sua dispersão vai depender da quantidade de argila e da presença e valência de ferro e manganês (MINEROPAR, 2001).

A RESOLUÇÃO CONAMA 357 (BRASIL, 2005) determina 0,05mg em águas naturais. Em quantias essenciais ao organismo é constituinte da vitamina B¹², sendo que sua deficiência causa emagrecimento, cansaço e anemia. A quantidade média de Co numa pessoa de 70 Kg é de 3mg e a ingestão média diária é de 0,005 a 1,8 mg e em excesso causa falha cardíaca e tem relações com câncer (FIGUEIREDO, 2000).

3.7.1.6 Cromo

O Cromo é um metal que pode acontecer de várias formas no ambiente. Está presente em seres como animais e plantas e também nas rochas e nos solos, poeiras e névoas vulcânicas. Há vários tipos de Cromo, em condições normais, o Cromo (III) e o metal Cromo são reativos na atmosfera sendo emitidos através de processos de queima de elementos industriais, incêndios florestais e erupções vulcânicas.

Outros elementos que podem auxiliar na dispersão do cromo é a água por precipitação, transferindo o cromo presente na atmosfera para a água, onde se apresentará na forma particulada ou ficam presentes nos sedimentos. Algumas condições podem alterar cromo (VI) em cromo (III), como a presença de matéria orgânica, que pode adsorver o material particulado, permanecendo na forma coloidal e junto a outros elementos irá formar os sedimentos nos rios.

O solo também pode conter Cromo, e um fator que altera sua mobilidade é a presença de matéria orgânica. No solo este metal se apresenta na forma de óxido com característica insolúvel e somente as propriedades do solo como quantidade de argila e matéria orgânica controlarão a mobilidade do Cromo (SILVA, 2003). O Cromo é também um

dos mais importantes poluentes industriais e seus compostos devem ser considerados como tóxicos.

A quantidade de Cromo no organismo humano pode variar entre 0,05 mg a 0,2 mg, sendo importante para o metabolismo da glicose. Em relação a sua deficiência ou excesso, o cromo pode causar lesões cutâneas, ulcerações nos membros superiores, câncer pulmonar e distúrbios renais. Os efeitos carcinogênicos se dão principalmente através dos radicais livres quando acontece a redução da variável cromo (VI) a cromo (IV) e cromo (III). (SILVA, 2003).

Considerado um risco à saúde, seu VMP é de 0,05 mg/L tanto na Portaria 2914/2011 (BRASIL, 2011) quanto para RESOLUÇÃO 357 do CONAMA (BRASIL, 2005) para águas naturais.

3.7.1.7 Cobre

Os elementos como arsenito, carbonato, cloreto e sulfeto contém Cobre. Se apresentam na forma de colóide na água ou ainda como materiais particulados. Alguns processos facilitam a disposição deste metal: trocas entre sedimento e água, formação de complexos entre cobre a ligantes orgânicos e inorgânicos e a adsorção a argila e óxidos metálicos (PEDROZO, 2003).

Em processos fisiológicos e bioquímicos, o Cobre é essencial, fazendo parte da cadeia respiratória nos animais, síntese de hemoglobina, assimilação do ferro no organismo, síntese de colágeno e elastina. A quantidade média de Cobre numa pessoa de 70 Kg é de 72 mg e a ingestão diária em média é de 0,5 a 6 mg (MINEROPAR, 2005). Por outro lado, em excesso, pode causar lesões no fígado, vômito, diarreia, ardência epigástrica, anemia hemolítica aguda, aumento da frequência respiratória e pressão sanguínea (PEDROZO, 2003). Em 1948, descobriu a relação entre cobre e a Doença de Wilson (descrita em 1912), que é causada pelo acúmulo de Cobre nos tecidos (SKURIHIN, 1989).

O VMP é de 0,009 mg/L para as águas naturais segundo a RESOLUÇÃO CONAMA 357 (BRASIL, 2005).

3.7.1.8 Chumbo

O Chumbo é um metal pesado que se encontra adsorvido a sedimentos e sólidos suspensos. O metal está presente na atmosfera junto a outros elementos, e ainda por

escoamento superficial do solo são caminhos por onde o metal chega até os rios. Variáveis como pH e agentes complexantes definem a otimização da adsorção dos metais.

A sua inserção na água acontece também através da descarga de efluentes industriais como indústrias de bioacumuladores (bateriais), uso indevido de tintas e tubulações, acessórios de materiais de construção e na metalurgia.

No organismo podem ter efeitos tóxicos independente das suas vias de entrada, podendo causar envenenamento crônico sobre o sistema nervoso central (saturnismo), distúrbio na biossíntese da hemoglobina, anemia, aborto, insuficiência renal, diminuição da fertilidade do homem, distúrbios do crescimento e da aprendizagem, modificações no comportamento e comprometimento transplacentário (CAPITANI, 2003).

A quantidade média de Chumbo para ingestão diária é de 0,06 a 0,5 mg para o organismo humano.

O VMP é de 0,01 mg/L de Chumbo total em águas naturais e para a saúde humana tanto para Portaria 2914/2011 (BRASIL, 2011) do Ministério da Saúde quanto para RESOLUÇÃO CONAMA 357 (BRASIL, 2005).

3.7.1.9 Estrôncio

A maior parte dos níveis de Estrôncio presente na água é proveniente de sedimentos e rochas sedimentares, cujos minerais que os contém são plagioclásio, apatita e carbonato de cálcio. Não é considerado um elemento que causa toxidez em humanos, por isso não existe uma quantidade máxima permitida e em muitos processos fisiológicos este pode substituir o cálcio no organismo (MINEROPAR, 2005). A contaminação por Estrôncio 90 pode levar à anemia e leucemia, pelo fato de ficar incorporado no sistema esquelético do indivíduo.

3.7.1.10 Ferro

É um elemento muito importante pois está presente em grande quantidade na crosta terrestre. Não é considerado um metal tóxico e se encontra combinado com oxigênio, Silício ou Enxofre e mais comumente na forma F^{2+} .

Pode ocorrer tanto na atmosfera quanto na água. Na água pode acontecer na forma iônica ou complexada, e sua quantidade vai depender da proximidade com rochas naturais ou intemperismo e no ar é encontrado como material particulado.

No organismo o Ferro é muito importante pois é responsável pelo transporte de oxigênio junto à hemoglobina e de certas enzimas, servem para produção de energia nas células e mantém o sistema imunológico com sua fisiologia normal, sendo a quantia no organismo variando entre 10 a 15 mg (CORTECCI, 2003; SILVA, FIGUEIREDO E CAPITANI, 2006). A quantia média de Ferro em uma pessoa de 70 Kg é de 4,2g e a ingestão média diária é de 6 a 40 mg.

A deficiência de Ferro no organismo leva à anemia e em excesso em órgãos como fígado e baço pode levar a cirrose hepática e anorexia, e ainda sintomas como tonturas, cefaléia e fadiga (MINEROPAR, 2001).

Para o abastecimento público o Ferro em excesso pode trazer alguns problemas como dar cor e sabor na água, e pode provocar manchas em roupas, utensílios domésticos, depósitos em canalizações e contaminação biológica da água (GUYTON, 1988).

Por estes motivos, a RESOLUÇÃO CONAMA 357 (BRASIL, 2005) e a Portaria 2914/2011 (BRASIL, 2011) do Ministério da Saúde define o VMP de 0,3 mg/L em rios de classe 1 e 2 e também para os padrões de consumo.

3.7.1.11 Fósforo

O Fósforo é um elemento presente nos minerais apatita, monazita, xenotímio e carbonatito, são minerais que contém fosforita formados a partir da precipitação com fosfato de cálcio, geralmente presentes no mar (MINEROPAR, 2005).

No organismo é constituinte da molécula de DNA e RNA, forma ossos e dentes e participa do processo de produção química de energia através de moléculas de energia.

A quantidade média de Fósforo numa pessoa de 70 Kg é de 780 g e a ingestão média diária é de 900 a 1.900 mg. A forma tóxica, como Fósforo elementar, pode atingir o sistema nervoso central sendo o Fósforo branco letal em dose na faixa de 100 mg. (WINTER, 1998 apud MINEROPAR, 2005).

3.7.1.12 Magnésio

Os minerais - fonte de magnésio são: magnesita, biotita, granata, hornblenda, clorita, alanita e olivina (Custodio e Lhamas, 1983). O Magnésio ocorre

principalmente em rochas carbonatadas, juntamente com o cálcio é o responsável pela dureza e produz o gosto salobro nas águas.

Algumas funções importantes no organismo como produção de proteínas e ativação de algumas enzimas, orientação da passagem de substâncias através da membrana plasmática e manutenção de estruturas dos ossos humanos com quantidades variando entre 280 e 350 mg, sendo tóxicos e cancerígenos apenas os minerais magnesianos por apresentarem forma fibrosa e não possui quantidades equivalentes a restrição para teores máximos em águas naturais.

3.7.1.13 Manganês

O Manganês encontra-se quimicamente incorporado a óxidos, carbonato, sulfeto, silicato de manganês, rochas ígneas, sedimentares e metamórficas. Em águas naturais ocorre principalmente na forma de Mn^{2+} , mas também pode ocorrer na forma Mn^{3+} além da sua ocorrência também em solos.

O Manganês depende de vários fatores para seu transporte na água, através de sedimentos suspensos e em meio ácido circula de forma livre e em meio básico pode se precipitar.

Um dos fatores importantes para sua presença nas águas naturais é a erosão do solo e varia de acordo com a presença de microrganismos e ressuspensão de materiais de manganês presente no leito dos rios (MARTINS, 2003).

O Manganês com quantidades no organismo que podem variar entre 2 a 5 mg participa como componente de ossos e cartilagens, desenvolvimento de células, ativador de reações enzimáticas, atividades da vitamina B¹, além de participar da ativação de algumas enzimas como hidrolase, cinases, descaboxilases e transferases (CORTECCI, 2003).

Em quantidades superiores, pode causar toxidez interferindo no sistema respiratório (pulmões) e sistema nervoso central. Sintomas como tosse seca, náuseas, dor de cabeça e fadiga acontecem por intoxicação com óxido de manganês. A ingestão em grandes quantidades por via oral ou inalação acomete o crescimento, apetite, função cerebral, metabolismo do ferro, pancreatite e pode levar a morte (OMS, 1998).

Problemas neurológicos conhecido como loucura mangânica causados por toxidez por manganês também podem acometer seres humanos (CENTENO et al, 2005).

O teor de 0,1mg/L em águas naturais e consumo é o VMP tanto pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) e RESOLUÇÃO CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005).

3.7.1.14 Níquel

Considerado um metal pesado, o Níquel apresenta-se no ambiente através do intemperismo de vários tipos de rochas como, por exemplo, rochas metamórficas e ígneas. Também é encontrado no solo e na água.

É um metal considerado nocivo às plantas e sua toxidez varia conforme pH e oxigênio dissolvido. Em altas quantidades pode afetar reprodução de crustáceos e desenvolvimento de plantas, desenvolvimento de moluscos e reprodução de pequenos peixes (ROEKENS, 1988).

No organismo humano o Níquel pode intoxicar através de inalação causando inflamação em alvéolos, congestão de capilares, hemorragia e edemas. Em casos ocupacionais sinusites, rinite, alergia, câncer das narinas e pulmões. A nível de interferências genéticas, mutações e troca de cromátides – irmãs, podendo quebrar fitas de DNA. Em contato direto causa dermatite (OLIVEIRA, 2003).

Em águas naturais a RESOLUÇÃO 357 - CONAMA estabelece o VMP de 0,025 mg/L.

3.7.1.15 Potássio

O Potássio pertence ao grupo dos metais alcalinos. É proveniente da decomposição de ortoclásio e dos silicatos (mica, argila), dissolução de sais potássicos naturais (carlanita, silvinita), por precipitação e contaminação mineral, agrícola e industrial (CUSTODIO E LHAMAS, 1983).

Essencial para os seres vivos participa da fisiologia celular, funções cardíacas, sistema nervoso, fluidos intracelulares e contrações musculares (MINEROPAR, 2001) em quantias ideais equivalentes entre 2000 a 3.500 mg, não possuindo taxas máximas em águas naturais. (SILVA, FIGUEIREDO E CAPTANI, 2006), mas pessoas com hipertensão devem tomar maiores cuidados.

A quantidade média de Potássio em uma pessoa de 70 Kg é de 140g e a ingestão diária é em média de 1.400 a 7.400 mg (WINTER, 1998 apud MINEROPAR).

3.7.1.16 Sílica e Silício

A Sílica é o resultado da combinação de oxigênio com silício, formando dióxido de silício e suas principais fontes se constituem a partir do intemperismo de rochas que contém os minerais argila e feldspatos presentes.

A exposição à sílica por inalação é uma forma de provocar inflamações nos pulmões que podem ser crônicas ou não, dependendo do tempo de exposição aos produtos da sílica. A inflamação crônica pode levar à fibrose pulmonar comprometendo o pulmão (GARRET, 2005).

O Silício é um ametal que se apresenta frequentemente sob a forma coloidal devido sua alta estabilidade química nos minerais e baixa solubilidade dos compostos formados a partir do intemperismo. É um mineral resistente dos solos e sua dispersão e concentração pode variar conforme condições climáticas, tipos de solo e pH em águas naturais. (MINEROPAR, 2005).

No organismo humano é essencial ao crescimento ósseo e sua biodisponibilidade biológica tem sido estudada por pesquisadores (SILVA, FIGEIREDO e CAPTANI, 2006).

3.7.1.17 Sódio

O Sódio é um dos elementos mais encontrados na superfície da Terra. É um metal presente em rochas que possuem Silício formando silicatos.

Os sais de Sódio são muito solúveis em água na forma iônica (Na^+) (CETESB, 2009) e são indispensáveis para o homem pois participa da contração muscular, condução nervosa, equilíbrio eletrolítico e transporte de substâncias.

O aumento do elemento Sódio em águas superficiais podem causar acidente vascular cerebral, risco de hipertensão, câncer no estômago e calculose renal.

A portaria 2914/2011 (BRASIL, 2011) estabelece VMP de 200 mg/L para água de consumo humano.

3.7.1.18 Zinco

O Zinco é encontrado em diversos ambientes: aquáticos, terrestre e no ar também, podendo se combinar com outros elementos como enxofre, oxigênio e cloro. No solo

se encontra complexado tendo dificuldades para se dissolver, mas conforme tipo de solo, pode atingir lençóis subterrâneos. Em águas naturais pode contaminar peixes e estar nos sedimentos por adsorção de outros elementos como argila mineral, materiais orgânicos, ferro e óxidos de manganês.

O Zinco desempenha funções importantes em muitos processos corporais – desde desenvolvimento celular até maturação sexual, paladar, olfato e imunidade, sendo quantidades suficientes variando entre 12 a 15 mg. A deficiência pode levar a queda de cabelos, concentração, unhas fracas, letargia, apatia, dificuldade de ereção e irregularidades menstruais. Em altas doses, sais de Zinco podem se acumular em órgãos como pâncreas, e resultar em morte, problemas hematológicos, respiratórios tosse, inflamação, problemas imunológicos e gastrointestinais, dérmicos e oculares (SILVA, 2003).

As concentrações máximas permitidas estabelecidas para os rios são de 0,18 mg/L segundo a RESOLUÇÃO CONAMA 357 (BRASIL, 2005).

4 CONTEXTO GEOGRÁFICO E DO MEIO FÍSICO

4.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA INVESTIGADA

O Arquipélago Carioca, área de estudo no Alto Rio Paraná, localizado à jusante da barragem de Porto Primavera e à montante do Reservatório de Itaipu, é constituído por 5 ilhas fluviais denominadas Ilha da Carioca, Ilha 3, Praia da Carioca, Chapéu Velho e Ilha das Pombas (Figura 4) que podem ser inundadas durante período de cheias e os municípios limítrofes Querência do Norte, Marilena, São Pedro do Paraná e Porto Rico que se encontram na vertente paranaense do Alto Rio Paraná (Figura 3).

Porto Rico, município mais próximo às ilhas do Arquipélago Carioca e importante área para estudo hidrogeoquímico, foi fundado em meados da década de 50 com a chegada de migrantes dos Estados de São Paulo, Santa Catarina, Minas Gerais e nordestinos em busca de terras férteis para a cafeicultura. Em 05 de Julho 1963 foi criado o Município e apenas em 21/04/1964 empossado Manoel Romão Netto como primeiro prefeito municipal. Geograficamente, está situado no noroeste do Estado do Paraná, limitando-se com o Estado de São Paulo e Mato Grosso do Sul, ocupa uma área de 217 Km² cujas coordenadas geográficas são 22°46'17"S e 53° 16' 12"W e com limites municipais em Loanda, Santa Cruz de Monte Castelo, São Pedro do Paraná e Querência do Norte e do outro lado do Rio Paraná, o município de Bataiporã em Mato Grosso do Sul. A população do município, de acordo com o censo de 2010, é de 2.530 habitantes sendo 1.764 na área urbana e 766 na área rural.

O Rio Paraná, é o segundo mais extenso da América do Sul, depois do Rio Amazonas. Suas nascentes se encontram na Serra dos Pirineus no Brasil e desembocam no Rio da Plata, o estuário entre Argentina e Paraguai que formam os Rios Paraná e Uruguai (BONETTO, 1986). Este é o décimo maior rio do mundo em descarga e o quarto em área de drenagem, drenando grande parte do centro sul da América do Sul. O Rio Paraná atravessa rochas sedimentares e vulcânicas da Bacia Sedimentar do Paraná e Chaco, tendo suas bordas constituídas pela encosta leste dos Andes e rochas pré-cambrianas do Escudo Brasileiro do Norte e Leste.

O Rio Paraná foi subdividido em quatro grandes eixos:

- O Paraná Superior – confluência dos Rios Parnaíba e Grande.
- O Alto Paraná – que segue sobre basaltos até a proximidades de Posadas do Rio Paraguai onde o rio volta a ser aluvial se estendendo até a confluência com o Rio Paraguai.

Figura 3 - Localização da área investigada – Arquipélago Carioca e municípios da 14ª Regional de Saúde do Paraná que margeiam o Alto Rio Paraná.

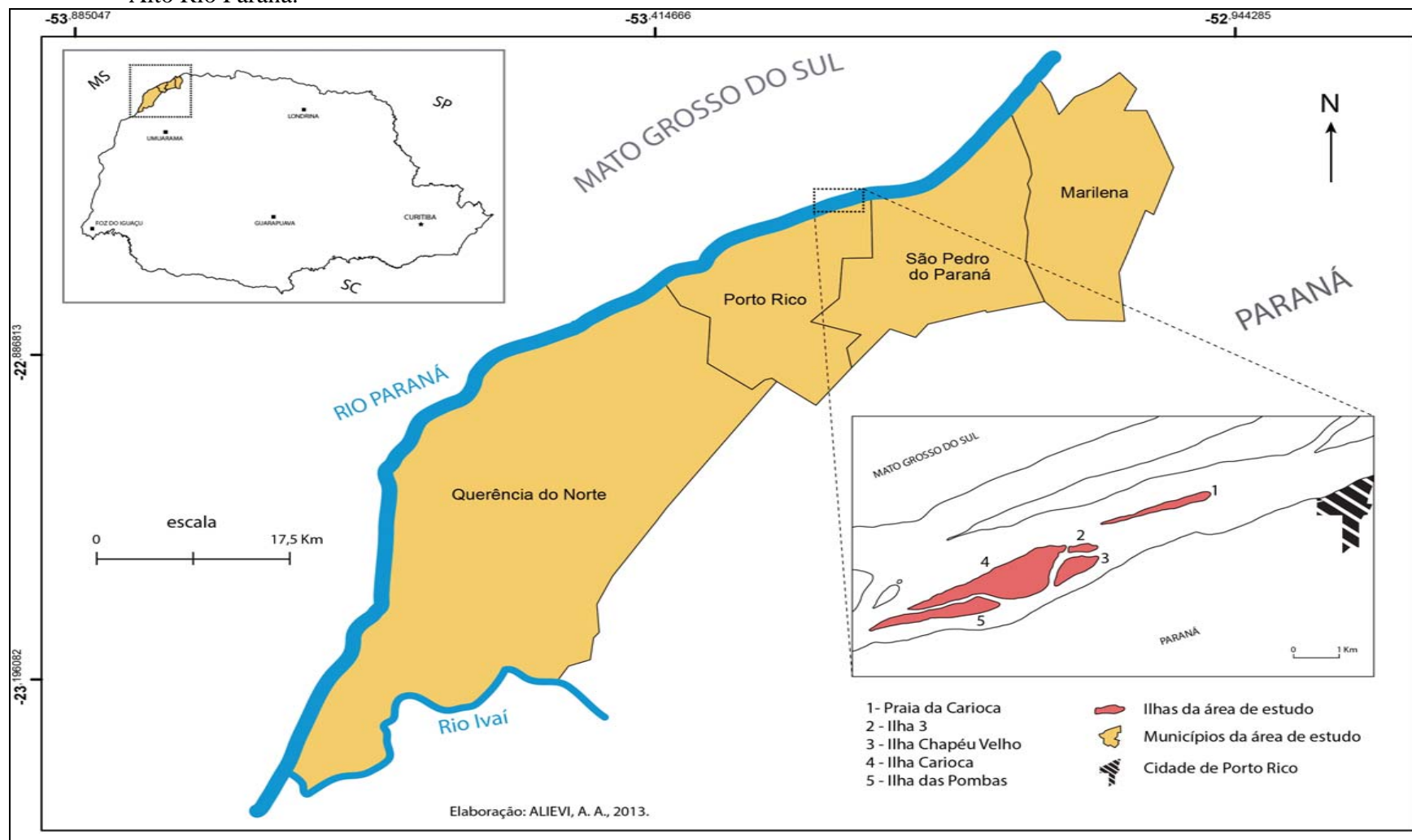
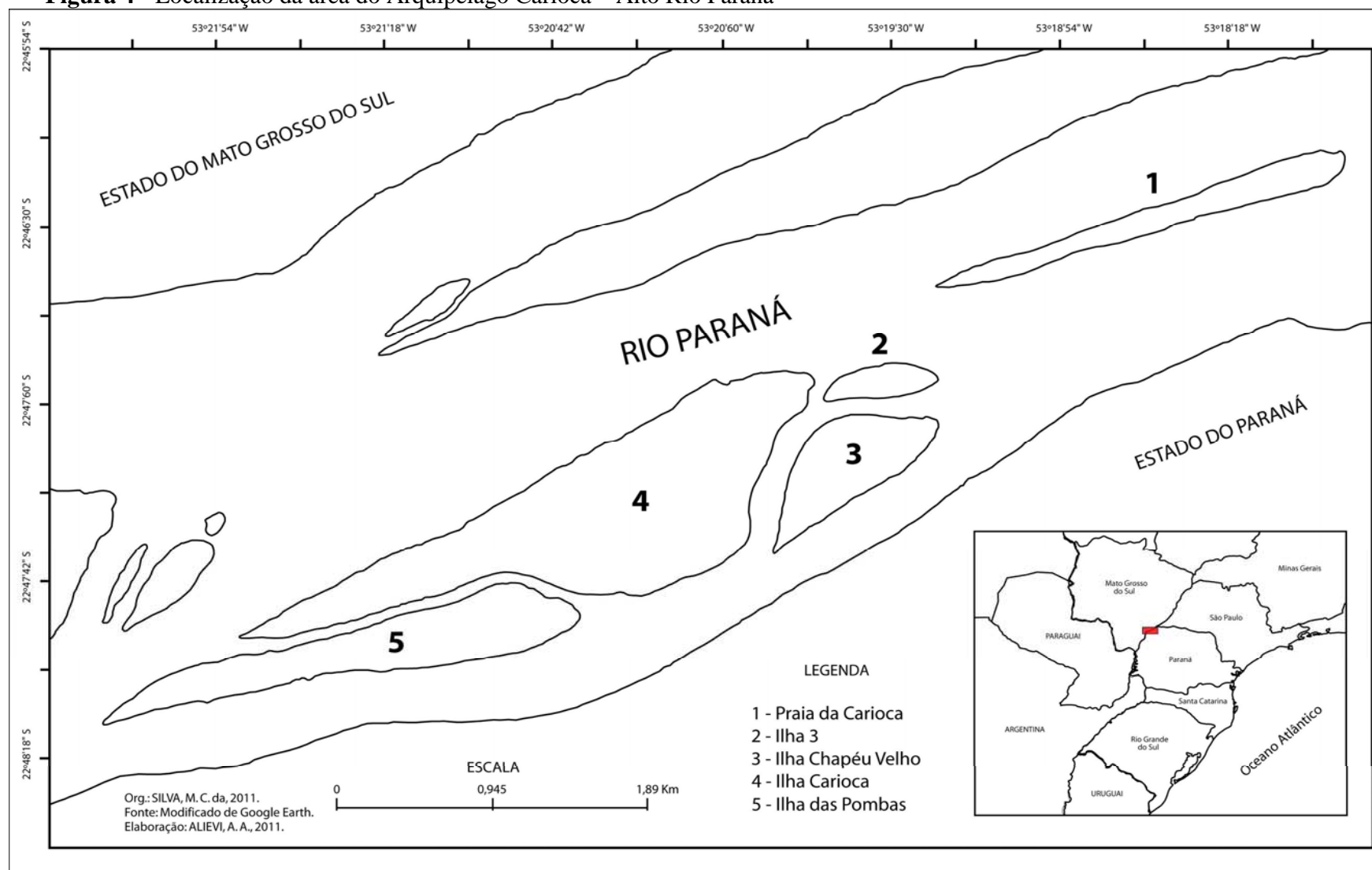


Figura 4 - Localização da área do Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná



Bacia do Rio Paraná é uma ampla região sedimentar do continente da América do Sul, envolvendo regiões parciais dos países: Brasil, Paraguai, Uruguai e Argentina. Presente no Brasil Meridional ocupa os

- O Médio Paraná – que corresponde ao trecho do Rio Paraguai até proximidades da cidade de Diamante na Argentina com grande planície fluvial.
- O Baixo Paraná – segue até a confluência com Rio Uruguai formando o Rio da Prata.

A Bacia do Rio Paraná é uma ampla região do continente Sul Americano, envolvendo países como o Brasil, Paraguai, Uruguai e Argentina. No Brasil Meridional percorre os Estados de Mato Grosso do Sul, São Paulo, Minas Gerais, Santa Catarina, Goiás, Distrito Federal e Paraná, ocupando uma média de 10% do território brasileiro e seus atributos climáticos e ambientais incentivaram ações antrópicas provocando desmatamentos ao longo do percurso, bem como construções de hidroelétricas, turismo e desenvolvimento urbano entorno das áreas. A área não represada possui um amplo canal com declividade reduzida e ainda é formada por uma extensa planície fluvial com acúmulo de sedimentos formando pequenas ilhas. O clima em território brasileiro se caracteriza por inverno seco e verão chuvoso com variações de precipitações entre 1.300 a 1.900 mm³, tendo valores extremos no Sudeste próximo à Serra do Mar (ANA, 2011).

4.2 ASPECTOS REGIONAIS

4.2.1 Geologia

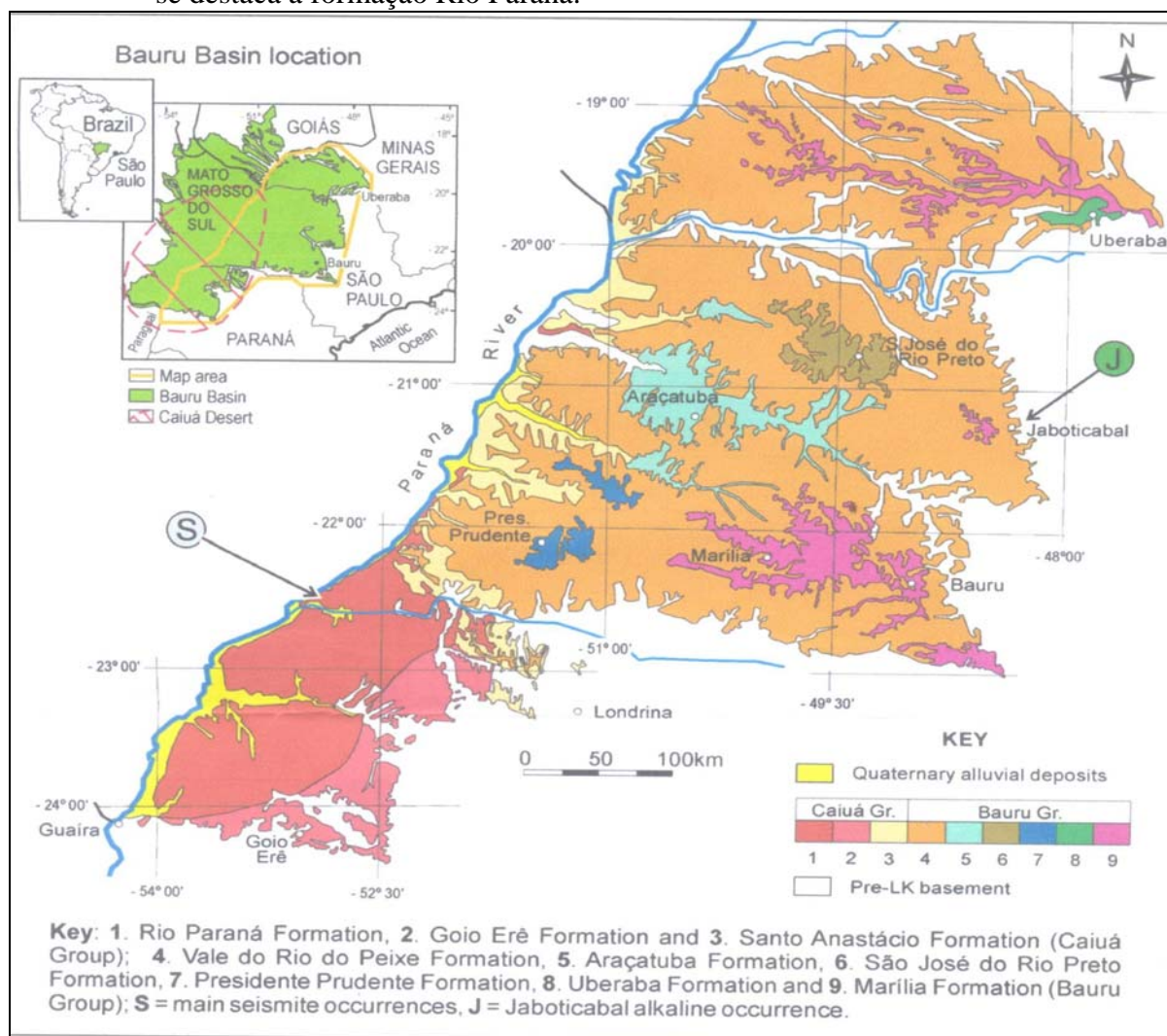
Regionalmente, a formação geológica no noroeste paranaense, sudoeste paulista e sudeste do Mato Grosso do Sul é constituída pela Formação Caiuá, do Grupo Bauru.

A Bacia Bauru iniciou-se no Neocretáceo, após a ruptura do continente gondwânico na Plataforma Sul – Americana, em sua formação acumulou uma sequência sedimentar com predomínio arenoso, em clima árido e semi-árido, com espessura de 300 m e área de 370.000 Km². Ainda durante o Neocretáceo houve uma sequência suprabasáltica com substrato de rochas vulcânicas, principalmente nos basaltos da Formação Serra Geral.

A Bacia Bauru é dividida em dois grupos (FERNANDES, 1998; Fernandes, et al, 2007): Grupo Caiuá e o Grupo Bauru. O Grupo Bauru possui as formações Uberaba,

Vale do Rio do Peixe, Araçatuba, São José do Rio Preto, Presidente Prudente e Marília. O Grupo Caiuá desenvolveu-se nos Estados do Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul com formações Rio Paraná, Goio Erê e Santo Anastácio (Figura 5). Estas formações assentam-se sobre basaltos do Grupo São Bento e tem passagem transicional para o Grupo Bauru ultrapassando as barreiras nacionais.

Figura 5 - Mapa geológico da parte oriental da Bacia Bauru, incluindo o grupo Caiuá, onde se destaca a formação Rio Paraná.



Fonte: Fernandes Luiz A.; Castro, Alice B.; Basilici, Giorgio, 2007.

O Grupo Caiuá em suas formações possui importantes características geológicas, destacando-se:

- Formação Santo Anastácio: caracterizada por estratos arenosos tabulares de aspecto maciço, com espessura de até 1m e estratos de lamitos e argilitos em algumas intercalações. O acúmulo de sedimentos consiste na

deposição de lençóis de areia secos e acumulados em extensas planícies desérticas, marginais dos grandes complexos de dunas dos “mares de areia” (Deserto Caiuá).

- Formação Goio-erê :composta por arenitos quartzosos, marrom – avermelhados e cinza-arroxeados, finos a muito finos com grãos mineralogicamente maduros e cimentação cabornática originando crostas duras. A deposição se baseia em áreas entorno de “mares de areia”, dunas eólicas de médio porte e interdunas úmidas na zona periférica
- Formação Rio Paraná: esta formação possui uma das maiores espessuras do noroeste do Paraná, em sua base ocorre estrato de 1m de espessura constituído por arenito lamoso maciço, com fragmentos de basalto, nódulos de esmectita e carbonato e possui contato lateral com a Formação Goio-Erê. Constituídos por arenitos quartzosos marrom - avermelhados e arroxeados, finos a muito finos e bem maduros em sua composição mineral (Figura 6). A partir de boa seleção os arenitos constituem lâminas ou estratos com boa matriz silto - argilosa. Em contexto, a Formação Rio Paraná é a partir de depósitos de construções eólicas de grande porte, complexo de dunas de cristas sinuosas, amalgadas, de região central de *mares de areia*. Segundo estudos, a região do Pontal do Paranapanema e extremo noroeste do Paraná, foi provavelmente a área central do Deserto do Caiuá (Fernandes e Coimbra, 2000).

O Arquipélago Carioca, bem como toda região encontra-se inserida nos arenitos da Formação Rio Paraná , como destaca Fernandes et al (2007).

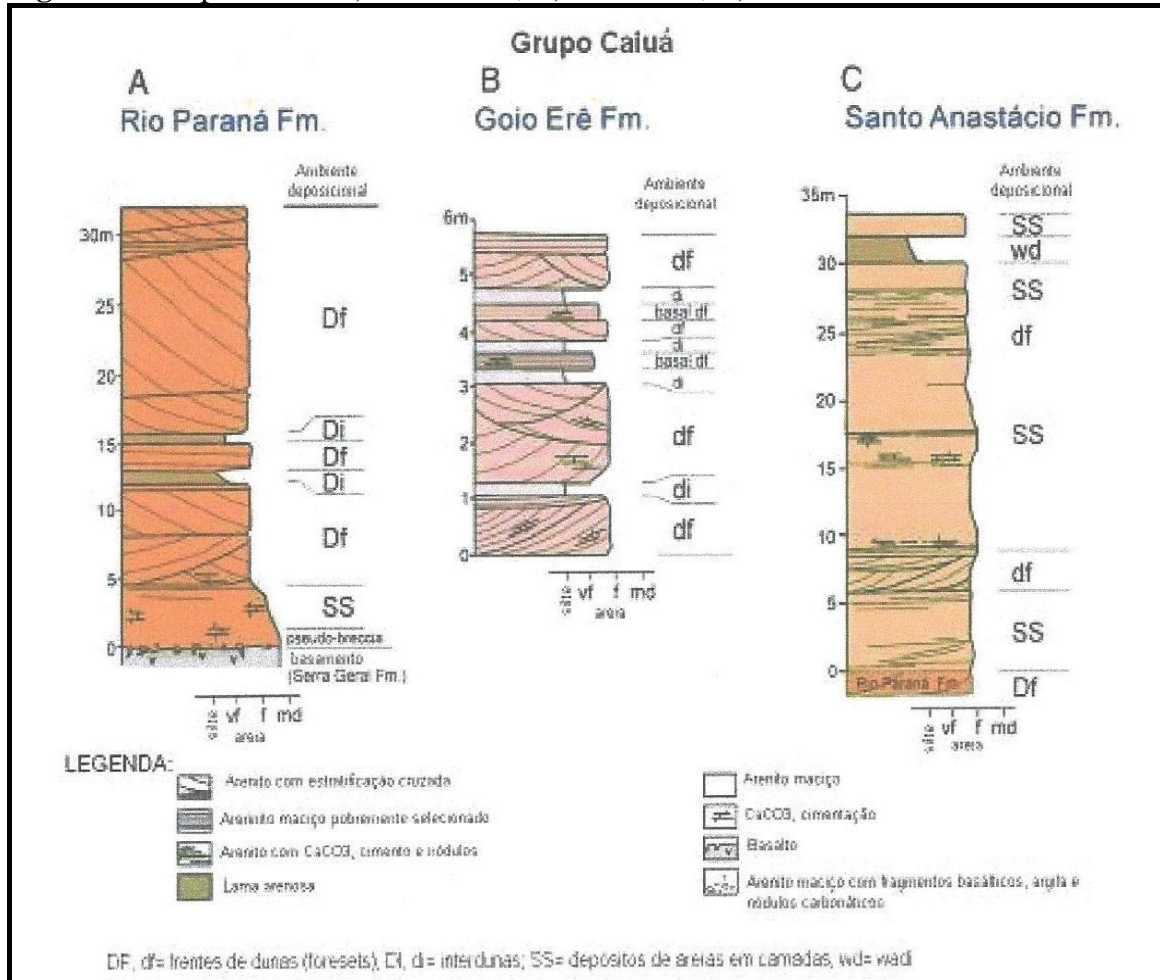
A planície fluvial do Alto Rio Paraná é o último trecho livre de represamentos. Esta área apresenta diversos níveis topográficos e características geomorfológicas particulares. Constituído por basaltos da Formação Serra Geral e arenitos do Grupo Bauru, como mencionado por Fernandes et al (2007).

4.2.2 Geologia Local e Geomorfologia

A área de pesquisa esta presente na sub-unidade mosfoescultural do Planalto de Paranavaí, localizada no Terceiro Planalto Paranaense, com baixa dissecação e uma área de

1.383,27 Km², com gradientes de 240m, o relevo varia em altitudes entre 260 a 500m comparados ao nível do mar (OKA-FIORI, 2006).

Figura 6 - Grupo Caiuá: A) Rio Paraná; B) Goio- Erê; C) Santo Anastácio.



Fonte: Fernandes Luiz A.; Castro, Alice B.; Basilici, Giorgio, 2007.

Na região investigada, as formas de relevo possuem níveis topográficos diferentes, sendo as partes altas 4m acima da planície e os fundos dos canais 6m abaixo. Nas regiões leste e sudeste, o relevo é acidentado por terem características de rochas cristalinas e nas outras regiões formas tabulares com inclinações suaves.

No alto Paraná em sua margem esquerda com rochas expostas, são características as colinas com topos convexos, com altitudes decrescentes de 500 para 250m com a presença de pequenos afluentes. Vertentes caracterizam a calha fluvial assimétrica, sendo nesta região afluentes mais longos e com menor declividade do que na margem esquerda.

Os diversos patamares da região em estudo variam em suas altitudes. O patamar mais elevado varia entre 450 e 300m presentes ao longo do Alto Rio Paraná. Outros patamares são as Unidades Nova Andradina, Terraço Médio, Fazenda Boa Vista e o Rio Paraná (planície fluvial). Cada patamar caracteriza-se de uma forma, o terraço alto possui a ocorrência de lagoas espaçadas, circulares e grandes. O terraço médio formado por topografia com alta densidade de lagoas, veredas e leques aluviais. O terraço baixo possui diques marginais em formatos de leque e por fim, a planície de inundação com ocorrências à margem direita sendo nas superfícies planas apresentam vegetação e nas superfícies planas baixas a presença de corpos d' água (SOUZA FILHO; STEVAUX 2003).

Segundo Stevaux (1993) e Stevaux e Souza Filho (2000) se assentam sobre a Formação Rio Paraná diferentes terraços sedimentares na calha e margens do Alto Rio Paraná, estruturados pela dinâmica fluvial imposta no Quaternário. A sequência de terraços desenvolvidos pela dinâmica fluvial, durante o quaternário são divididos em Terraço Alto, Terraço Médio, Terraço Baixo e Planície Fluvial. Estes patamares foram caracterizados por Stevaux (1993) como Unidades Geomorfológicas e por Stevaux e Souza Filho (2000) foram divididos em 5 subunidades – Unidade Nova Andradina (Terraço Alto), Unidade Taquaruçú (Terraço Médio), Unidade Porto Peroba ocupa níveis médios (terraço baixo), Unidade Rio Ivinheima ocupa parte mais abaixo (planície fluvial), e a Unidade Córrego Baile que ocorre sobre as Unidades Taquaruçú e Porto Peroba

O primeiro terraço, que ocupa parte mais baixa (planície fluvial), chamado Rio Ivinheima compreende depósitos que encontram-se assentados sobre a Formação Rio Paraná e em partes sobre a Formação Serra Geral em Porto Primavera. Esta formação percorre uma faixa de vários quilômetros de largura, principalmente à margem direita do Rio Paraná e sustentando ilhas de diversos tamanhos. Esta unidade é formada por cinco associações faciológicas diferentes com sedimentações de areia e argila bem definidos através de estudos de perfis geológicos. O Terraço Córrego de Baile está entre os Terraços Baixo e Médio com ocorrência generalizada junto à ruptura de declive entre terraços baixo e médio, principalmente onde há cursos de água, são muito bem caracterizados por sua forma lobada constituída por grãos de areia fina a média, maciça, branca ou amarelada. Sobre este terraço encontra-se a Unidade Porto Peroba constituído por depósitos com altitudes entre 240 e 245 m (terraços aluviais), 230 e 235 m (terraço fluvial) assentados sobre a Unidade Taquaruçú com sedimentos de uma única associação faciológica com espessuras que podem chegar a 4m sendo a areia fina com estratificação tabular cruzada a característica litológica predominante, sendo que a estratificação tabular cruzada encontra-se entre lentes de areia grossa a média e

estratificação cruzada acanalada e corpos acanalados de argila arenosa maciça nas cores cinza, amarelo e vermelho. Finalmente as Unidades Taquaruçú e Nova Andradina constituídas por sedimentos em níveis mais elevados recobrimdo e finalizando a Formação Rio Paraná. A

Unidade Taquaruçú é constituída por sedimentos que estão situados sobre a Formação Caiuá em níveis situados entre 240 e 260m próximo ao Rio Ivinheima e entre 230 e 240m nas proximidades do Rio Ivaí e Amabai, os depósitos são formados por 3 associações litológicas: associação faciológica inferior caracterizada por sua formação com lentes de cascalho interdigitadas a camadas de areia, localmente com argila no topo com espessuras que podem ultrapassar 4m; associações faciológicas médias destaca-se por ocorrer em toda área de exposição e possui espessuras de 10m , constituído por areia fina a média, maciça, cor amarela, creme ou esbranquiçada, quase sem matriz; as associações faciológicas superiores se formam sobre depressões circulares com ou sem água, variando num raio de 10 a 100 m de distância e espessuras de 2m possuindo sedimentos com a ocorrência de argila arenosa, maciça, cor cinza clara , intercalada por lente de até 20cm de argila orgânica maciça, cinza escura e turfa. Finalizando o grupo de terraços, a Unidade Nova Andradina, originalmente denominada Unidade Porto Rico constituída por sedimentos de terraços colúvio – aluviais que ocorrem em níveis acima de 250m e abaixo de 300m de atitude, sendo uma área, denominada por JUSTUS (1985) como zona de acumulação torrencial com espessura superior a 15m assentados sobre a Formação Caiuá. Na unidade Nova Andradina, os depósitos possuem duas associações faciológicas: inferior formada com níveis seixosos e areia e superior com areia maciça de grãos finos a médios de cor vermelha. O níveis seixosos da associação inferior são compostos por quartzito e quartzo, com sílex, arenito silicificado e gnaiss subordinados e também a presença de cimento ferruginoso (GUIDICINI, FERNANDES, 1972).

4.2.3 Solos

O Alto Rio Paraná tem sido área de estudos em Pedologia através de metodologias que proporcionam a investigação aprofundada por NASAKU (1998). Estes estudos iniciais demonstram resultados que caracterizam a região com solos hidromórficos na Planície Alagável, sendo suas principais diferenças baseadas na formação geomorfológica.

Os estudos foram realizados inicialmente por áreas regionais, e logo após na planície alagável e área da margem esquerda do Rio Paraná. No Alto Rio Paraná estudos recentes tem sido realizados para análise dos tipos de solo, nas proximidades do Arquipélago Carioca.

Para NASAKU (1998) as classes de solos se relacionam com as Unidades Geomorfológicas:

- Unidade Morfológica Nova Andradina: Latossolo Vermelho e Amarelo.
- Unidade Geomorfológica Taquaruçú: Neossolos Quartzarênicos em lagoas e depressões: Planossolos e Gleissolos.
- Unidade Geomorfológica Fazenda Boa Vista e Rio Paraná: aluviais e conforme sua morfologia variam os tipos de solo. A Planície do Canal Cortado que se estende por seis quilômetros e os solos desta planície se caracterizam por serem hidromórficos.
- Em diques marginais, canais de inundação e canais ativos desenvolvem solos com formação de superfície insipientes até solos com forte influência aquática.

Em estudos mais recentes, Bhering e Santos (2006) , classificaram os solos da planície do Alto Rio Paraná em: Argissolos Vermelhos, Latossolos Vermelhos e Neossolos Flúvicos.

Por mais que tenham estudos mostrando classificação dos solos e se são úteis para um objetivo, as áreas do Alto Rio Paraná foram ocupadas (Figura 7) desde a década de 50, mais intensamente pelo lado Paranaense para implantação de moradias, cultivo do café e pastagens, sendo que pouco restou da área de preservação permanente e junto às barrancas do rio. NASAKU (1998) com observação das fotografias aéreas e anotações da dinâmica da paisagem, demonstrou que a planície do Canal Cortado, um local que apresenta melhor área de preservação em específico na Ilha Carioca, entre os anos de 1953 até 1965 tinha 100% de área de preservação permanente e que foi reduzindo ao longo dos anos. O Conselho Nacional do Meio Ambiente regulamentou o Decreto 99.274 de 06 de junho de 1990 para as Áreas de Preservação Permanente.

Figura 7 – Moradia em ilha do Arquipélago Carioca. Ocupada há vinte anos.



Fonte: Mariana C. Silva.

Em partes baixas (áreas com lagoas de inundação) ocorre Argissolo Vermelho, com alta quantidade de argila e profundidade variável (SANTOS et al, 2006). Os Latossolos vermelhos também encontrados apresentam teores de óxido de ferro (18 a 36%), variação de drenagem, média fertilidade e risco de inundação de 3 a 5%.

Neossolos Flúvicos ocorre nas ilhas, fundos de vale e áreas de baixadas e cabeceiras de vertentes, que se caracterizam por solos de derivação de sedimentos aluviais com camadas estratificadas, distribuição irregular do conteúdo de carbono orgânico com profundidade de 150 cm da superfície do solo (EMBRAPA, 2005).

Em planície de inundação são encontrados nos diques marginais, Cambissolos em vertente direita e Gleissolos em diques marginais próximo aos terraços. Os Gleissolos tem caracterização de frequentes alagamentos por serem imperfeitamente drenados com cores que variam desde amarelados a avermelhados.

Castro (2012) considera que poucos estudos tem sido realizados nas ilhas do Rio Paraná desde a década de 80, com a implantação do Núcleo de Pesquisas em Limnologia e Aquicultura (NUPELIA), e desta forma uma ampliação do tema é necessário. Com base em seus trabalhos de campo, considerou que os NEOSSOLOS FLÚVICOS está presente na grande maioria das ilhas, mas também identificou solos com horizontes mais evoluídos e relações pedogenéticas entre si, presentes nos Cambissolos e Gleissolos. Identificou ainda até o 3º nível categórico da classificação de solos, discernindo: CAMBISSOLOS FLÚVICOS Ta Distróficos, GLEISSOLOS HÁPLICOS Ta Distróficos e NEOSSOLOS FLÚVICOS Psamíticos, revelou ainda uma classe a partir do 3º nível categórico ainda não descrita no SiBCS (2006), mas sugerida como NEOSSOLOS FLÚVICOS Ta Distróficos (RYvd).

4.2.4 Caracterização Climática

Diariamente a atmosfera demonstra características, frutos de observações que abrangem muitos dados de desvios em relação à média, condições extremas e possíveis ocorrências de determinada condição de tempo. Todos estes processos de circulação atmosférica e suas características determinam o clima de uma dada região (AYOADE, 1996).

No Paraná o clima evolui a partir das condições da circulação atmosférica da América do Sul, sendo orientadas pelo relevo, com correntes que atravessam a região de forma descontínua. A massa atlântica tem importante influencia por todo ano.

As circulações atmosféricas tem características específicas denominadas ciclones e anticiclones. Os sistemas de circulação são os produtores do tempo de uma determinada região.

No Paraná o anticiclone oceânico produz oscilações latitudinais e longitudinais percorrendo a região em correntes de leste e nordeste. Importantes mecanismos influenciam na pluviosidade como frentes polares que atraem massas de ar equatorial e tropical continental da região, sendo a massa de ar equatorial responsável pelo aquecimento que, durante o verão é influenciada pela massa de ar equatorial continental que produz a umidade e pluviosidade, em época de cheias, além de muito calor (MONTEIRO, 1968 apud BALDO, 2006).

O clima segue uma classificação, a partir da importância de agrupar elementos climáticos semelhantes em tipos climáticos. Há alguns modelos de classificação como Classificação de Thornthwaite baseado em conceitos de evapotranspiração, balanço hídrico e índice de umidade (GARCIA, 1996) e ainda a Classificação de Köppen que baseia em clima associado à vegetação.

De forma geral, a área investigada apresenta temperatura média mensal superior a 15°C com clima tropical – subtropical e precipitações acima de 1.500 mm (THOMAZ et al., 1997). O método por Thornthwaite estudado por França (1998), se caracterizou como sub- úmido chuvoso, mesotérmico e características pluviométricas anuais tropicais, com aumento hídrico de outubro à abril e período águas baixas de julho e agosto com precipitações anuais que variam entre 1.300 a 1400 mm/ ano.

Os dados pluviométricos desta pesquisa foram obtidos pela Agência Nacional das Águas (ANA) “online” consultando a Estação de Porto Rico instalada em 01/04/1970, cujas coordenadas geográficas são Latitude: 22° 46’ 00” e Longitude: 53° 16’ 00”. Foram obtidos dados pluviométricos dos períodos de Janeiro/2010 a Outubro/2012.

Em termos de análises pluviométricas na região de coleta das amostras de água, verifica-se que o regime de chuvas entre os anos de 1985 a 2009 é marcado por características tropicais, com médias mensais do ano hidrológico onde os períodos de precipitações mais baixas são os meses de junho, julho e agosto e maiores precipitações em dezembro, janeiro e fevereiro. Os picos de chuva culminam em dezembro (131,9 mm) e janeiro (165,7 mm) e águas baixas em julho (39,5 mm) (ANA, 2009).

Durante este período alguns meses se mostram atípicos, ou seja, fora da média histórica hidrológica. Os meses de novembro/2007, dezembro 2007 (86,3 mm),

janeiro/2008 (67mm) e agosto/2008 (152,4 mm) são considerados atípicos sendo que as médias históricas de janeiro e agosto de 2008 são 165,1 mm e 58,5 mm.

Os meses de dezembro/2008, fevereiro/2009, março e abril/2009 com baixas precipitações para o período também são considerados atípicos. Estes eventos podem estar relacionados com fenômeno “La Nina” (ZANETTI, 2009; INPE, CPTEC, 2010).

Durante o período de janeiro/2010 a outubro/2012 algumas variações também foram consideradas em relação à média histórica na região. A tabela 1 e gráfico 1 mostram o regime pluviométrico entre os anos de 2010 a 2012. Em destaque na tabela 1 o mês outubro/2011 (período de coleta das amostras em águas baixas) e abril/2012 (período de coleta de amostras durante cheias).

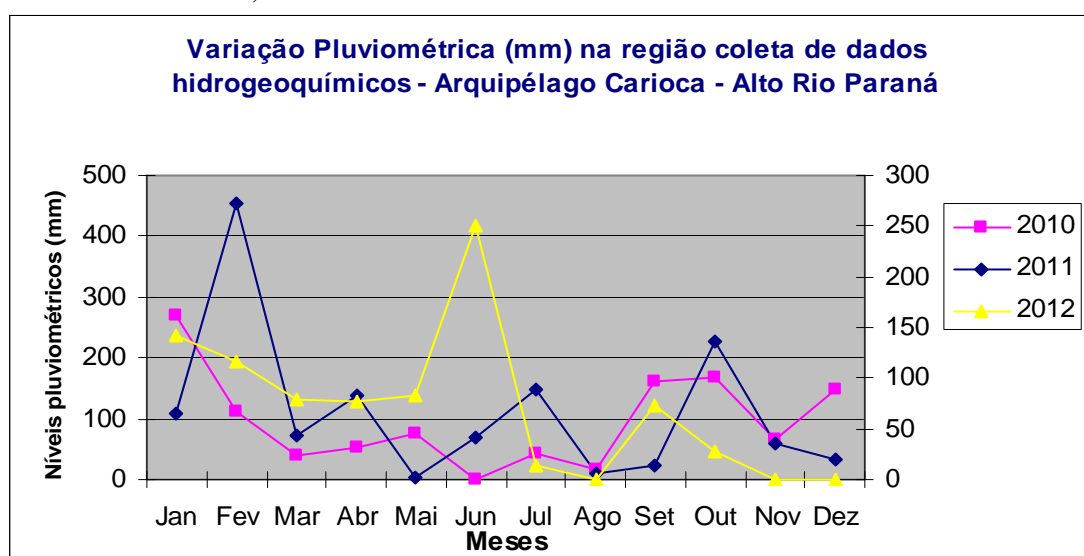
Tabela 1 - Variação pluviométrica entre janeiro/2010 a outubro/2012.

| Ano | Meses | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|-------|------|--------------|------|-------|--------|------|-------|--------------|------|-------|
| | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez |
| 2010 | 268,9 | 110,3 | 40,2 | 51,2 | 75 | 0 | 41,2 | 17,1 | 162,7 | 168,4 | 67 | 146,9 |
| 2011 | 108,9 | 455,3 | 71,6 | 138,5 | 3,4 | 68,7 | 147,5 | 8,4 | 22 | 227,9 | 60,2 | 32,5 |
| 2012 | 142 | 116,4 | 78,4 | 76,3 | 82,5 | 251,2 | 14,2 | 0 | 73,1 | 27,6 | = | = |
| Média Mensal | 173,3 | 227,3 | 63,4 | 88,67 | 53,6 | 106,6 | 67,633 | 8,5 | 85,93 | 141,3 | 63,6 | 89,7 |

Fonte de dados: ANA/2012.

Organização e adaptação: Mariana Cristina Silva.

Gráfico 1 - Variação Pluviométrica na região Arquipélago Carioca- Alto Rio Paraná nos anos 2010, 2011 e 2012.



Fonte: ANA/2012.

Organização e adaptação: Mariana Cristina da Silva.

Segundo a média histórica de dados pluviométricos na região, outubro tem como valor médio 110 mm entre anos de 1985 a 2009. Conforme Gráfico 1 nos últimos 3 anos a média de regime pluviométrico foi de 141,3 mm, um pouco acima do histórico de pluviosidade para a região. Outubro/2011 é considerado um mês atípico pois teve como regime pluviométrico 227, 9 mm. Estes fatores podem influenciar a concentração de elementos químicos na água.

O mês de abril vem logo após o intenso período de cheias (dezembro, janeiro e fevereiro). A média história para este mês foi de 90 mm. Nos últimos três anos o regime pluviométrico para o período foi de 88,6 mm e está dentro da média histórica. No período de cheias em abril/2012, não é considerado atípico pois o regime de chuvas foi de 76, 3 mm, contudo os meses anteriores como dezembro/2011 foi considera atípico pois teve como índice pluviométrico 32,5 mm bem abaixo da média (131,9mm), janeiro/2012 e fevereiro/2012 um pouco abaixo do esperado para a região. Nota-se que os meses considerados mais chuvosos dezembro a março tiveram valores mais reduzidos de pluviosidade e abril/2012 um pouco abaixo da média tornando-se um mês com pouco acúmulo de chuvas para o período.

Os meses de coletas de água ocorreram dentro de regime pluviométrico atípicos. Essa atipicidade pode gerar diferenciações nas concentrações dos elementos químicos disponíveis, merecendo atenção redobrada nas interpretações analíticas.

4.2.5 Influência dos Barramentos

Pelo alto potencial hidráulico a rede hidrográfica no trecho superior do Alto Rio Paraná é considerada um dos trechos mais barrados a nível mundial, barragens que se iniciaram a partir de 1960, totalizando em média 120 barragens de grande porte. Em relação à área investigada, o Alto Curso do Rio Paraná, à jusante encontra-se a Usina Hidrelétrica de Itaipu enquanto na montante, a Usina Hidrelétrica de Porto Primavera. No Rio Paranapanema a usina hidrelétrica de Rosana encontra-se próxima ao Rio Paraná.

Os reservatórios foram formados nas barragens a partir da entrada de água nos períodos de cheias e acumulada para geração de energia no período de águas baixas (SOUZA FILHO e STEVAUX, 2000).

O único trecho livre encontra-se entre a foz do Rio Paranapanema e a cidade de Guaíra. Nesse contexto, o Rio Paraná se caracteriza por canal único dividido por diversos arquipélagos até as proximidades da foz rio Ivinheima (SOUZA FILHO; STEVAUX, 1997).

Estudos realizados em relação ao regime hidrológico no Rio Paraná conforme Rocha et.al (1994) entre os períodos de 1921 a 1982, verificou-se que as vazões diárias da estação fluviométrica de Guaíra e a frequência de débitos constatados representam a distribuição natural no Rio Paraná e também entre o 1972 e 1981. As modificações assinaladas se relacionam com os fechamentos de alguns reservatórios, levando à ocorrência de débitos mais baixos e mais altos, e a quantidade de água em níveis médios por maior tempo de permanência. Ainda existem dúvidas sobre a questão de níveis hidrológicos e sua influência na dinâmica dos rios no trecho superior do Rio Paraná.

4.2.6 Abrangência de Áreas Inundadas

Áreas de trecho superior do alto rio Paraná são inundadas em épocas de cheias, entre os meses de dezembro a março. Situam – se em partes mais baixas com canais ativos e lagoas, associados a paleocanais. Estes locais que são inundados dependem da topografia da planície, a extensão desta planície possui diferentes magnitudes de descargas.

Em todo segmento do Rio Paraná existem vários padrões de canais que podem formar pulsos de inundações. Por este percurso a estimativa dos níveis de cheias foram estudados por Rocha (1995) e mostra que as cheias anuais cobririam entre 68,7 a 89,1% da calha em média. Podem acontecer oscilações durante todo período de cheias em um mesmo ciclo hidrológico. Já em períodos de seca, mudanças podem acontecer em períodos curtos de tempo, que variam entre dias e semanas, sendo um grande controlador destas oscilações as usinas hidrelétricas presentes no Alto Rio Paraná (THOMAZ; ROBERTO; BINI, 1997).

Devido a estas variações de cheias e águas baixas, a biota (Figura 8) da planície se organizou em ecossistemas constituindo indivíduos de locais pantanosos à locais secos. Entre estes, 23,1% se adaptaram à presença constante de água seja em condições lóticas fluviais ou lacustrinas; 2,4% da biota nunca é atingida sendo indivíduos que suportam a seca constante e, sendo assim assinalam-se habitats aquáticos e terrestres, com grande variedade de espécies sendo os pulsos hidrológicos que mantêm o funcionamento do ecossistema local (AGOSTINHO, 2004).

Figura 8 – Vegetação aquática – *Alchornea azurea* - típicas de ambientes lânticos no interior das ilhas e nos ressacos . Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná



Fonte: Mariana C. Silva

4.2.7 Vegetação

No Brasil existem quatro formações de florestas delimitadas, sendo que na área investigada ocorrem duas: a Floresta Estacional Semidecidual aluvial e a Floresta Estacional Semidecidual Submontana. O estudo sobre as formações na área do Arquipélago Carioca caracteriza-se por estrutura de vegetação ripária que em ambientes alagáveis é caracterizada por heterogeneidade florística e fitossociológica, demonstradas em trabalhos de pesquisa e, foram através destes levantamentos, que notou-se a necessidade de dar continuidade às pesquisas em vegetação e ampliar áreas de amostragem e demonstrar o quanto vegetação ripária é importante para manutenção do equilíbrio na região em que se situa.

Sendo uma vegetação com característica de floresta estacional semidecidual, apresenta formações desde arbóreas, arbustos e hidrófilas (SOUZA FILHO; STEVAUX, 2004). A metodologia para a fitofisionomia das espécies e inventário fitossociológico com documentação fotográfica, coleta de material para herborização, identificação e inclusão na coleção de referência e o método por parcelas que foi realizado por Balestrini (2012) na Ilha Carioca do Arquipélago Carioca. A floresta estacional submontanha bem característica na Ilha Carioca apresenta as espécies recentemente identificadas e atualizadas : *Lonchocarpus guilleminianus*, *Peschiera australis* (leiteiro), *Ficus obtosiuscula* (figueira), *Triplaris americanas* (formigueira, pau-formiga), *Zygia cauliflora* (amarelinho), *Ingás affinis* (ingá), *Piper tuberculatum*, *Gallesia intergrifolia* (pau-d`alho) e *Acrocomia aculeata*, limãozinho, embaúba, entre outras.

Os estudos para caracterização vegetal no alto rio Paraná foram separados por áreas em dois grandes grupos:

- Sistema Margem Direita: Rios Baía e Ivinheima (Lagoas, margens e terraços) e Rio Paraná (margens, ilhas e lagoas).
- Sistema Margem Esquerda: margem (floresta ciliar).

Nos pontos observados encontram – se 76 famílias, 205 gêneros e 244 espécies. A floresta estacional semidecidual possui diversos agrupamentos tendo em suas formações várias espécies que estão classificadas conforme os estudos realizados. Os agrupamentos em solos altamente hidromórficos possuem vegetação muito aberta e com poucas espécies e agrupamentos em áreas sobre diques em áreas aluviais (CAMPOS; SOUZA, 1997).

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 MATERIAIS

5.1.1 Dados de Saúde Coletiva dos Municípios Lindeiros do Alto Rio Paraná: Querência do Norte, Porto Rico, Marilena e São Pedro do Paraná e Demais Municípios Pertencentes a 14ª Regional de Saúde do Paraná.

Foram coletadas informações junto a Sistema DATASUS (Empresa de Processamento de Dados do Sistema Único de Saúde) e Secretaria de Estado de Saúde do Paraná da 14ª Regional de Saúde do Paraná (Quadro 1), com informações sobre internações relacionadas aos principais grupos de doenças relacionados ao Código Internacional de Doenças (CID-10). Entre os municípios lindeiros, São Pedro do Paraná não tinha dados disponíveis “online” e desta forma não consta neste trabalho.

5.1.2 Dados de Saúde Coletiva do Hospital Municipal do Município de Porto Rico - PR

Os dados de enfermidades hospitalares, foram obtidos analisando prontuários de atendimento no Hospital Municipal Nossa Senhora dos Navegantes – Porto Rico – PR relacionados às internações do período Janeiro – 2001 à Dezembro 2011 (Quadro 02), dados necessários para estabelecer possíveis relações entre a saúde da população e o meio físico. O dados são aprimorados de tabela anteriormente produzida por Zanetti (2009).

5.1.3 Imagens e Referências do Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná.

As imagens do satélite IKONOS - pacote de imagens composto por bandas pancromáticas de 1,0 m e quatro bandas multiespectrais (azul, verde, vermelho, infravermelho) de 4,0 m e data de passagem 29/07/2011 foram obtidas pela empresa Imagens – Soluções de Inteligência Geográfica e foram usadas para este trabalho, também imagens a partir do Google Imagens.

5.1.4 Programa de Tratamento de Imagens

O software utilizado para a elaboração do banco de dados, georreferenciamento, classificação e edição de imagens, processamento de dados, análise

espacial de informações e cartografia foi o ArcGis, um sistema de informação geográfica desenvolvido pela ESRI (Environmental Systems Research Institute) na versão 9.3 /2008. Um programa necessário para elaborar a espacialização dos dados de saúde coletiva, parâmetros físico – químicos e hidrogeoquímicos.

Para o tratamento gráfico dos dados hidrogeoquímicos o pacote a ser utilizado é o aplicativo Excel da pacote Microsoft Office 2003.

5.1.5 Materiais de Campo:

Para as coletas em campo foram necessários: barco, camionete, GPS, Máquina digital, Frascos de polietileno de 1.000 ml, funil, frasco transparente para prévia coleta da água e análises *in situ*., caixa de isopor, Aparelho Multiparâmetro de qualidade da Água, U-50 Series - Horiba .

5.1.6 Materiais de laboratório para preparo de amostras:

Foram necessários: Frascos de Polietileno previamente lavados com HCl 20% m(v/v), Filtros de papel comum, Kitasato de 1.000 ml , Câmara de vácuo, Becker de 500 ml e Chapa aquecedora.

Quadro 01 - Quadro demonstrativo da quantidade total de internações entre os anos de 2001 – 2011 dos principais grupos de doenças na 14ª Regional de Saúde do Paraná. Obs.: Municípios em destaque cinza margeiam vertente adjacente ao Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná.

| | | D. Infecciosas e Parasitárias | Neoplasias | D. Aparelho Digestivo | D. Ap. Geniturinário | D. Endócrinas, Nutric.e Metab. | Doenças do sistema nervoso | Doenças Ap. Circulatório | Doenças do Ap. respiratório |
|----------------------|---------------|-------------------------------|------------|-----------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| | N. Habitantes | Qtde. | Qtde. | Qtde. | Qtde. | Qtde. | Qtde. | Qtde. | Qtde. |
| Alto Paraná | 13.638 | 557 | 0 | 185 | 125 | 96 | 4 | 1.757 | 4.489 |
| Amaporã | 5.424 | 233 | 0 | 204 | 123 | 86 | 24 | 293 | 876 |
| Cruzeiro do Sul | 4.563 | 182 | 6 | 75 | 271 | 51 | 4 | 204 | 946 |
| Diamante do Norte | 5.485 | 556 | 45 | 137 | 295 | 112 | 3 | 540 | 1.053 |
| Guairaçá | 6.151 | 100 | 5 | 172 | 440 | 132 | 24 | 230 | 657 |
| Inajá | 2.988 | 111 | 1 | 147 | 165 | 203 | 24 | 233 | 369 |
| Itaúna do Sul | 3.566 | 264 | 8 | 460 | 357 | 157 | 19 | 357 | 658 |
| Jardim Olinda | 1.409 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Loanda | 20.915 | 1.721 | 325 | 1.965 | 1.674 | 669 | 523 | 2.412 | 4.641 |
| Marilena | 6.817 | 273 | 1 | 410 | 325 | 134 | 7 | 358 | 1.645 |
| Mirador | 2.327 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Nova Aliança do Ivaí | 1.429 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Paraíso do Norte | 11.738 | 1.873 | 289 | 1.187 | 1.171 | 731 | 40 | 1.408 | 2.998 |
| Paranapoema | 2.791 | 85 | 8 | 171 | 178 | 28 | 15 | 283 | 502 |
| Planaltina do Paraná | 4.085 | 130 | 11 | 189 | 358 | 53 | 26 | 268 | 573 |
| Porto Rico | 2.519 | 252 | 37 | 188 | 257 | 30 | 39 | 172 | 332 |
| Querência do Norte | 11.639 | 349 | 14 | 326 | 321 | 227 | 14 | 974 | 2.231 |
| Santa Cruz de Monte | 8.009 | 240 | 2 | 150 | 146 | 27 | 0 | 383 | 1.119 |
| Santa Isabel do Ivaí | 8.675 | 1.031 | 36 | 970 | 697 | 509 | 254 | 1.414 | 1.821 |
| Santa Mônica | 3.547 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Santo Antônio do Cai | 2.719 | 55 | 6 | 162 | 65 | 49 | 2 | 235 | 262 |
| São Carlos do Ivaí | 6.337 | 337 | 3 | 133 | 200 | 124 | 17 | 281 | 888 |
| São João do Caiuá | 5.906 | 270 | 26 | 244 | 277 | 91 | 46 | 449 | 648 |
| São Pedro do Paraná | 2.479 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tamboara | 4.619 | 108 | 2 | 181 | 240 | 57 | 6 | 196 | 625 |
| Terra Rica | 14.991 | 571 | 91 | 573 | 659 | 314 | 268 | 856 | 1.605 |
| Total | 164.766 | 9.298 | 916 | 8.229 | 8.344 | 3.880 | 1.359 | 13.303 | 28.938 |

Fonte: DATASUS, 2011.

Readaptado: Mariana C. Silva.

Quadro 2 - Causas de internações Hospitalares (2001-2011) – Hospital Nossa Senhora dos Navegantes – Porto Rico – PR

| | Internações - Hospital Nossa Senhora dos Navegantes - Porto Rico / PR (2001- 2011) | | | | | | | | | | 2011 | Total | Percentual |
|--|---|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|------------|---------------|
| | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | | | |
| Aborto Espontâneo | 2 | 1 | 3 | 0 | 1 | 3 | 0 | 1 | 4 | 2 | 0 | 17 | 1,05% |
| Aborto retido | | | | | | | | | 2 | 2 | 0 | 4 | 0,24% |
| Acidente Vascular Cerebral | 4 | 1 | 3 | 1 | 4 | 3 | 0 | 3 | 1 | 5 | 0 | 25 | 1,55% |
| Alcoolismo e crise convulsiva | | | | | | | | | 1 | 10 | 0 | 11 | 0,68% |
| Ameaça de aborto | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 1 | 6 | 0,37% |
| Anemia nutricional | | | | | | | | | 0 | 2 | 0 | 2 | 0,12% |
| Aneurisma | | | | | | | | | 0 | 2 | 0 | 2 | 0,12% |
| Angina | | | | | | | | | 0 | 4 | 0 | 4 | 0,24% |
| Apendicite aguda | 3 | 1 | 1 | 0 | 4 | 1 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 14 | 0,87% |
| Artrite | | | | | | | | | 0 | 0 | 1 | 1 | 0,06% |
| Asma | | | | | | | | | 4 | 3 | 0 | 7 | 0,43% |
| Auto intoxicação por álcool | | | | | | | | | 0 | 2 | 0 | 2 | 0,12% |
| Bronquite | | | | | | | | | 0 | 7 | 5 | 12 | 0,74% |
| Cardiopatias | | | | | | | | | 0 | 0 | 1 | 1 | 0,06% |
| Cefaleia | 1 | 1 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 9 | 0,56% |
| Celulite | | | | | | | | | 1 | 1 | 6 | 8 | 0,49% |
| Cirurgia de remoção de cisto | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0,24% |
| Cirurgia Colpoperineoplastia | 19 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22 | 1,36% |
| Cirurgia Hemorroida | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0,31% |
| Cirurgia perineoplastia | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0,31% |
| Colecistite calculose | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 4 | 0,24% |
| Colecistectomia | | | | | | | | | 0 | 1 | 0 | 1 | 0,06% |
| Colecistectomia (calculose da ve | 2 | 1 | 3 | 3 | 0 | 5 | 1 | 1 | 4 | 5 | 3 | 28 | 1,74% |
| Cólica biliar | 2 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0,49% |
| conjuntivite | | | | | | | | | 0 | 0 | 1 | 1 | 0,06% |
| Dengue | | | | | | | | | 0 | 4 | 0 | 4 | 0,24% |
| Depressão grave | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0,31% |
| derrame pleural | | | | | | | | | 0 | 0 | 1 | 1 | 0,06% |
| Desnutrição | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0,02% |
| Diabetes mellitus | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 2 | 6 | 3 | 3 | 19 | 1,18% |
| Diarreia e gastroenterite de orig | 28 | 0 | 19 | 5 | 22 | 3 | 0 | 36 | 25 | 25 | 9 | 172 | 10,70% |
| Distrofia muscular agressiva | | | | | | | | | 1 | 0 | 0 | 1 | 0,06% |
| Dor epigástrica | | | | | | | | | 1 | 0 | 0 | 1 | 0,06% |
| Dores torácicas | 2 | 7 | 0 | 0 | 0 | 13 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 25 | 1,55% |
| DPOC (Doença pulmonar obstrut | 34 | 0 | 6 | 1 | 0 | 0 | 7 | 0 | 6 | 2 | 2 | 58 | 3,60% |
| efeito tóxico de contato por animais | | | | | | | | | 0 | 0 | 1 | 1 | 0,06% |
| Efeito tóxico de veneno de serper | 0 | 12 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 14 | 0,87% |
| Encefalopatia hipertensiva | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 7 | 0,43% |

Obs. Em destaque as doenças com maiores percentuais de internações entre 2001 – 2011.

Fonte: Zanetti, 2010; Hospital Nossa Senhora dos Navegantes.

Readaptado: Mariana C. Silva

Quadro 2 - Causas de internações Hospitalares (2001-2011) – Hospital Nossa Senhora dos Navegantes – Porto Rico – PR

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|----|----|----|---|----|----|---|---|---|---|---|----|-------|
| Enfisema | | | | | | | | | 0 | 1 | 0 | 1 | 0,06% |
| Enterocolite | 15 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | 1,05% |
| Envenenamento por drogas e substâncias | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0,12% |
| Epilepsia e síndrome epilética idiopática | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0,12% |
| Erisipela | | | | | | | | | 0 | 1 | 5 | 6 | 0,37% |
| Flebite | | | | | | | | | 1 | 0 | 0 | 1 | 0,06% |
| Fratura da tíbia | | | | | | | | | 1 | 0 | 0 | 1 | 0,06% |
| Fratura do braço | | | | | | | | | 1 | 0 | 0 | 1 | 0,06% |
| gastrite | | | | | | | | | 0 | 0 | 1 | 1 | 0,06% |
| gota | | | | | | | | | 0 | 1 | 0 | 1 | 0,06% |
| granuloma | | | | | | | | | 0 | 1 | 0 | 1 | 0,06% |
| Hemorragia digestiva | 26 | 0 | 9 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 39 | 2,42% |
| Hepatite aguda B | | | | | | | | | 1 | 0 | 0 | 1 | 0,06% |
| Hernia inguinal unilateral ou não especificada | 14 | 3 | 6 | 0 | 12 | 0 | 0 | 3 | 1 | 5 | 0 | 44 | 2,73% |
| Histerectomia total | 0 | 4 | 3 | 0 | 5 | 10 | 1 | 5 | 0 | 0 | 0 | 28 | 1,74% |
| hidrocele | | | | | | | | | 0 | 0 | 1 | 1 | 0,06% |
| hiperemese | | | | | | | | | 0 | 0 | 1 | 1 | 0,06% |
| Hipertensão arterial | 14 | 0 | 3 | 3 | 1 | 2 | 0 | 4 | 8 | 8 | 2 | 45 | 2,80% |
| hipoglicemia | | | | | | | | | 0 | 0 | 1 | 1 | 0,06% |
| Infarto do miocárdio | | | | | | | | | 0 | 1 | 3 | 4 | 0,24% |
| infecção das vias aéreas | | | | | | | | | 0 | 0 | 1 | 1 | 0,06% |
| Infecção do trato urinário | | | | | | | | | 0 | 2 | 2 | 4 | 0,24% |
| Insuficiência Cardíaca | 30 | 0 | 12 | 0 | 2 | 0 | 4 | 5 | 2 | 3 | 2 | 60 | 3,73% |
| Intoxicação aguda | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1 | 4 | 2 | 2 | 1 | 0 | 14 | 0,87% |
| Intoxicação alimentar | 1 | 15 | 0 | 0 | 5 | 6 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 31 | 1,92% |
| Intoxicação por agrotóxicos | | | | | | | | | 1 | 1 | 0 | 2 | 0,12% |
| IRA (infecção respiratória aguda) | 3 | 0 | 1 | 1 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0,62% |
| Isquemia do miocárdio | | | | | | | | | 1 | 0 | 1 | 2 | 0,12% |
| Labirintite | | | | | | | | | 0 | 1 | 0 | 1 | 0,06% |
| leiomioma | | | | | | | | | 0 | 1 | 0 | 1 | 0,06% |
| Litíase | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mastoidite aguda | | | | | | | | | 0 | 2 | 0 | 2 | 0,12% |
| Miomatose | | | | | | | | | 0 | 1 | 0 | 1 | 0,06% |
| Neoplasias | | | | | | | | | 3 | 5 | 0 | 8 | 0,49% |
| Obstrução de trabalho de parto | | | | | | | | | 2 | 1 | 1 | 2 | 0,12% |
| outras doenças brônquicas | | | | | | | | | 0 | 1 | 0 | 1 | 0,06% |
| Outras má - formações congênitas | | | | | | | | | 2 | 0 | 0 | 2 | 0,12% |
| Outras quedas | | | | | | | | | 0 | 1 | 0 | 1 | 0,06% |
| Outros acidentes isquêmicos e cardiovasculares | | | | | | | | | 4 | 0 | 5 | 9 | 0,56% |
| Outros traumatismos | | | | | | | | | 0 | 1 | 0 | 1 | 0,06% |

Fonte: Zanetti, 2010; Hospital Nossa Senhora dos navegantes.

Readaptado: Mariana C. Silva

Quadro 2 - Causas de internações Hospitalares (2001-2011) – Hospital Nossa Senhora dos Navegantes – Porto Rico – PR

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|----|----|----|---|----|----|---|----|----|----|---|------|---------------|
| Parto Cesariana | 10 | 2 | 9 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 10 | 17 | 1 | 51 | 3,17% |
| Parto Espontâneo (normal) | 80 | 0 | 30 | 2 | 26 | 7 | 4 | 13 | 8 | 15 | 3 | 188 | 11,70% |
| Pleiomoma | | | | | | | | | 0 | 0 | 1 | 1 | 0,06% |
| Pneumonia bacteriana | 41 | 10 | 2 | 1 | 15 | 9 | 1 | 0 | 10 | 15 | 8 | 112 | 6,96% |
| Pneumonia do lar | 7 | 1 | 6 | 1 | 5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 21 | 1,30% |
| Politraumatismos | | | | | | | | | 2 | 0 | 0 | 2 | 0,12% |
| Ruptura do baço | | | | | | | | | 1 | 0 | 0 | 1 | 0,06% |
| Torção do ovário | | | | | | | | | 2 | 1 | 0 | 3 | 0,18% |
| Trabalho de parto precipitado | 0 | 4 | 0 | 0 | 2 | 2 | 3 | 3 | 0 | 1 | 0 | 15 | 0,93% |
| Traqueobronquite | | | | | | | | | 0 | 2 | 0 | 2 | 0,12% |
| Tratamento de calculose renal | 30 | 4 | 4 | 0 | 14 | 4 | 1 | 12 | 6 | 12 | 1 | 88 | 5,47% |
| Tratamento de doenças crônica | 43 | 11 | 9 | 1 | 0 | 9 | 3 | 5 | 0 | 0 | 0 | 81 | 5,04% |
| Tratamento de pielonefrite | 9 | 1 | 3 | 1 | 14 | 11 | 6 | 12 | 8 | 6 | 3 | 74 | 4,60% |
| Tratamento de pneumonias ou inf | 0 | 0 | 2 | 4 | 5 | 4 | 0 | 19 | 10 | 19 | 8 | 71 | 4,41% |
| Trauma cefálico | | | | | | | | | 1 | 1 | 0 | 1 | 0,06% |
| Trauma lombar | | | | | | | | | 1 | 3 | 0 | 4 | 0,24% |
| Traumatismo do pescoço | | | | | | | | | 0 | 0 | 1 | 1 | 0,06% |
| Úlcera duodenal | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0,80% |
| Úlcera gástrica | | | | | | | | | 1 | 1 | 0 | 2 | 0,12% |
| Varicela | | | | | | | | | 0 | 2 | 0 | 2 | 0,12% |
| Virose | | | | | | | | | 0 | 8 | 0 | 8 | 0,49% |
| Total | | | | | | | | | | | | 1607 | 100,00% |

Fonte: Zanetti, 2010; Hospital Nossa Senhora dos navegantes.

Readaptado: Mariana C. Silva

5.2 METODOLOGIA

5.2.1 Preparo e Planejamento de Amostragem

O preparo e planejamento para as coletas foram pré- estabelecidos através de imagens de satélite Google Imagens e trabalhos de campo prévios, no Alto Rio Paraná, ao redor das ilhas e alguns pontos no interior das ilhas Arquipélago Carioca, tanto para o períodos cheias como período de águas baixas. Os campos prévios aconteceram nas datas de 13 à 17/12/2010 e 16 à 20/05/2011.

5.2.2 Procedimentos de Campo

Os trabalhos de campo se pautaram em uma investigação mais minuciosa onde os dados a serem obtidos foram averiguados com grande intensidade. Para esta pesquisa, o campo teve como finalidade inicial a obtenção de coordenadas geográficas da área de estudo e dos pontos prévios de coleta. Áreas onde se localizam moradias como demonstra a Figura 9, também foram devidamente marcadas pois as ilhas do Arquipélago Carioca e outras no Alto Rio Paraná possuem moradores e locais comerciais (clubes). Demarcação da rede hidrográfica, avaliação de áreas de ressacos e possíveis acessos às Ilhas também ocorreram.

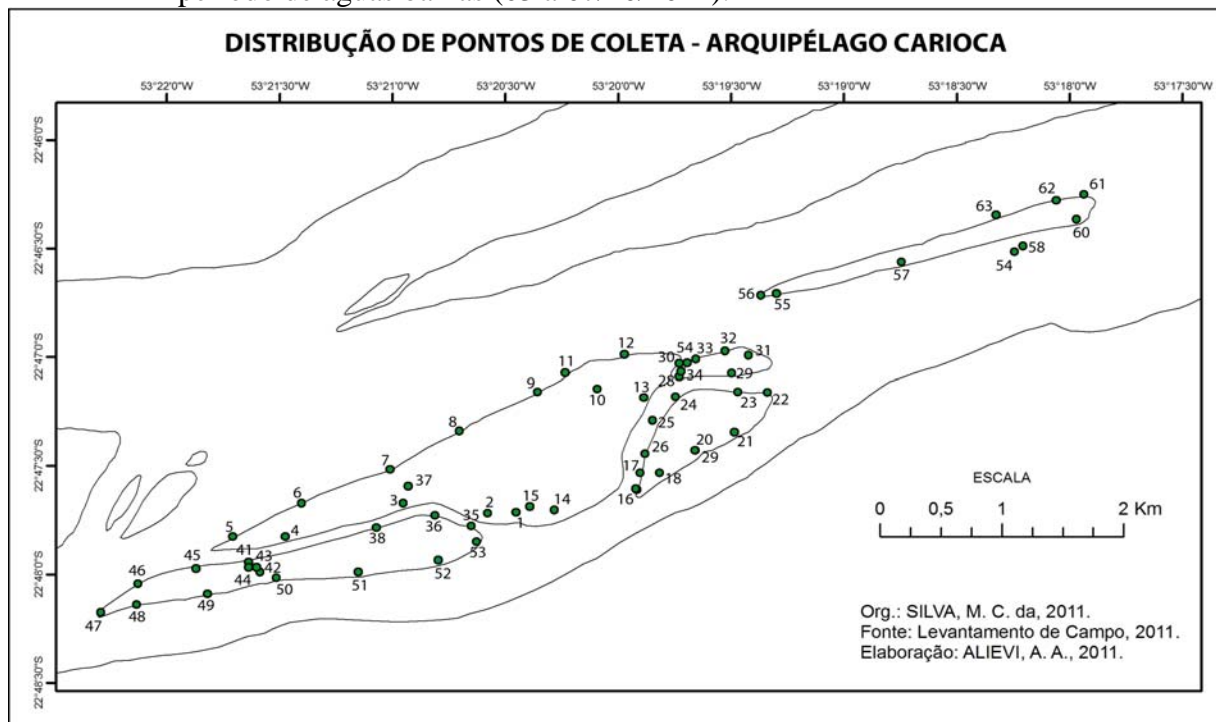
Figura 09 – Área de entrada de moradia – prévio georreferenciamento e ponto de coleta de água.



Fonte: Mariana C. Silva

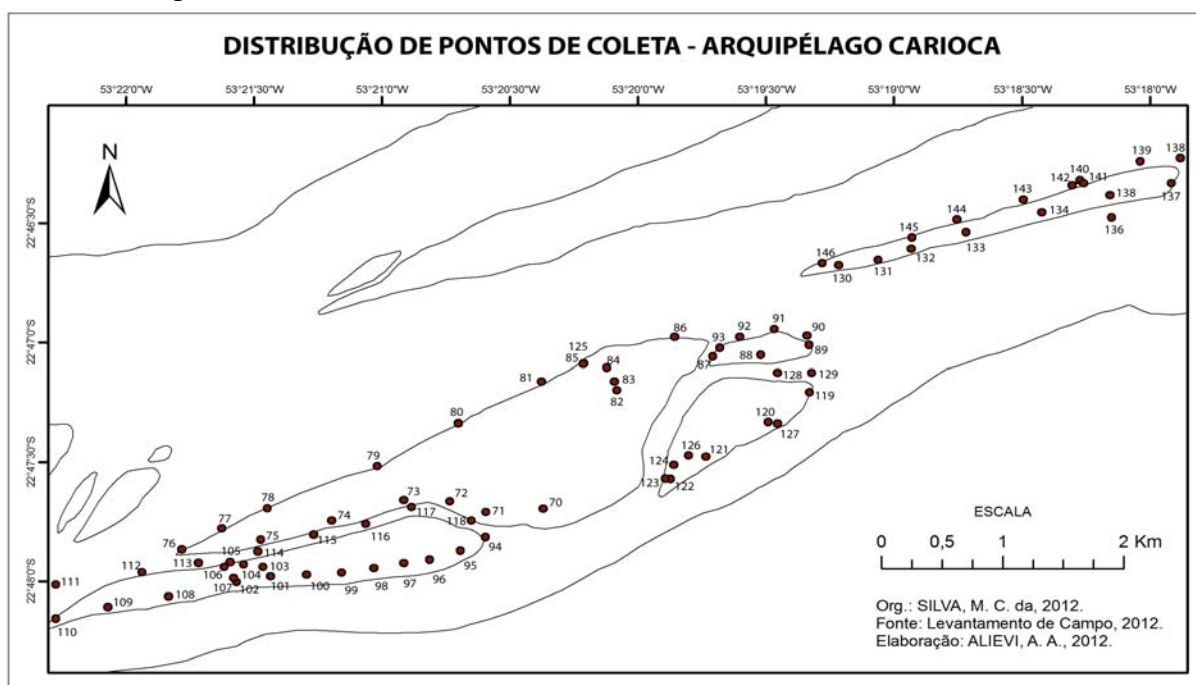
As amostragens de água tiveram seus pontos de coleta devidamente georreferenciados buscando – se caracterizar posteriormente os parâmetros físico – químicos das águas superficiais. As primeiras coletas de amostras (Figura 10) aconteceram de 03 a 07/10/2011 para período de águas baixas e a segunda etapa (Figura 11) ocorreu entre 09 a 13/04/2012 em período de cheias.

Figura 10 – Localização dos pontos entorno do Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná em período de águas baixas (03 a 07/10/2011).



Fonte: Levantamento de campo, 2011.

Figura 11 – Localização dos pontos entorno do Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná em períodos de cheias (09 a 13/04/2012).



Fonte: levantamento de campo, 2012.

Para as coletas de água utilizou-se um barco (Figura 12-a) como transporte, frascos de armazenamento que foram previamente lavados com água destilada, para obtenção

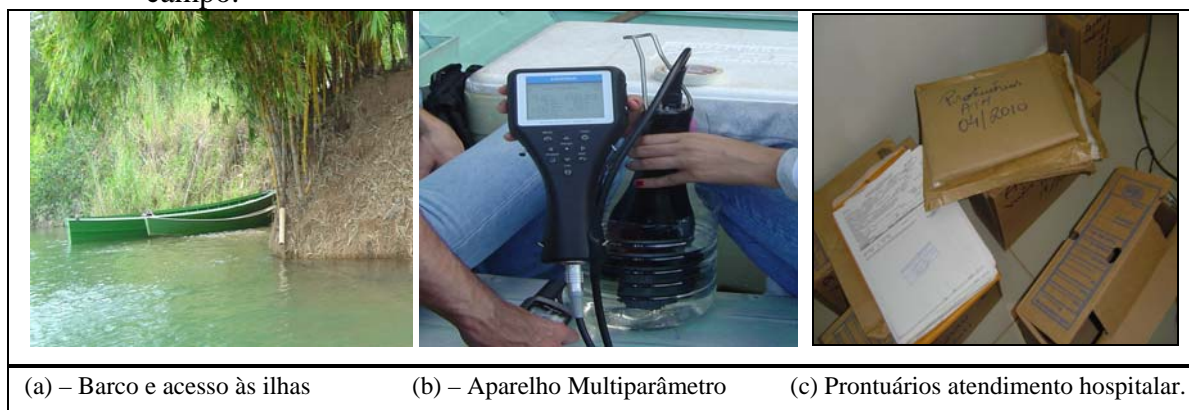
de dados *in situ* parciais em período de águas baixas (Quadro 3) e período de cheias (Quadro 4), através do aparelho HORIBA multiparâmetros (Figura 12 - b). Esse aparelho possui uma unidade de controle integrada a sensores para medições de potencial hidrogeniônico (pH), temperatura (°C), turbidez (NTU), oxigênio dissolvido – OD (mg/L) e total de sólidos totais dissolvidos – TDS (mg/L) analisados nesta pesquisa. O aparelho multiparâmetro é capaz de analisar até 11 medições simultâneas de água e após cada amostra analisada executa-se a limpeza dos sensores com água deionizada, para que não haja contaminação de uma amostra para outra.

As amostras foram mantidas termicamente em caixa de isopo, até a chegada em local apropriado visando manter suas propriedades originais. Em laboratório as amostras foram acidificadas com HNO_3 a 1% e mantidas em refrigerador no laboratório da Base Avançada do NUPELIA – UEM em Porto Rico – PR para conservação de suas características até o momento do preparo para fase analítica.

O transporte das amostras para o Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Londrina procedeu – se em caixas de isopor. Antes das análises as amostras foram preservadas em câmara fria do Laboratório de Bioquímica – Departamento de Bioquímica (CCE/UEL) e em um refrigerador no Laboratório de Geologia e Solos – Departamento de Geociências sob a temperatura aproximada de 4°C.

O Hospital Municipal de Porto Rico se traduziu em uma das fontes de informações sobre saúde, através de entrevistas com profissionais de saúde e coleta de dados de prontuários dos pacientes (Figura 12 c) durante execução do trabalho de campo. Dados importantes para se fazer a relação entre a saúde dos ilhéus, população ribeirinha e dados hidrogeoquímicos obtidos na área de estudo.

Figura 12 – Sequência de materiais utilizados durante metodologia dos procedimentos de campo.



Fonte: Levantamento de Campo, 2011/2012.

Quadro 3 – Parâmetros físico – químicos dos pontos de coleta durante período de águas baixas em Outubro/2011 Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná

| Parâmetros Físico - Químicos - Arquipélago Carioca - 03 a 07/10/2011 - Porto Rico - PR. | | | | | | | | |
|---|------------------|-------------------------|--------------|-------|----------|---------|---------|--------------|
| Amostra | Iha | Coordenadas Geográficas | | pH | Conduct. | Turbid. | D.Oxig. | Solid.Totais |
| 2 | Carioca | 22°47'43,1" | 53°20'34,8" | 10,53 | 0,001 | 189 | 11,83 | 0 |
| 3 | Carioca | 22°47'40,3" | 53°20'57,2" | 8,16 | 0,063 | 212 | 11,4 | 0,041 |
| 4 | Carioca | 22°47'49,6" | 53°21'28,6" | 10,74 | 0,005 | 125 | 14,25 | 0,003 |
| 5 | Carioca | 22 °47'49,6" | 53°21'42,6" | 7,83 | 0,036 | 193 | 15,02 | 0,021 |
| 6 | Carioca | 22°47'40,3" | 53°21'24,3" | 4,36 | 0,008 | 401 | 12,39 | 0,003 |
| 7 | Carioca | 22°47'31" | 53°21' 00,8" | 5,98 | 0 | 249 | 10,92 | 0 |
| 8 | Carioca | 22°47'20,3" | 53°20'42,3" | 14 | 0,02 | 435 | 11,09 | 0,011 |
| 9 | Carioca | 22°47'09,6" | 53°20'21,5" | 9,75 | 0,008 | 30,4 | 14,16 | 0,004 |
| 10 | Carioca | 22°47'08,8" | 53°20'05,7" | 6,47 | 0,004 | 285 | 8,67 | 0,002 |
| 11 | Carioca | 22°47'04,4" | 53°20'14,2" | 8,61 | 0,004 | 100 | 13,41 | 0,004 |
| 12 | Carioca | 22°46'59,3" | 53°19'58,5" | 4,33 | 0,008 | 193 | 10,29 | 0,004 |
| 13 | Carioca | 22°47'11,1" | 53°19'53,3" | 8,75 | 0,007 | 46,9 | 12,83 | 0,003 |
| 14 | Carioca | 22°47'42,2" | 53°20'17,0" | 7,87 | 0,061 | 63,1 | 10,13 | 0,04 |
| 15 | Carioca | 22°47'41,2" | 53°20'23,6" | 7,36 | 0,003 | 12,5 | 6,64 | 0,001 |
| 16 | Chapéu Velho | 22°47'36,5" | 53°19'55,2" | 10,13 | 0 | 118 | 7,57 | 0 |
| 17 | Chapéu Velho | 22°47'32,0" | 53°19'54,20" | 7,84 | 0,001 | 277 | 6,65 | 0,001 |
| 18 | Chapéu Velho | 22°47'32,0" | 53°19'49,1" | 8,33 | 0,017 | 17,4 | 6,75 | 0,01 |
| 19 | Chapéu Velho | 22°47'25,7" | 53°19'39,5" | 6,04 | 0,007 | 1,67 | 11,23 | 0,003 |
| 20 | Chapéu Velho | 22°47'25,7" | 53°19' 39,7" | 7,87 | 0,038 | 6,07 | 5,43 | 0,024 |
| 21 | Chapéu Velho | 22°47'20,7" | 53°19'29,2" | 6,17 | 0,004 | 120 | 8,69 | 0,001 |
| 22 | Chapéu Velho | 22°47'09,8" | 58°19'20,4" | 4,85 | 0,003 | 157 | 10,74 | 0,001 |
| 23 | Chapéu Velho | 22°47'09,6" | 53°19'28,3" | 4,87 | 0,001 | 19,5 | 9,53 | 0 |
| 24 | Chapéu Velho | 22°47'10,9" | 53°19'44,8" | 6,68 | 0,007 | 23,5 | 11,58 | 0,003 |
| 25 | Chapéu Velho | 22°47'17,4" | 53°19'50,9" | 5,45 | 0,002 | 157 | 11,9 | 0,001 |
| 26 | Chapéu Velho | 22°47'26,7" | 53°19'53,0" | 5,92 | 0 | 135 | 8,68 | 0 |
| 27 | Chapéu Velho | 22°47'36,3" | 53°19'55,4" | 9,76 | 0,002 | 82,9 | 10,41 | 0 |
| 28 | Ilha 3 | 22°47'05,4" | 53°19'43,9" | 10,71 | 0,006 | 49,5 | 12,81 | 0,003 |
| 29 | Ilha 3 | 22°47'04,5" | 53°19' 29,9" | 6,59 | 0,008 | 47 | 8 | 0,004 |
| 30 | Ilha 3 | 22°47'01,7" | 53°19'43,9" | 9,99 | 0,007 | 1,35 | 6,33 | 0,003 |
| 31 | Ilha 3 | 22°46'59,5" | 53°19' 25,4" | 7,58 | 0,002 | 0,27 | 11,94 | 0,001 |
| 32 | Ilha 3 | 22°46'58,4" | 53°19'31,7" | 8,66 | 0,006 | 1,02 | 8,77 | 0,003 |
| 33 | Ilha 3 | 22°47'006" | 53°19'39,4" | 9,55 | 0,002 | 169 | 10,08 | 0,001 |
| 34 | Ilha 3 | 22°47'04,0" | 53°19'43,4" | 10,37 | 0,003 | 43,1 | 12,33 | 0,001 |
| 37 | Ilha das Pombas | 22°47'35,6" | 53°20'55,9" | 5,18 | 0,004 | 3,31 | 11,81 | 0,001 |
| 38 | Ilha das Pombas | 22°47'47,1" | 53°21'04,4" | 5,62 | 0,008 | 9,66 | 10,08 | 0,004 |
| 39 | Ilha das Pombas | 22°47'47,2" | 53°21'10,1" | 6,39 | 0,02 | 0 | 7,27 | 0,012 |
| 40 | Ilha das Pombas | 22°47'53,5" | 53°21'21,4" | 6,73 | 0,024 | 0 | 7,17 | 0,014 |
| 41 | Ilha das Pombas | 22°47'56,6" | 53°21'38,4" | 6,03 | 0,008 | 13,5 | 10,62 | 0,004 |
| 42 | Ilha das Pombas | 22°47'59,4" | 53°21'35,3" | 8,69 | 0,001 | 177 | 6,78 | 0 |
| 43 | Ilha das Pombas | 22°47'58" | 53°21'36,2" | 5,26 | 0,009 | 85,9 | 13,87 | 0,004 |
| 44 | Ilha das Pombas | 22°47'58" | 53°21'38,4" | 6,01 | 0,013 | 93 | 11,6 | 0,007 |
| 45 | Iha das Pombas | 22°47'58,4" | 53°21'52,4" | 6,36 | 0,036 | 25,5 | 14,68 | 0,021 |
| 46 | Ilha das Pombas | 22°48'02,6" | 53°22'07,8" | 8,97 | 0,001 | 65,9 | 12,73 | 0 |
| 47 | Ilha das Pombas | 22°48'10,5" | 53°22'17,6" | 6,71 | 0,004 | 96,1 | 7,39 | 0,002 |
| 48 | Ilha das Pombas | 22°48'08,4" | 53°22' 08,1" | 8,02 | 0,003 | 42,4 | 7,22 | 0,001 |
| 49 | Ilha das Pombas | 22°48'05,4" | 53°21'49,3" | 9,62 | 0,004 | 2,11 | 10,58 | 0,002 |
| 50 | Ilha das Pombas | 22°48'01,0" | 53°21'31,0" | 9,65 | 0,007 | 136 | 12,5 | 0,003 |
| 51 | Ilha das Pombas | 22°47'59,3" | 53°21'09,2" | 8,37 | 0,007 | 106 | 8,35 | 0,003 |
| 52 | Ilha das Pombas | 22°47'56,0" | 53°20'48,0" | 10,13 | 0,004 | 0,45 | 11,88 | 0,001 |
| 53 | Ilha das Pombas | 22°47'51,0" | 53°20'37,7" | 9,43 | 0,01 | 457 | 10,91 | 0,005 |
| 54 | Ilha das Pombas | 22°47'01,6" | 53°19' 41,8" | 12,87 | 0,004 | 93,6 | 11,69 | 0,002 |
| 55 | Praia da Carioca | 22°46'42,5" | 53°19'18,0" | 8,34 | 0,001 | 325 | 13,36 | 0,001 |
| 56 | Praia da Carioca | 22°46'43" | 53°19' 22,2" | 10,57 | 0,008 | 236 | 11,27 | 0,004 |
| 57 | Praia da Carioca | 22°46'33,8" | 53°18'44,8" | 10,44 | 0,003 | 86,9 | 7,13 | 0,001 |
| 58 | Praia da Carioca | 22°46'29,3" | 53°18'12,5" | 11,26 | 0,008 | 155 | 9,43 | 0,004 |
| 59 | Praia da Carioca | 22°46'31" | 53°18'14,7" | 8,55 | 0,004 | 295 | 8,52 | 0,001 |
| 60 | Praia da Carioca | 22°46'24,1" | 53°17'58,2" | 9,09 | 0,004 | 175 | 7,83 | 0,001 |
| 61 | Praia da Carioca | 22°46'15,1" | 53°17'56,3" | 9,74 | 0,004 | 359 | 13,18 | 0,002 |
| 62 | Praia da Carioca | 22°46'16,7" | 53°18'03,7" | 11,56 | 0,003 | 122 | 7,49 | 0,001 |
| 63 | Praia da Carioca | 22°46'20,8" | 53°18'19,6" | 12,41 | 0,002 | 162 | 8 | 0 |
| 64 | Praia da Carioca | 22°46'08,1" | 53°18'31,6" | 7,66 | 0,001 | 163 | 6,53 | 0 |
| 65 | Praia da Carioca | 22°46'06,1" | 53°18'36,6" | 12,67 | 0,004 | 240 | 6,4 | 0,001 |
| 66 | Praia da Carioca | 22°46'03,3" | 53°18'41,5" | 8,88 | 0,007 | 116 | 11,85 | 0,003 |
| 67 | Praia da Carioca | 22°46'02,1" | 53°18'44,2" | 11,54 | 0,004 | 194 | 9,95 | 0,001 |
| 68 | Praia da Carioca | 22°46'01,2" | 53°18'45,3" | 8,66 | 0,02 | 350 | 10,18 | 0,013 |

Fonte: Levantamento de campo, 2011

Quadro 4 – Parâmetros físico – químicos dos pontos de coleta durante período de cheias em abril/2012 Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná

| Parâmetros físico - químicos - 09 a 12/04/2012 - Arquipélago Carioca - Alto Rio Paraná | | | | | | | | |
|--|------------------|-------------|-------------|-------|---------|---------|-----------|--------------|
| Amostra | Ilha | Latitude | Longitude | pH | Condut. | Turbid. | Dem. Oxig | Sólid.Totais |
| 69 | Carioca | 22°47'42,8" | 53°20'22,9" | 6,14 | 0,0007 | 127 | 14,3 | 0,0023 |
| 70 | Carioca | 22°47'41,8" | 53°20'22,3" | 5,31 | 0,0004 | 39,1 | 12,05 | 0,001 |
| 71 | Carioca | 22°47'42,6" | 53°20'35,7" | 5,59 | 0,0006 | 0 | 22,8 | 0,003 |
| 72 | Carioca | 22°47'39,9" | 53°20'44,2" | 6,48 | 0,007 | 0 | 13,56 | 0,004 |
| 73 | Carioca | 22°47'39,6" | 53°20'55,0" | 6,58 | 0 | 0 | 21,09 | 0,022 |
| 74 | Carioca | 22°47'44,8" | 53°21'11,9" | 7,06 | 0,0042 | 23,7 | 14,61 | 0,026 |
| 75 | Carioca | 22°47'49,5" | 53°21'28,5" | 7,81 | 0,0023 | 3,52 | 24,16 | 0,013 |
| 76 | Carioca | 22°47'52,0" | 53°21'47,0" | 8,06 | 0,0023 | 95,3 | 26,22 | 0,013 |
| 77 | Carioca | 22°47'46,7" | 53°21'37,7" | 8,77 | 0,0029 | 76,5 | 24,04 | 0,017 |
| 78 | Carioca | 22°47'41,7" | 53°21'26,9" | 8,11 | 0,003 | 89,6 | 23,56 | 0,018 |
| 79 | Carioca | 22°47'31,1" | 53°21'01,2" | 8,17 | 0,0036 | 141 | 23,61 | 0,022 |
| 80 | Carioca | 22°47'20,3" | 53°20'42,2" | 8,03 | 0,0025 | 128 | 20,77 | 0,015 |
| 81 | Carioca | 22°47'09,8" | 53°20'22,7" | 8,26 | 0,0036 | 44,3 | 23,21 | 0,022 |
| 82 | Carioca | 22°47'12,0" | 53°20'05,0" | 8,12 | 0,003 | 142 | 22,15 | 0,018 |
| 83 | Carioca | 22°47'09,8" | 53°20'05,6" | 8,02 | 0,0036 | 10,7 | 17,76 | 0,022 |
| 84 | Carioca | 22°47'06,3" | 53°20'07,4" | 8,93 | 0,0034 | | 20,56 | 0,021 |
| 85 | Carioca | 22°47'05,3" | 53°20'12,8" | 7,43 | 0,0047 | 100 | 16,25 | 0,029 |
| 86 | Carioca | 22°46'58,7" | 53°19'51,5" | 7,26 | 0,006 | 8,81 | 14,08 | 0,039 |
| 87 | Ilha 3 | 22°47'03,6" | 53°19'42,5" | 8,69 | 0,0045 | 0 | 15,88 | 0,029 |
| 88 | Ilha 3 | 22°47'03,1" | 53°19'31,3" | 10,13 | 0,003 | 38,3 | 17,7 | 0,018 |
| 89 | Ilha 3 | 22°47'00,7" | 53°19'20,0" | 8,01 | 0,0036 | 103 | 18,91 | 0,022 |
| 90 | Ilha 3 | 22°46'58,4" | 53°19'20,5" | 8,13 | 0,0039 | 79,6 | 17,71 | 0,024 |
| 91 | Ilha 3 | 22°46'56,7" | 53°19'28,1" | 8,01 | 0,0054 | 114 | 11,64 | 0,034 |
| 92 | Ilha 3 | 22°46'58,7" | 53°19'36,2" | 8,6 | 0,0051 | 188 | 15,91 | 0,032 |
| 93 | Ilha 3 | 22°47'01,4" | 53°19'40,9" | 8,2 | 0,0036 | 0 | 17,03 | 0,022 |
| 94 | Ilha das Pombas | 22°47'48,9" | 53°20'35,8" | 7,5 | 0,0026 | 0 | 35,14 | 0,016 |
| 95 | Ilha das Pombas | 22°47'52,3" | 53°20'41,7" | 7,05 | 0,0023 | 49,5 | 21,76 | 0,013 |
| 96 | Ilha das Pombas | 22°47'54,6" | 53°20'48,9" | 6,96 | 0,0024 | 43,3 | 21,25 | 0,014 |
| 97 | Ilha das Pombas | 22°47'55,5" | 53°20'55,0" | 6,66 | 0,003 | 0 | 20,61 | 0,018 |
| 98 | Ilha das Pombas | 22°47'56,7" | 53°21'02,0" | 6,27 | 0,0024 | 11,3 | 20,38 | 0,014 |
| 99 | Ilha das Pombas | 22°47'57,9" | 53°21'09,5" | 6,7 | 0,0043 | 0 | 19,52 | 0,026 |
| 100 | Ilha das Pombas | 22°47'58,4" | 53°21'17,8" | 6,49 | 0,0027 | 0 | 23,65 | 0,016 |
| 101 | Ilha das Pombas | 22°47'58,8" | 53°21'26,2" | 6,56 | 0,0022 | 0 | 22,24 | 0,014 |
| 102 | Ilha das Pombas | 22°48'00,2" | 53°21'34,2" | 6,3 | 0,0028 | 106 | 23,52 | 0,017 |
| 103 | Ilha das Pombas | 22°47'56,4" | 53°21'28,0" | 5,95 | 0,0027 | 71,2 | 25,7 | 0,015 |
| 104 | Ilha das Pombas | 22°47'55,8" | 53°21'32,5" | 6,44 | 0,002 | 0 | 23,79 | 0,011 |
| 105 | Ilha das Pombas | 22°47'55,2" | 53°21'35,7" | 6,35 | 0,0028 | 126 | 21,62 | 0,017 |
| 106 | Ilha das Pombas | 22°47'56,4" | 53°21'37,0" | 6,69 | 0,0021 | 107 | 22,52 | 0,012 |
| 107 | Ilha das Pombas | 22°47'59,2" | 53°21'34,9" | 7,02 | 0,0028 | 109 | 22,18 | 0,017 |
| 108 | Ilha das Pombas | 22°48'03,9" | 53°21'50,1" | 7,45 | 0,003 | 101 | 21,15 | 0,018 |
| 109 | Ilha das Pombas | 22°48'06,5" | 53°22'04,4" | 7,8 | 0,0038 | 118 | 17,51 | 0,023 |
| 110 | Ilha das Pombas | 22°48'09,4" | 53°22'16,5" | 7,07 | 0,0026 | 48,3 | 19,22 | 0,015 |
| 111 | Ilha das Pombas | 22°48'00,9" | 53°22'05,6" | 7,74 | 0,0028 | 118 | 21,52 | 0,016 |
| 112 | Ilha das Pombas | 22°47'57,8" | 53°21'56,3" | 7,91 | 0,0007 | 119 | 18,26 | 0,003 |
| 113 | Ilha das Pombas | 22°47'55,4" | 53°21'43,1" | 8,6 | 0,0037 | 125 | 21,56 | 0,022 |
| 114 | Ilha das Pombas | 22°47'52,5" | 53°21'29,2" | 8,08 | 0,0029 | 135 | 22,8 | 0,017 |
| 115 | Ilha das Pombas | 22°47'48,3" | 53°21'16,1" | 8,84 | 0,0022 | 121 | 22,12 | 0,012 |
| 116 | Ilha das Pombas | 22°47'45,6" | 53°21'03,9" | 8,93 | 0,0023 | 0 | 21,77 | 0,013 |
| 117 | Ilha das Pombas | 22°47'41,4" | 53°20'53,1" | 8,33 | 0,0029 | 84,9 | 21,73 | 0,017 |
| 118 | Ilha das Pombas | 22°47'44,8" | 53°20'39,1" | 8,19 | 0,0023 | 126 | 22,07 | 0,012 |
| 119 | Chapéu Velho | 22°47'12,5" | 53°19'19,9" | 8,55 | 0,0023 | 191 | 21,47 | 0,013 |
| 120 | Chapéu Velho | 22°47'19,9" | 53°19'29,5" | 8,58 | 0,003 | 161 | 18,29 | 0,018 |
| 121 | Chapéu Velho | 22°47'28,7" | 53°19'44,2" | 7,57 | 0,0029 | 144 | 22,62 | 0,017 |
| 122 | Chapéu Velho | 22°47'34,3" | 53°19'52,4" | 8,16 | 0,0031 | 133 | 19,73 | 0,018 |
| 123 | Chapéu Velho | 22°47'34,2" | 53°19'53,7" | 8,63 | 0,0025 | 190 | 20,21 | 0,014 |
| 124 | Chapéu Velho | 22°47'30,8" | 53°19'51,7" | 7,78 | 0,0031 | 228 | 18,08 | 0,018 |
| 125 | Chapéu Velho | 22°47'05,4" | 53°20'12,9" | 8,33 | 0,0023 | 280 | 21,54 | 0,014 |
| 126 | Chapéu Velho | 22°47'28,4" | 53°19'48,2" | 8,26 | 0,0022 | 158 | 24,34 | 0,013 |
| 127 | Chapéu Velho | 22°47'20,4" | 53°19'27,4" | 8,06 | 0,0021 | 193 | 23 | 0,012 |
| 128 | Chapéu Velho | 22°47'07,7" | 53°19'27,4" | 8,37 | 0,0021 | 240 | 25,39 | 0,012 |
| 129 | Chapéu Velho | 22°47'07,7" | 53°19'19,3" | 8,47 | 0,0029 | 342 | 21,48 | 0,017 |
| 130 | Praia da Carioca | 22°46'40,7" | 53°19'13,1" | 7,1 | 0,0023 | 391 | 15,77 | 0,013 |

| | | | | | | | | |
|-----|------------------|-------------|-------------|------|--------|------|--------|-------|
| 131 | Praia da Carioca | 22°46'39,3" | 53°19'03,8" | 7,59 | 0,0027 | 436 | 21,55 | 0,016 |
| 132 | Praia da Carioca | 22°46'36,5" | 53°18'56,1" | 7,68 | 0,0032 | 227 | 17,89 | 0,019 |
| 133 | Praia da Carioca | 22°46'32,3" | 53°18'43,2" | 7,79 | 0,0025 | 297 | 21,94 | 0,014 |
| 134 | Praia da Carioca | 22°46'27,4" | 53°18'25,4" | 7,87 | 0,002 | 206 | 20,88 | 0,011 |
| 135 | Praia da Carioca | 22°46'23,0" | 53°18'09,5" | 7,6 | 0,0019 | 299 | 21,43 | 0,011 |
| 136 | Praia da Carioca | 22°46'28,6" | 53°18'09,0" | 7,68 | 0,0024 | 204 | 19,06 | 0,014 |
| 137 | Praia da Carioca | 22°46'20,1" | 53°17'55,0" | 7,26 | 0,0028 | 327 | 17,512 | 0,016 |
| 138 | Praia da Carioca | 22°46'13,7" | 53°17'53,0" | 8,91 | 0,0025 | 418 | 20,87 | 0,015 |
| 139 | Praia da Carioca | 22°46'14,5" | 53°18'02,3" | 8,11 | 0,0034 | 435 | 19,24 | 0,02 |
| 140 | Praia da Carioca | 22°46'19,2" | 53°18'16,5" | 7,75 | 0,0027 | 445 | 22,64 | 0,016 |
| 141 | Praia da Carioca | 22°46'20,1" | 53°18'15,6" | 8,19 | 0,0024 | 86,1 | 18,67 | 0,014 |
| 142 | Praia da Carioca | 22°46'20,6" | 53°18'18,3" | 7,82 | 0,002 | 169 | 25,69 | 0,011 |
| 143 | Praia da Carioca | 22°46'24,2" | 53°18'29,8" | 8,69 | 0,0028 | 213 | 18,86 | 0,016 |
| 144 | Praia da Carioca | 22°46'29,1" | 53°18'45,3" | 8,61 | 0,0019 | 440 | 23,38 | 0,011 |
| 145 | Praia da Carioca | 22°46'33,7" | 53°18'55,8" | 8,41 | 0,0033 | 139 | 20,28 | 0,02 |
| 146 | Praia da Carioca | 22°46'40,2" | 53°19'16,9" | 8,18 | 0,002 | 317 | 21,32 | 0,011 |

Fonte: Levantamento de campo, 2011.

5.3 METODOLOGIA ANALÍTICA

5.3.1 Preparação das Amostras

As amostras armazenadas na câmara fria foram encaminhadas ao Laboratório de Pesquisa Bioquímica I – Departamento de Bioquímica (CCE/UEL). No Laboratório, o volume de 500ml das amostras foram inicialmente filtradas em câmara de vácuo, com filtros comuns em funil de porcelana de placa porosa. Colocadas na sequência em um Becker de 500 ml e evaporadas a 60°C em uma chapa aquecedora até atingirem o volume de aproximadamente 30 ml e completou – se o volume de 50 ml com água deionizada. Este volume de 50 ml foi armazenado em frascos previamente imersos em solução 1% de ácido nítrico por 24 horas, logo após lavados com água Mili-Q e finalmente secados de forma natural.

5.3.2 Procedimentos Analíticos

Para a análise da água utilizou-se da técnica do ICP – AES (Espectrometria de absorção atômica com fonte de plasma de argônio indutivo) do Laboratório de Geoquímica da UNESP. Esta técnica é capaz de identificar e quantificar mais de quarenta elementos químicos em concentrações na faixa de partes por bilhão (ppb). Este equipamento foi previamente calibrado utilizando padrões internacionais.

Foram analisados no ICP – AES – os parâmetros para: cálcio, magnésio, manganês, fósforo, ferro, silício, estrôncio, níquel, zinco, chumbo, cádmio, cromo, alumínio,

bário, cobalto e cobre. Os elementos sódio e potássio foram analisados pela técnica de Espectrometria de Absorção Atômica (FAAS) através de um equipamento previamente calibrado. Um espectrofotômetro GBC 608 com lâmpadas específicas para elementos como Li, Na, K, Rb, Mg, Sr, Ba, V, Cr, Fe, Co, Ni, Cu, Na, Al, Sn e Pb. Cada amostra teve sua leitura registrada em planilhas e como cada amostra foi concentrada, fez – se a conversão dos resultados dividindo-se o valor obtido por 10 (valor ppm/10), para que possam ser aplicados em gráficos e mapas.

As orientações para análise hidrogeoquímica partem do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19ª edição, 1995.

6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS:

A água é um bem natural de fácil acesso à população, principalmente àqueles cidadãos ribeirinhos que tem nas águas superficiais como um recurso para uso no dia – a – dia em seus afazeres, sendo também uma forma de retirar o sustento através do consumo de peixes, múltiplos usos econômicos e ainda o uso direto através do seu consumo. A água representa acima de tudo o principal constituinte de todos organismos vivos (ALVES, E.C et.al, 2008).

O uso e/ou muitas vezes o consumo de águas superficiais vem a ser um fator preocupante para algumas regiões do Brasil, pois é um recurso capaz de veicular microrganismos junto a seus constituintes, que podem vir a prejudicar os indivíduos acarretando – lhes as mais diversas doenças.

A título de exemplo dos municípios lindeiros na vertente paranaense do Alto Rio Paraná, Canesso (2009) ao analisar os aspectos socioambientais e da Geografia da Saúde em Porto Rico – PR, no que se refere aos indicadores de saúde pública, constatou que o município apresentou uma sensível queda no número de residentes (Tabela 2) entre os anos de 2000 a 2006, este fato pode estar ligado à implantação das Usinas Hidrelétricas mas, entre os anos de 2007 a 2011 houve um restabelecimento e aumento da população, possivelmente devido a introdução do turismo no local.

Tabela 2 – População residente de Porto Rico entre os períodos de 2000 a 2010.

| População residente por ano | |
|-----------------------------|-----------|
| Ano | População |
| 2010 | 2.569 |
| 2007 | 2.462 |
| 2006 | 2.059 |
| 2005 | 2.140 |
| 2004 | 2.280 |
| 2003 | 2.346 |
| 2002 | 2.411 |
| 2001 | 2.464 |
| 2000 | 2.550 |

Fonte: IBGE – Censo 2010; Canesso, 2009

Em relação a saneamento básico, Porto Rico é um município que vem apresentando melhorias nos últimos anos no que se refere ao abastecimento de água da população, com aumento de acesso à Rede Geral de abastecimento de água tratada, poços em propriedades particulares e outras formas de abastecimento (IBGE, 2010). Em Porto Rico, muitos utilizam diretamente águas do Rio Paraná para consumo e lançamento de efluentes. Há de se lembrar que muitas Ilhas possuem moradias (Figura 13) como Mutum, Porto Rico,

Carioca, Ilha das Pombas, Arquipélago Floresta – Japonesa com diversos clubes de pesca para lazer dos ilhéus, população da cidade e turistas. A Prainha da Carioca é um verdadeiro encontro de turistas de Maringá, Campo Mourão, Curitiba que ali permanecem em dias quentes para se divertir na água, pescar e passar o dia. Apesar da melhoria dos índices nas últimas décadas, o abastecimento de água atinge apenas 76,2 % da população residente, expondo assim $\frac{1}{4}$ da população a riscos de contaminação. Porto Rico é um dos municípios pertencentes a 14ª Regional de Saúde do Paraná e com maior proximidade do Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná.

Figura.13 - Moradias em ilhas no Alto Rio Paraná.



Fonte: Levantamento de campo, 2011/2012.

Doenças cardiovasculares e do aparelho genitourinário são crescentes nos últimos dez anos, podem estar relacionadas à presença de elementos químicos como metais pesados no Alto Rio Paraná, fator preocupante pois ilhéus e população urbana quando expostos a água superficiais e foram discutidas por Zanetti (2009).

6.1 ANÁLISE DOS DADOS DE SAÚDE DOS MUNICÍPIOS LINDEIROS DA VERTENTE PARANAENSE DO ALTO RIO PARANÁ: MARILENA, PORTO RICO, QUERÊNCIA DO NORTE E SÃO PEDRO DO PARANÁ.

Sendo um dos objetivos deste trabalho identificar uma organização espacial das doenças que poderá mostrar características, que indiquem as causas de internações que tem ocorrido em todo espaço geográfico dos municípios às margens do Alto Rio Paraná nas proximidades do Arquipélago Carioca. Também se avaliará de forma comparativa e a título de exemplo, os dados de internações do Hospital Municipal de Porto Rico – PR.

Os dados de saúde obtidos a partir do DATASUS são subdivididos por grupos de doenças do Código Internacional de Doenças, onde procura-se trabalhar as causas de incidência destas doenças nas populações e realizando as comparações.

Os municípios da 14ª Regional de Saúde do Paraná estão representados na (Tabela 3) e visualizados na Figura 14.

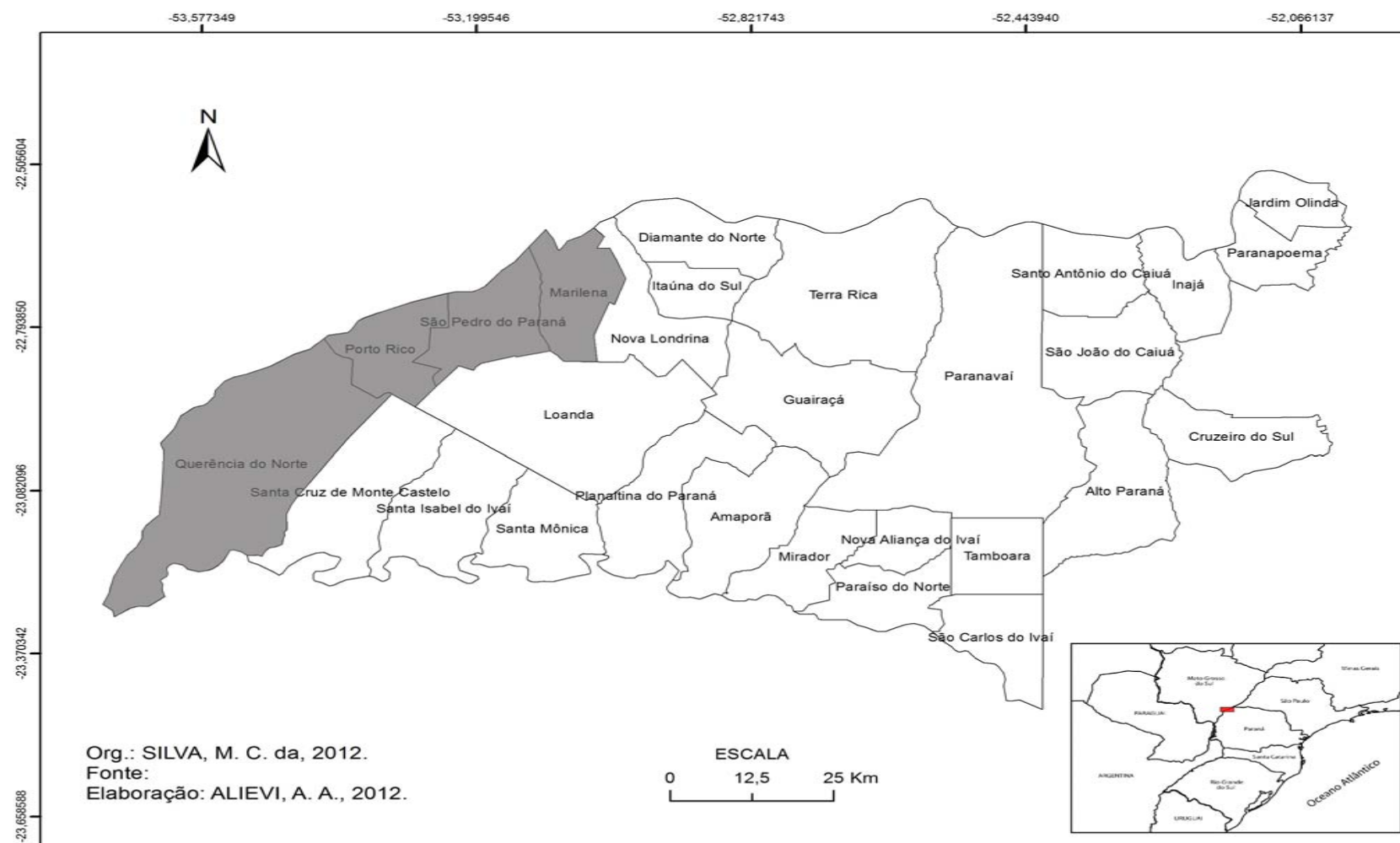
Tabela 3 – Municípios da 14ª Regional de Saúde do Paraná.

| Municípios da 14ª Regional de Saúde do Paraná | |
|--|----------------------|
| Município | Nº Habitantes |
| Alto Paraná | 13.638 |
| Amaporã | 5.424 |
| Cruzeiro do Sul | 4.563 |
| Diamante do Norte | 5.485 |
| Guairaçá | 6.151 |
| Inajá | 2.988 |
| Itaúna do Sul | 3.566 |
| Jardim Olinda | 1.409 |
| Loanda | 20.915 |
| Marilena | 6.817 |
| Mirador | 2.327 |
| Nova Londrina | 13.067 |
| Nova Aliança do Avaí | 1.429 |
| Paraíso do Norte | 11.772 |
| Paranavaí | 81.590 |
| Planaltina do Paraná | 4.095 |
| Porto Rico | 2.569 |
| Querência do Norte | 11.639 |
| Santa Izabel do Ivaí | 8.675 |
| Santa Mônica | 3.547 |
| Santo Antônio do Caiuá | 2.719 |
| São Carlos do Ivaí | 6.337 |
| São João do Caiuá | 5.906 |
| São Pedro do Paraná | 2.479 |
| Tamboara | 4.619 |
| Terra Rica | 14.991 |

Fonte: DATASUS / SESA-PR

Obs: Destaques em cinza são os municípios lindeiros da vertente paranaense do Alto Rio Paraná.

Figura14 - Municípios pertencentes à 14ª Regional de Saúde do Paraná. Obs. Em destaque de cinza os municípios da margem paranaense no Alto Rio Paraná.



Fonte: SESA/PR

Entre os 26 municípios da 14ª Regional de Saúde do Paraná, as localidades com maior número de habitantes são Paranavaí e Loanda, seguidos por Terra Rica e Alto Paraná. Paranavaí e Loanda são localidades importantes para tratamento de saúde, sendo municípios com maior disponibilidade de recursos e infra-estrutura para atendimento médico, assim os menores municípios os têm como referência no tratamento de saúde. Importante destacar os municípios Marilena, Porto Rico, São Pedro do Paraná e Querência do Norte, os quais estão localizados na vertente paranaense do Alto Rio Paraná.

Os dados de saúde obtidos através do DATASUS são referentes às internações de pacientes com doenças inseridas nos grupos do Código Internacional de Doenças – CID 10 (Tabela.4)

Tabela 4 – Capítulos (grupos) do Código Internacional de Doenças (CID 10):

| Capítulos do Código Internacional de Doenças | |
|--|---|
| I | Algumas doenças infecciosas e parasitárias |
| II | Neoplasias (tumores) |
| III | Doenças do sangue, órgãos, hematomas e transtornos imunitários. |
| IV | Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas |
| V | Transtornos mentais e comportamentais |
| VI | Doenças do Sistema Nervoso |
| VII | Doenças do olho e anexos |
| VIII | Doenças do ouvido e da apófise mastóide |
| IX | Doenças do aparelho circulatório |
| X | Doenças do aparelho respiratório |
| XI | Doenças do aparelho digestivo |
| XII | Doenças da pele e do tecido subcutâneo |
| XIII | Doenças do sistema osteomuscular e sistema conjuntivo |
| XIV | Doenças do Aparelho geniturinário |
| XV | Gravidez parto e puerpério |
| XVI | Algumas afecções originadas no período perinatal |
| XVII | Má formações congênitas, deformidades e anomalias cromossômicas |
| XVIII | Sintomas sinais e achado anormais ex. clínicos e laboratoriais |
| XIX | Lesões eventuais e algumas outras consequências e causas externas |
| XX | Causas externas de morbidade e mortalidade |
| XI | Contatos com serviços de saúde |

Fonte: DATASUS, 2012

O Código Internacional de Doenças formado por 21 capítulos abrange enfermidades que estão ligadas a todos os órgãos do corpo humano. Para esta pesquisa foram selecionados 8 capítulos pois neles contém doenças em que as causas podem ligar-se às consequências da deficiência de saneamento básico e à composição das águas superficiais. Os Capítulos selecionados são: I - Algumas doenças infecciosas e parasitárias, II – Neoplasias, IV- Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas, VI- Doenças do Sistema Nervoso, IX – Doenças do

Aparelho Circulatório, X- Doenças do Aparelho Respiratório, XI – Doenças do Aparelho Digestivo e XIV- Doenças do Aparelho Geniturinário.

A tabela 5 mostra informações relacionadas às internações nos municípios da 14ª Regional de Saúde do Estado do Paraná. Os resultados apresentados são por taxas de ocorrências, as taxas foram calculadas para cada grupo de doenças em cada município somando –se o número de internações entre os períodos de 2001 a 2011 dividindo-se pelo número de habitantes de cada município.

Tabela 5 - Tabela demonstrativa das taxas de ocorrências* dos grupos de doenças CID 10 nos municípios da 14ª Regional de Saúde do Paraná.

| | Algumas | Neoplasia | D.Ap.Dig. | D.Ap.Gen. | D.Endoc. | D.Nerv. | D.Circ. | D.Resp. |
|-----------------------------|---------|-----------|-----------|-----------|----------|---------|---------|---------|
| Alto Paraná | 0,04 | - | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,13 | 0,33 |
| Amaporã | 0,04 | - | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 0,00 | 0,05 | 0,16 |
| Cruzeiro do Sul | 0,04 | 0,00 | 0,02 | 0,06 | 0,01 | 0,00 | 0,04 | 0,21 |
| Diamante do Norte | 0,10 | 0,01 | 0,02 | 0,05 | 0,02 | 0,00 | 0,10 | 0,19 |
| Guairaçá | 0,02 | 0,00 | 0,03 | 0,07 | 0,02 | 0,00 | 0,04 | 0,11 |
| Inajá | 0,04 | 0,00 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,01 | 0,08 | 0,12 |
| Itaúna do Sul | 0,07 | 0,00 | 0,13 | 0,10 | 0,04 | 0,01 | 0,10 | 0,18 |
| Jardim Olinda | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Loanda | 0,08 | 0,02 | 0,09 | 0,08 | 0,03 | 0,03 | 0,12 | 0,22 |
| Marilena | 0,04 | 0,00 | 0,06 | 0,05 | 0,02 | 0,00 | 0,05 | 0,24 |
| Mirador | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Nova Aliança do Ivaí | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Paraíso do Norte | 0,16 | 0,02 | 0,10 | 0,10 | 0,06 | 0,00 | 0,12 | 0,26 |
| Paranapoema | 0,03 | 0,00 | 0,06 | 0,06 | 0,01 | 0,01 | 0,10 | 0,18 |
| Planaltina do Paraná | 0,03 | 0,00 | 0,05 | 0,09 | 0,01 | 0,01 | 0,07 | 0,14 |
| Porto Rico | 0,10 | 0,01 | 0,07 | 0,10 | 0,01 | 0,02 | 0,07 | 0,13 |
| Querência do Norte | 0,03 | 0,00 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,00 | 0,08 | 0,19 |
| Santa Cruz de Monte Castelo | 0,03 | 0,00 | 0,02 | 0,02 | 0,00 | - | 0,05 | 0,14 |
| Santa Isabel do Ivaí | 0,12 | 0,00 | 0,11 | 0,08 | 0,06 | 0,03 | 0,16 | 0,21 |
| Santa Mônica | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Santo Antônio do Caiuá | 0,02 | 0,00 | 0,06 | 0,02 | 0,02 | 0,00 | 0,09 | 0,10 |
| São Carlos do Ivaí | 0,05 | 0,00 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,00 | 0,04 | 0,14 |
| São João do Caiuá | 0,05 | 0,00 | 0,04 | 0,05 | 0,02 | 0,01 | 0,08 | 0,11 |
| São Pedro do Paraná | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tamboara | 0,02 | 0,00 | 0,04 | 0,05 | 0,01 | 0,00 | 0,04 | 0,14 |
| Terra Rica | 0,04 | 0,01 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 0,06 | 0,11 |

Obs. Em destaque de cinza os municípios pertencentes à vertente paranaense do Alto Rio Paraná.

*Taxa de ocorrência: $\frac{\text{soma das internações de cada grupo de doenças (entre 2001 a 2011)}}{\text{nº habitantes}}$

Fonte: SESA/PR.

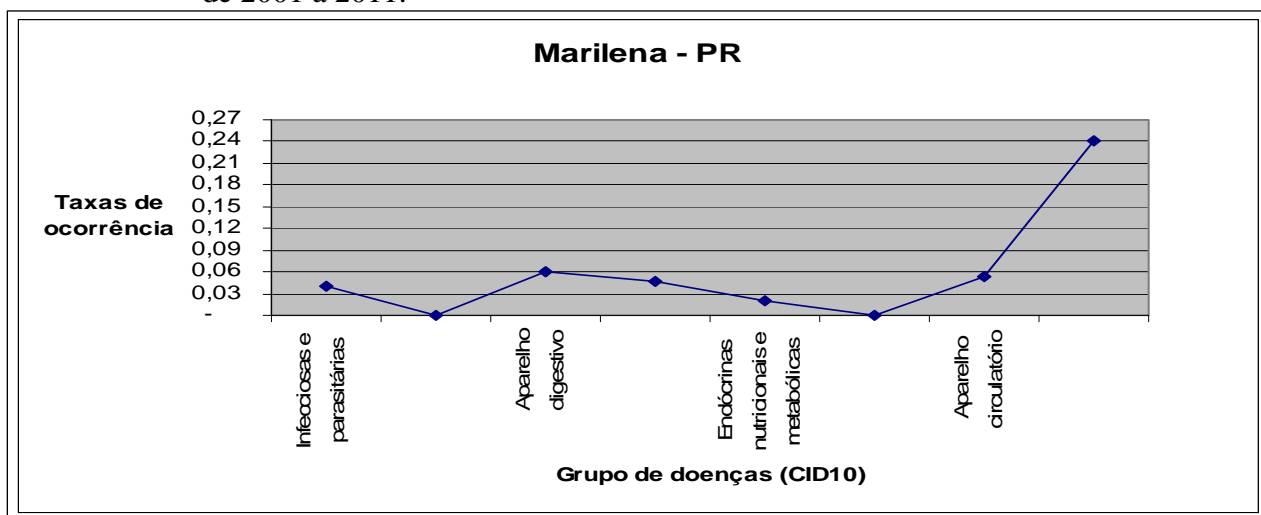
Em relação às estatísticas dos grupos de doenças, quatro municípios desta Regional de Saúde que estão à vertente paranaense do Alto Rio Paraná são destaque, pois apresentam uma ligação mais frequente com águas superficiais e assim, a relação destes municípios com a hidrogeoquímica do Alto Rio Paraná se torna mais evidente. Entre os municípios temos: Marilena, São Pedro do Paraná, Porto Rico e Querência do Norte. Os dados de saúde pesquisados a partir do DATASUS “on line” (Empresa de Processamento de Dados do Sistema Único de Saúde) destes municípios encontram-se na Tabela 6 e nos gráficos 10, 11 e 12.

Tabela 6 – Demonstrativo dos valores por taxas dos principais grupos de doenças – CID 10 para os municípios da 14ª Regional de Saúde do Paraná que margeiam o Alto Rio Paraná na vertente paranaense.

| | TAXAS POR GRUPO DE DOENÇAS (CID10) | | | |
|---------------------------------------|------------------------------------|-----------------|-------------------------|--------------------------|
| | Marilena - PR | Porto Rico - PR | Querência do Norte - PR | São Pedro do Paraná - PR |
| Infecciosas e parasitárias | 0,04 | 0,10 | 0,03 | - |
| Neoplasias | 0,00 | 0,01 | 0,00 | - |
| Aparelho digestivo | 0,06 | 0,07 | 0,03 | - |
| Aparelho genitourinário | 0,05 | 0,10 | 0,03 | - |
| Endócrinas nutricionais e metabólicas | 0,02 | 0,01 | 0,02 | - |
| Sistema nervoso | 0,00 | 0,02 | 0,00 | - |
| Aparelho circulatório | 0,05 | 0,07 | 0,08 | - |
| Aparelho respiratório | 0,24 | 0,13 | 0,19 | - |

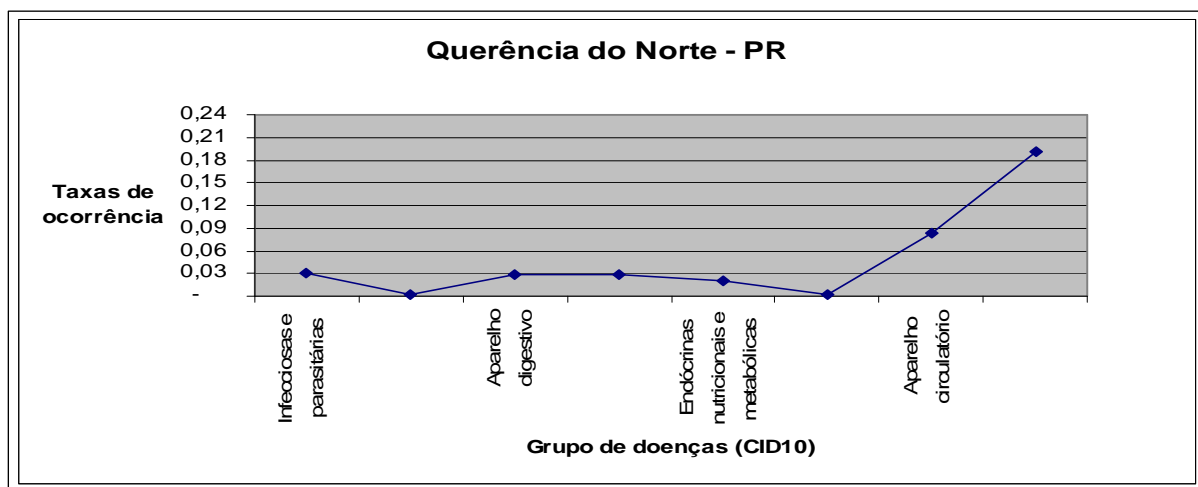
Fonte: DATASUS

Gráfico 2 - Demonstrativo dos principais grupos de doenças em Marilena/PR entre os anos de 2001 a 2011.



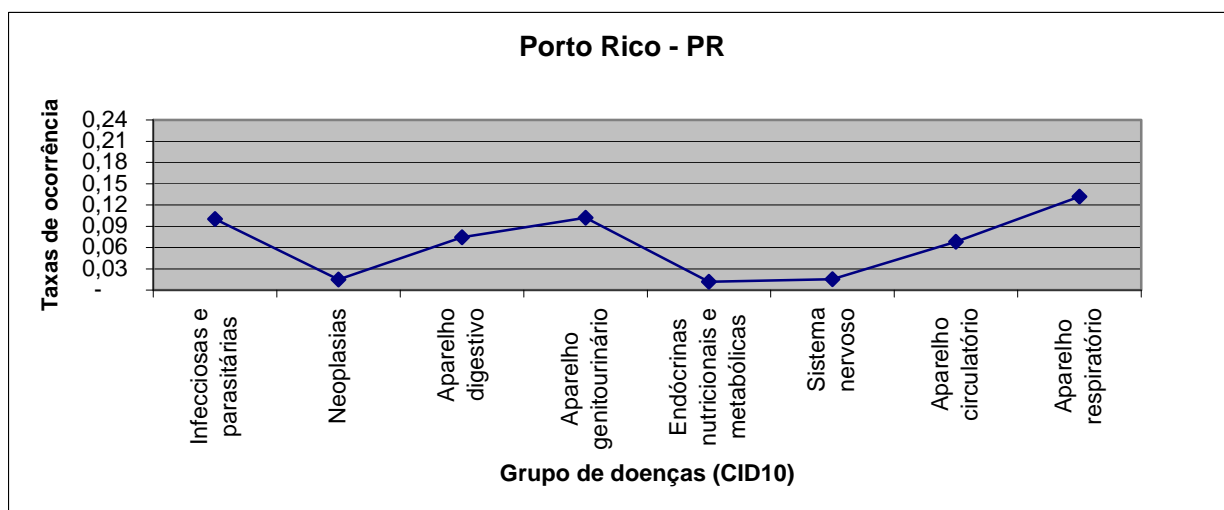
Fonte: DATASUS, 2012.

Gráfico 3 - Demonstrativo dos principais grupos de doenças em Querência do Norte entre os anos de 2001 a 2011.



Fonte: DATASUS, 2012.

Gráfico 4 - Demonstrativo dos principais grupos de doenças em Porto Rico - entre os anos de 2001 a 2011



Fonte: DATASUS, 2012.

Entre os municípios que margeiam o Rio Paraná, Marilena com 6.858 habitantes é um município que tem o turismo como um aliado para o desenvolvimento econômico por ser o ponto de encontro dos Rios Paraná e Paranapanema. Marilena possui a maior taxa de ocorrência de internações (0,24 – Figura 19) de doenças respiratórias (Tabela 6; Gráfico 2). Um município ligado ao turismo e com clima médio anual de 19°C, pode ter como causas de aumento de internações, as frequentes infecções do trato respiratório e complicações quando não há tratamento apropriado. Outro fator que se relaciona com problemas respiratórios seria a presença do metal cádmio no ambiente, contaminando a água ou agricultura e solo, um metal que pode ser proveniente de agroquímicos, queima de combustíveis e efluentes industriais (MINEROPAR, 2005). É necessário verificar quais doenças mais específicas que são causas de internações em Marilena – PR para se aprofundar no fator que leva este município a ter maior taxa entre os municípios que margeiam o Alto Rio Paraná. Os municípios de Querência do Norte e Porto Rico apresentaram taxas menores, 0,19 e 0,13 (Figura 19), respectivamente, porém altas para os outros grupos de doenças nesta região.

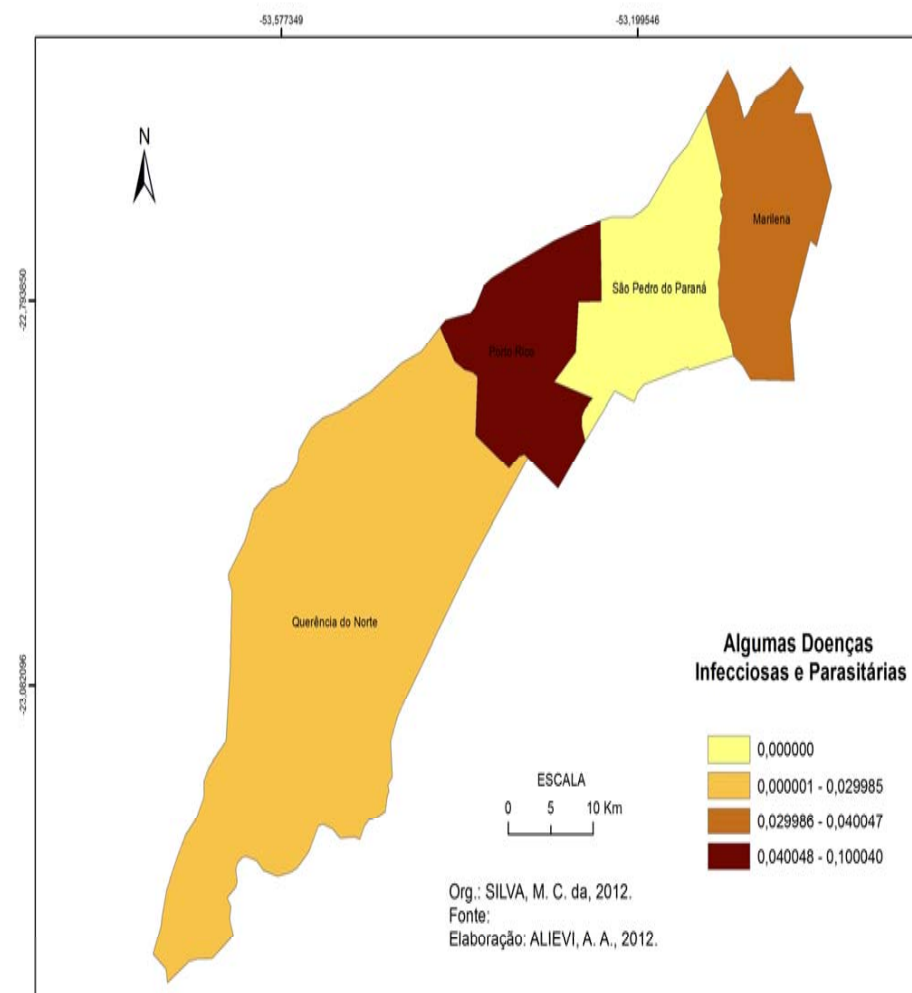
O grupo de doenças infecciosas e parasitárias segue logo após o de doenças respiratórias, apresentando taxas de 0,10 (Figura 15) no município de Porto Rico – PR, bem diferente de Querência do Norte e Marilena. Canesso (2009) ao avaliar dados de saneamento básico que pode ser a causa da quantidade de internações por diarreia e gastroenterites com frequência no Hospital Municipal. A deficiência de saneamento leva à poluição do rio por lançamento de efluentes domésticos o que pode vir a causar doenças ligadas ao trato gastrointestinal da população local.

A seguir com taxa de 0,10, o grupo de doenças genitourinárias (Figura 22) também em Porto Rico – PR e conforme apontado anteriormente, este grupo envolve doenças ligadas ao rim e órgãos genitais. Zanetti (2009) apontou que as doenças renais no município podem estar relacionadas à presença de elementos chumbo e cádmio que estão relacionados à problemas nos rins e no coração. A comparação entre os municípios que margeiam o Rio Paraná apontam que Porto Rico lidera as taxas de doenças genitourinárias como atesta análises de internações com taxas relevantes.

Por outro lado, doenças do aparelho circulatório em Querência do Norte (taxa = 0,8 – Figura 21), doenças do aparelho digestivo em Porto Rico (taxa = 0,7 – Figura 20) e com valores menores neoplasias (Figura 16) e doenças nutricionais e metabólicas (Figura 17). As doenças do aparelho respiratório registradas em Querência do Norte também podem estar relacionadas à presença de elementos químicos, conforme estudos realizados que

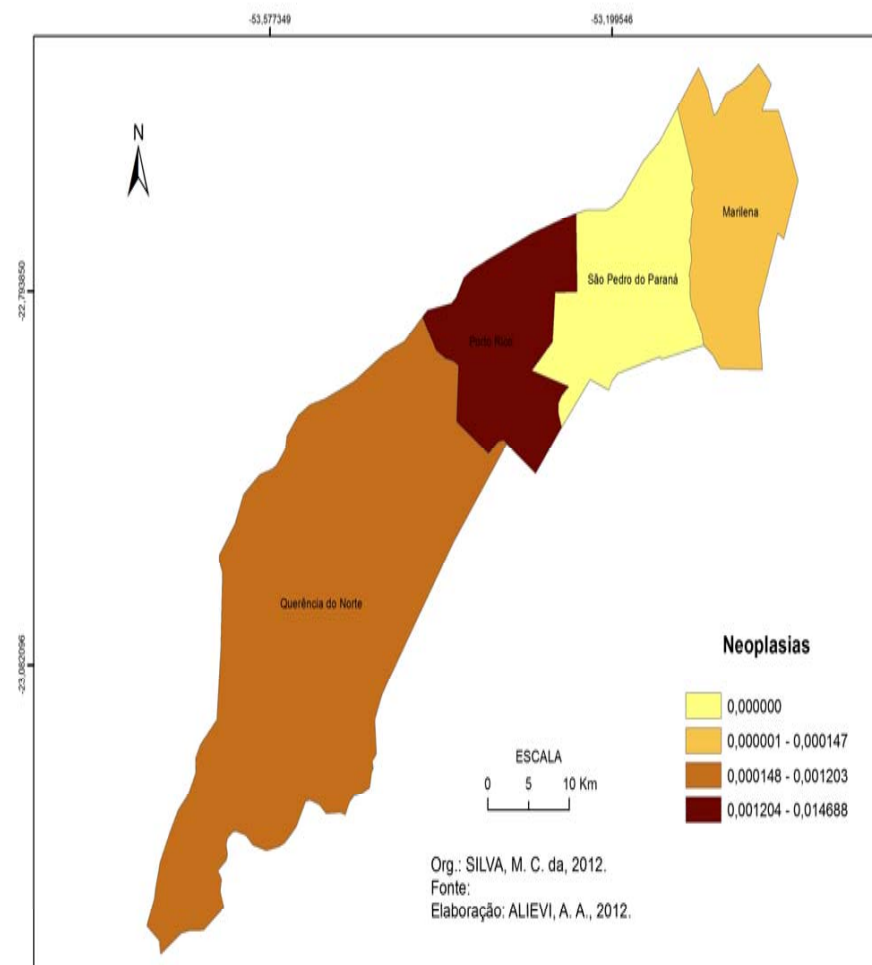
apontaram cádmio e chumbo presentes em amostras do Alto Rio Paraná. São necessários estudos mais aprofundados das causas de internações no município para saber em específico quais doenças aparecem maior frequência e relacionar com hidrogeoquímica no Alto Rio Paraná.

Figura.15 - Demonstração por taxas de internações de algumas doenças infecciosas e parasitárias as dos municípios da 14ª RSP que margeiam a vertente paranaense do Alto Rio Paraná.



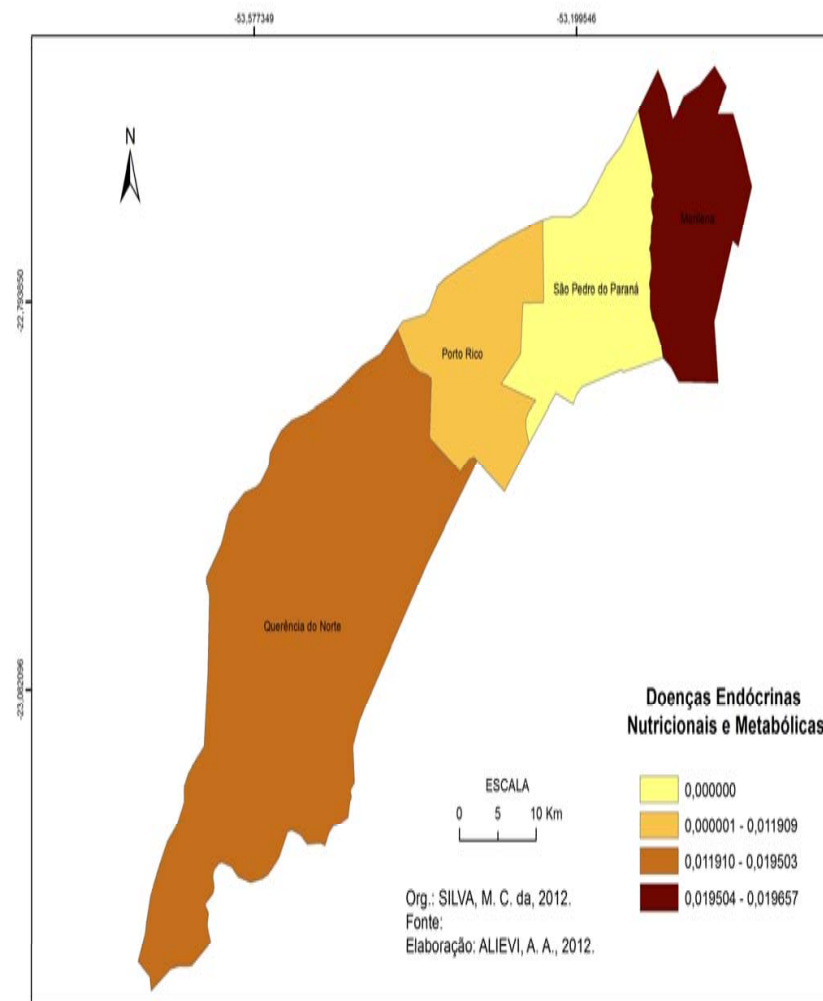
Fonte: DATASUS, 2012

Figura.16 - Demonstração por taxas de internações por neoplasias dos municípios da 14ª RSP que margeiam a vertente paranaense no Alto Rio Paraná



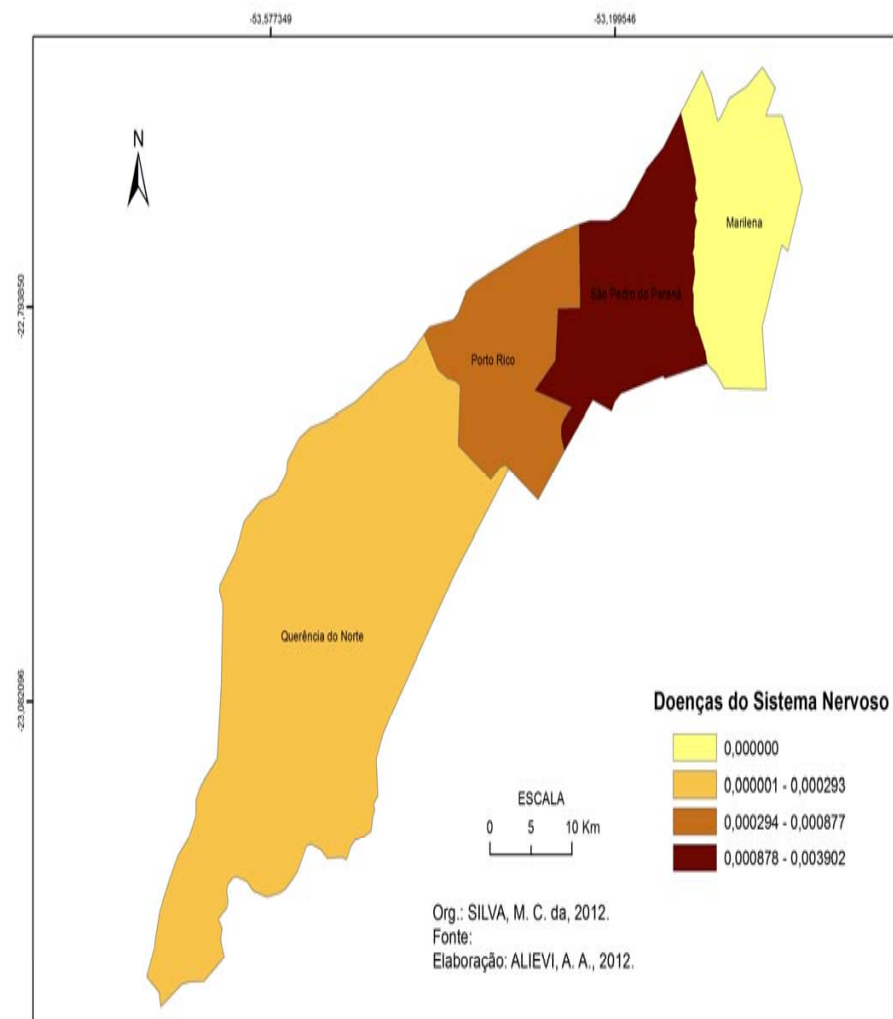
Fonte: DATASUS, 2012.

Figura. 17 - Demonstração por taxas de internações de doenças endócrinas e metabólicas dos municípios da 14ª RSP que margeiam a vertente paranaense no Alto Rio Paraná.



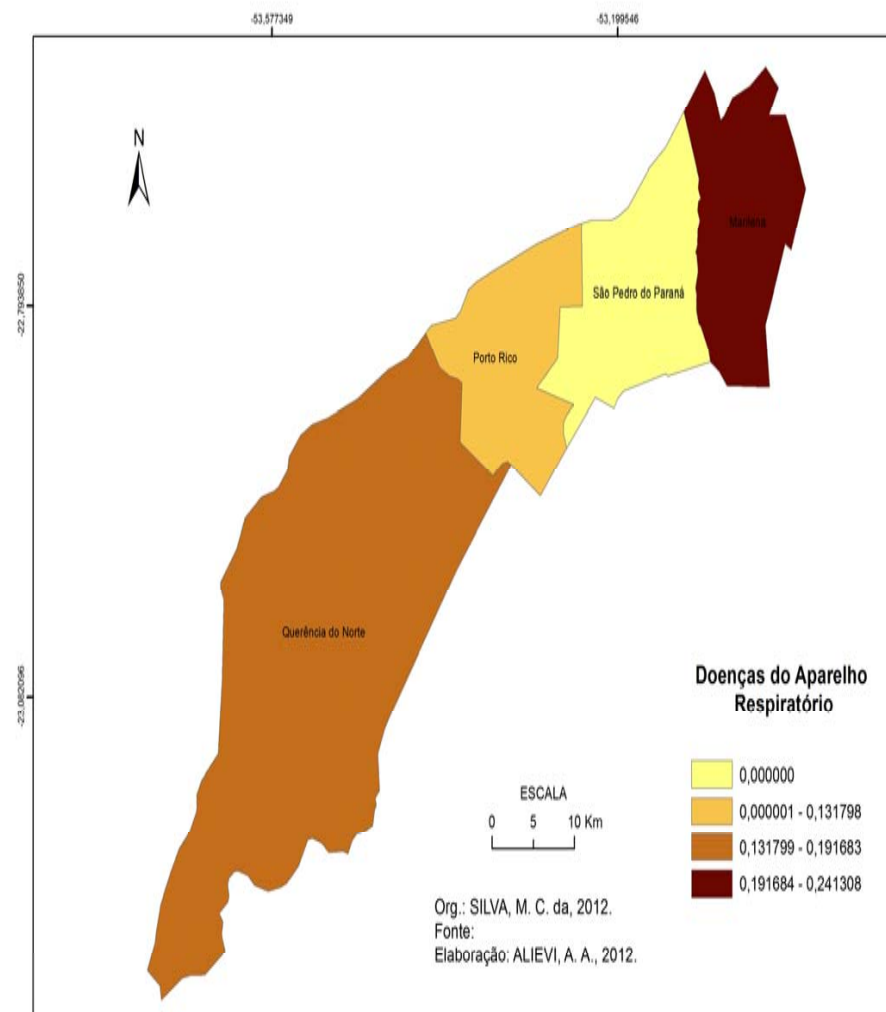
Fonte: DATASUS, 2012.

Figura. 18 - Demonstração por taxas de internações de doenças do sistema nervoso dos municípios da 14ª RSP que margeiam a vertente paranaense no Alto Rio Paraná.



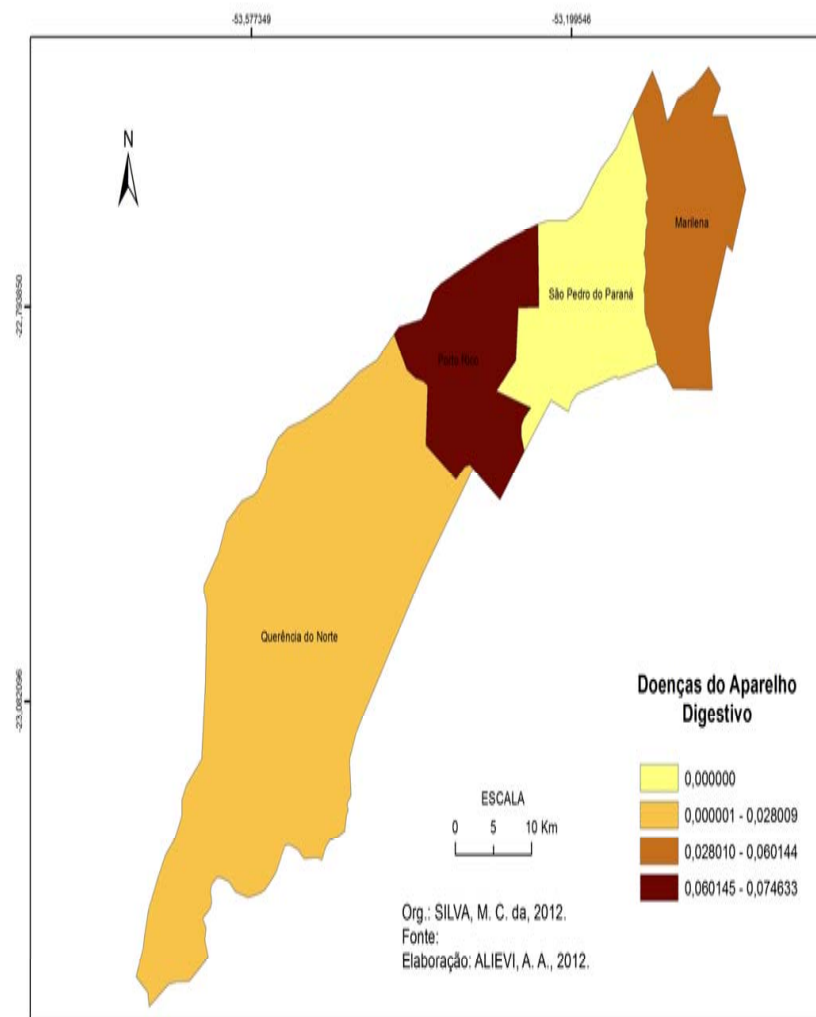
Fonte: DATASUS, 2012

Figura19 - Demonstração por taxas de internações de doenças do aparelho respiratório dos municípios da 14ª RSP que margeiam vertente paranaense no Alto Rio Paraná



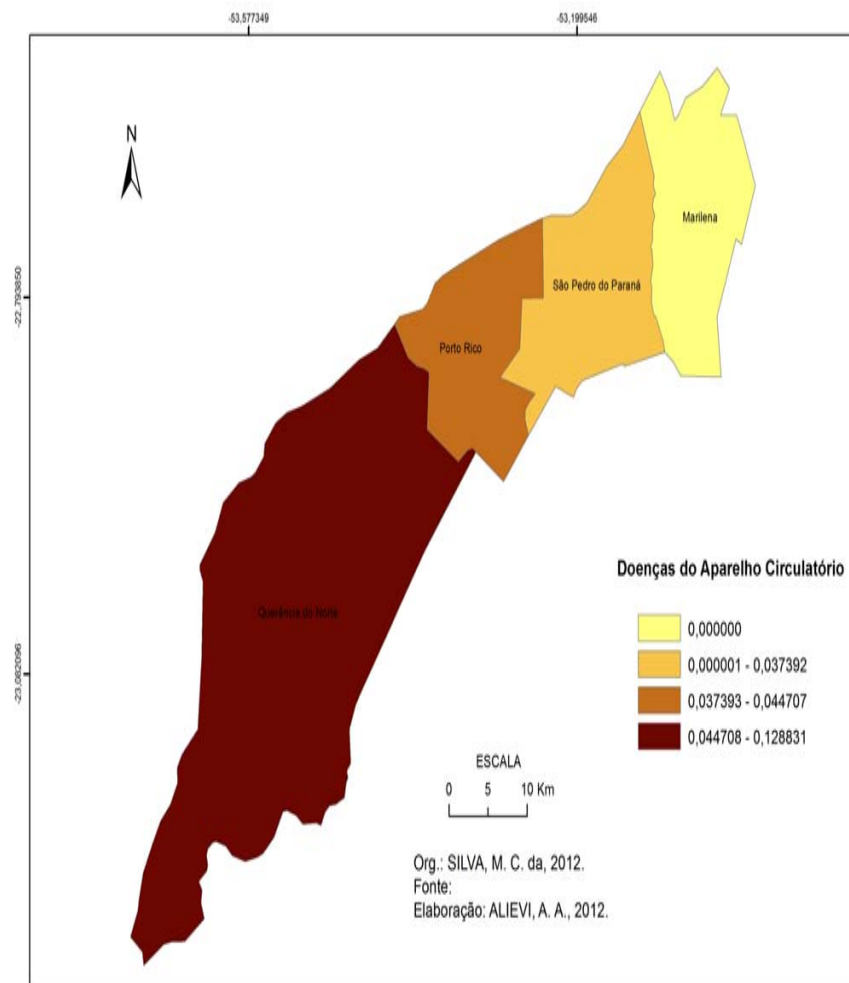
Fonte: DATASUS, 2012.

Figura 20 - Demonstração por taxas de internações de doenças do aparelho digestivo dos municípios da 14ª RSP que margeiam vertente paranaense no Alto Rio Paraná



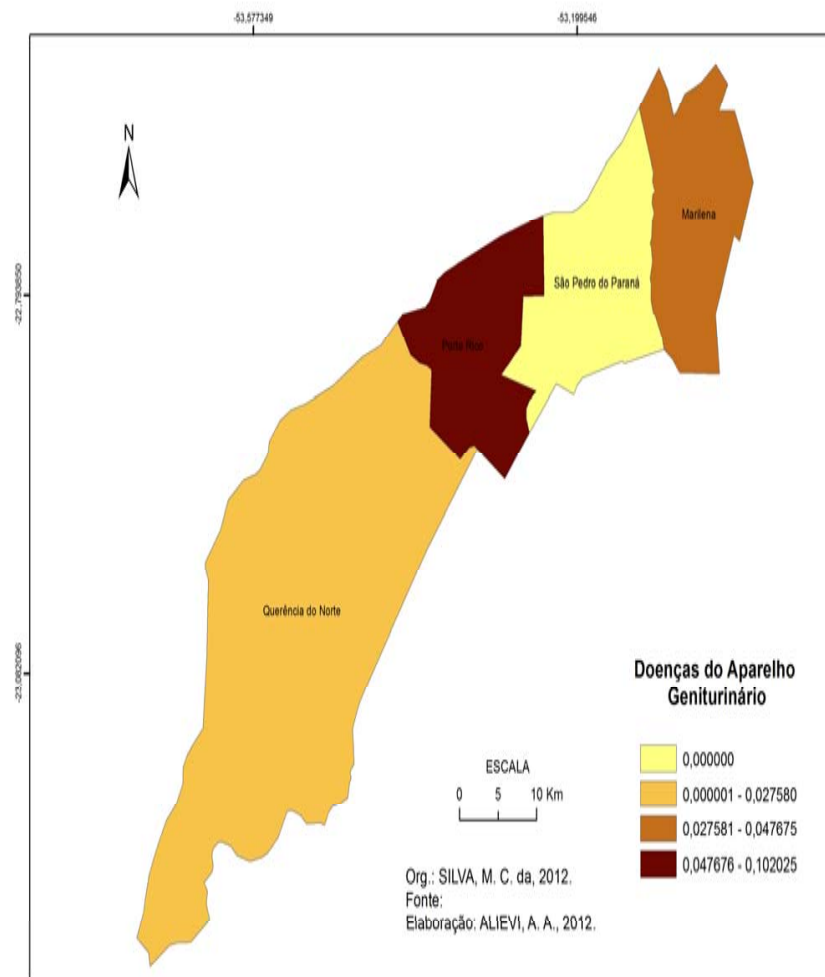
Fonte: DATASUS, 2012.

Figura 21 - Demonstração por taxas de internações de doenças do aparelho circulatório dos municípios da 14ª RSP que margeiam vertente paranaense no Alto Rio Paraná.



Fonte: DATASUS: 2012

Figura 22 - Demonstração por taxas de internações de doenças do aparelho genitourinário dos municípios da 14ª RSP que margeiam vertente paranaense no Alto Rio Paraná.



Fonte: DATASUS, 2012.

As internações por neoplasias (Figura 16) apesar do baixo índice apenas estão presentes em Porto Rico/PR. Elemento químico como manganês, magnésio, níquel, cobalto, cromo e cádmio estão relacionados a causas de neoplasias (Santos, 1997; OMS, 1998; Figueiredo, 2000) e neste trabalho o elemento Cádmio que mostrou uma pequena alteração em relação ao seu valor máximo permitido. Zanetti (2009) em estudos hidrogeoquímicos mostrou que os elementos Manganês e Cádmio estão acima do permitido pela resolução CONAMA 357/2005, podendo relacionar com internações por neoplasias. São necessários estudos para verificar continuidade da incidência de neoplasias em municípios que estão as margens do Alto Rio Paraná.

Internações por doenças do sistema nervoso, apesar da baixa taxa (0,2) ocorre em Porto Rico – PR (Figura 18), nos outros municípios não se apresentam taxas para este tipo de doença.

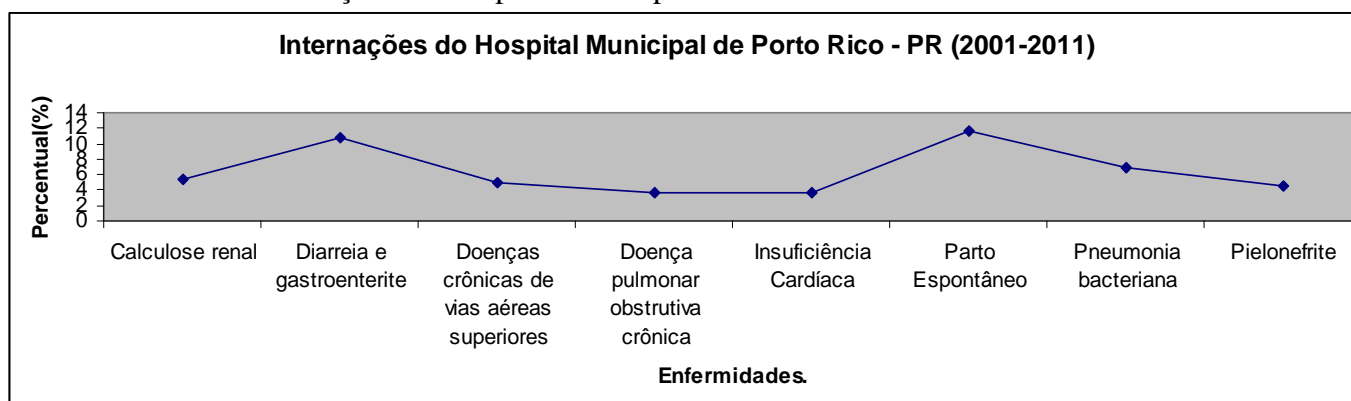
Em Porto Rico foi realizada uma pesquisa além dos dados do DATASUS, verificando internações diretamente no Hospital Municipal ao analisar os prontuários dos pacientes internados entre os anos de 2001 a 2011. O Quadro 2 demonstra internações registradas no Hospital Municipal entre os anos de 2001 a 2011 com percentual para cada doença. A tabela 7 e o gráfico demonstram as principais internações (com maiores percentuais) de Porto Rico – PR.

Tabela 7 – Principais internações do Hospital Municipal de Porto Rico – PR entre 2001 – 2011.

Principais internações em Porto Rico - PR entre 2001 a 2011

| Enfermidades | Percentual (%) |
|--|----------------|
| Calculose renal | 5,47 |
| Diarreia e gastroenterite | 10,7 |
| Doenças crônicas de vias aéreas superiores | 5,04 |
| Doença pulmonar obstrutiva crônica | 3,6 |
| Insuficiência Cardíaca | 3,73 |
| Parto Espontâneo | 11,7 |
| Pneumonia bacteriana | 6,96 |
| Pielonefrite | 4,6 |

Fonte: Hospital Municipal de Porto Rico – PR.

Gráfico 05 - Internações do Hospital Municipal de Porto Rico – PR entre anos 2001-2011.

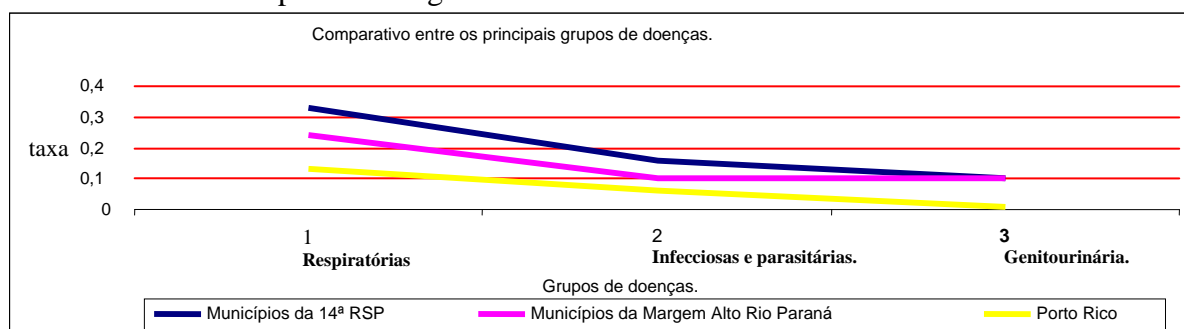
Fonte: Hospital Municipal de Porto Rico – PR.

Conforme Tabela 7 e Gráfico 5 a principal causa de internação se refere à parto espontâneo, mas este tipo de internação necessita de um trabalho específico devido a variedade de fatores envolvidos, inclusive indução sócio-econômica. As causas que estão à frente das internações nos últimos anos e que se destacam neste estudo são: Diarreia e Gastroenterite (10,7%), Pneumonia (6,96%) e Calculose renal (5,47%). Estas doenças se enquadram no grupo de doenças infecciosas, doenças respiratórias e doenças genitourinárias. Na sequência verifica – se também, as Doenças crônicas de vias aéreas (5,04%), Pielonefrite (4,60%) , Insuficiência Cardíaca (3,73%) e Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (3,60%), inclusive as do grupo circulatório.

Os principais tipos de internações se enquadram em quatro grupo de doenças: infecciosas e parasitárias, respiratórias, genitourinário e cardiovasculares. As doenças infecciosas e parasitárias, entre elas a diarreia e gastroenterite, podem ser causadas por problemas de saneamento apontados por Canesso (2009), mas também as gastroenterites podem estar relacionados à presença de elementos químicos no organismo, relacionando assim esta doença à hidrogeoquímica como apontou Zanetti (2009) em pesquisas com saúde coletiva e hidrogeoquímica. Três importantes doenças se relacionam às respiratórias (Pneumonia, Doença pulmonar obstrutiva crônica e Doenças Crônicas de vias aéreas) que juntas somam 15,6%, indicando que o grupo respiratório representam as principais causas de internações em Porto Rico – PR Estas doenças podem estar relacionadas também à presença de elementos químicos no ambiente. Por fim, verifica-se doenças renais e cardiovasculares.

Os grupos destacados nesta pesquisa (Gráfico 06) são aqueles ligados ao sistema respiratório, infecciosas e parasitárias e genitourinários. Porto Rico mantém-se entre estes principais grupos de doenças com maiores taxas na Regional de Saúde

Gráfico 06 – Comparativo entre os grupos de doenças que se destacaram – respiratórios (01), Infecciosas (02) e Genitourinário (03) em todos municípios da RSP, municípios da margem e em Porto Rico.



Fonte: DATASUS, 2011; Hospital Nossa Senhora dos Navegantes – Porto Rico – PR; ZANETTI (2009).
Readaptado: Mariana Cristina da Silva.

6.2 DISCUSSÃO DOS PRINCIPAIS PARÂMETROS FÍSICOS

6.2.1 Temperatura da Água

O gráfico 07 e figuras 23 e 24 (pág. 90) mostram a variação da temperatura da água nos locais de realização das coletas. Em outubro/2011 durante período de águas baixas a temperatura da água permaneceu acima de 25°C e não passou dos 31°C, com mínima de 25,08°C e máxima de 30,05°C. Em período de cheias (abril/2012), ficou entre 26,13 e 29,59 °C. A variação entre os dois períodos foi pouco e desta forma a mínima de 25,6°C e a máxima de 29,59 °C.

O tempo para as coletas variou conforme as atividades programadas do campo, portanto a variação na temperatura se deve a alguns fatores, como por exemplo, temperatura do ambiente, flutuação fluviométrica, turbidez e os ventos úmidos e secos. Durante as coletas pela manhã as temperaturas tiveram valores menores que as coletas no período da tarde, tanto que uma primeira coleta pela manhã às 8 horas (amostra 40) demonstrou a menor temperatura e a coleta no período da tarde, por volta das 16:30 horas (amostra 28) com maior temperatura. Contudo a variação apresenta-se mais destacada no período de águas baixas.

A análise da temperatura da água é muito importante pois na maioria dos casos, organismos aquáticos tem pouca tolerância às oscilações e também às mudanças de temperatura produzem padrões específicos de circulação e estratificação (ODUM, 2004). Nota-se inicialmente que a variação na temperatura reflete na biomassa planctônica (clorofila a), sendo que em período de águas baixas, a queda nas concentrações desta biomassa pode

refletir diretamente sobre a biota local. Sendo assim, Tomaz, Roberto e Bini (1997) demonstram que junto com pulsos de inundação, a temperatura contribuiu para sazonalidade dos ambientes aquáticos da planície, mostrando a interação existente entre estes dois fatores.

Barreto (2001) em seus estudos no alto Rio Paraná demonstra que outros fatores do ambiente também são influenciados pela temperatura, onde a temperatura relacionou-se positivamente com pH e alcalinidade, e negativamente com sulfato total dissolvido.

6.2.2 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH é uma expressão numérica da acidez ou alcalinidade de um sistema aquoso, referindo-se à atividade de H^+ ou OH^- . De acordo com a Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde, as águas para consumo humano devem ser distribuídas com pH entre 6,5 – 9,0.

O gráfico 8 e as figuras 25 e 26 (pág. 91) mostram a variação do pH. As amostras coletadas em águas baixas com valor mínimo 4,33 na amostra 12, localizada no final de ressaco da Ilha Carioca e valor acima de 10 na Ilha das Pombas, sendo este desconsiderado por provável falha técnica de calibração no aparelho multiparâmetro utilizado. As amostras em período de cheias tiveram como valor máximo 10,1 (amostra 88 – quadro 4) na Ilha 3 e valor mínimo 5,31 (amostra 70), na Ilha Carioca, variação entre dois períodos foi maior nas águas baixas.

Em grande parte das amostras (Quadros 3 e 4) os valores de pH estão dentro dos parâmetros. Uma possibilidade dos valores menores que 6,5 pode estar relacionado a regiões com maiores concentrações de matéria orgânica, lagoas, final de ressacos e em planícies de inundação, devido excessiva decomposição de matéria orgânica produzindo ácido húmico e ácido fúlvico. As amostras com valores menores 6,0 foram coletadas em ressacos.

Muitos elementos são solúveis em condições ácidas e em condições alcalinas se precipitam como hidróxidos ou sais básicos. Este valor de pH é denominado pH de hidrólise (LITCH, 2006).

Durante período de águas baixas o aumento da matéria orgânica provenientes de pulsos fluviométricos e sua decomposição é um indicativo de diminuição de valores de pH. Estudos realizados por Barreto (2001) e Zanetti (2010), também demonstram que durante o período de águas baixas a variação ocorreu entre 5,7 – 6,9 e 5,4 – 7,1. Nesta pesquisa os valores acima de 10 se devem a erros de leitura.

Contudo, o aumento do pH pode estar relacionado com o aumento da biomassa fitoplanctônica em período de águas altas (BARRETO, 2001).

Gráfico 07 - Distribuição da temperatura da água no período de coleta – águas baixas e cheias ao redor do Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná.

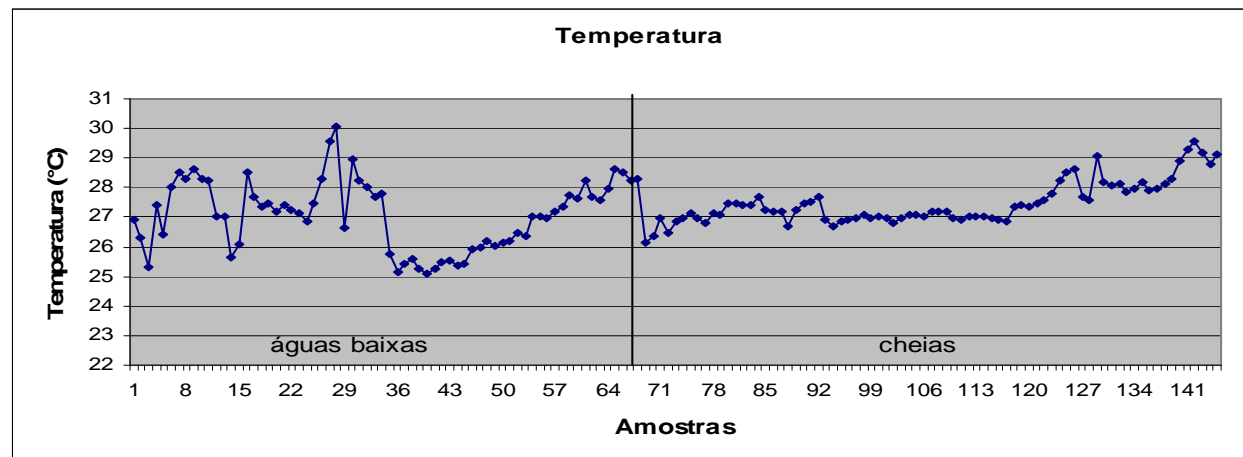


Figura 23 - Temperatura da água no Arquipélago Carioca - período de águas baixas no alto no Alto Rio Paraná.

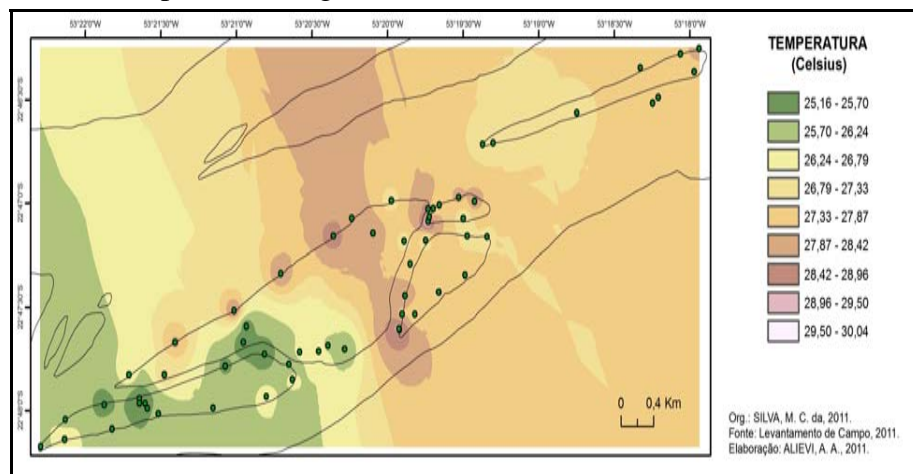


Figura 24 - Temperatura da água no Arquipélago Carioca - período de cheias no alto Rio Paraná.

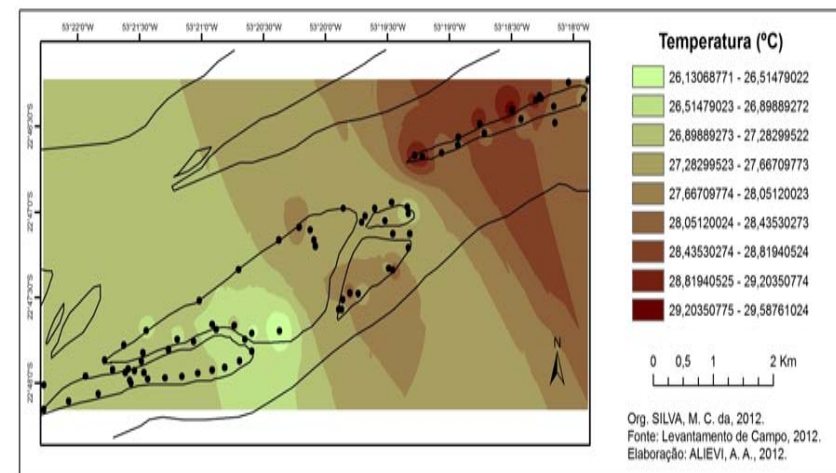


Gráfico 8 - Distribuição do potencial hidrogeniônico no período de coleta – águas baixas e cheias ao redor do Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná

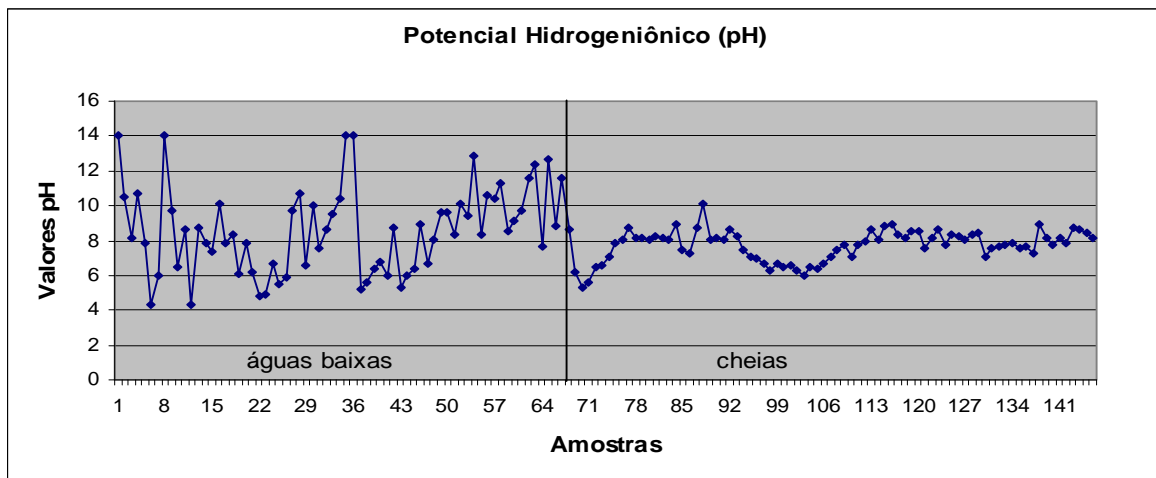


Figura 25 - Potencial Hidrogeniônico da água no Arquipélago Carioca no período de águas baixas no alto Rio Paraná.

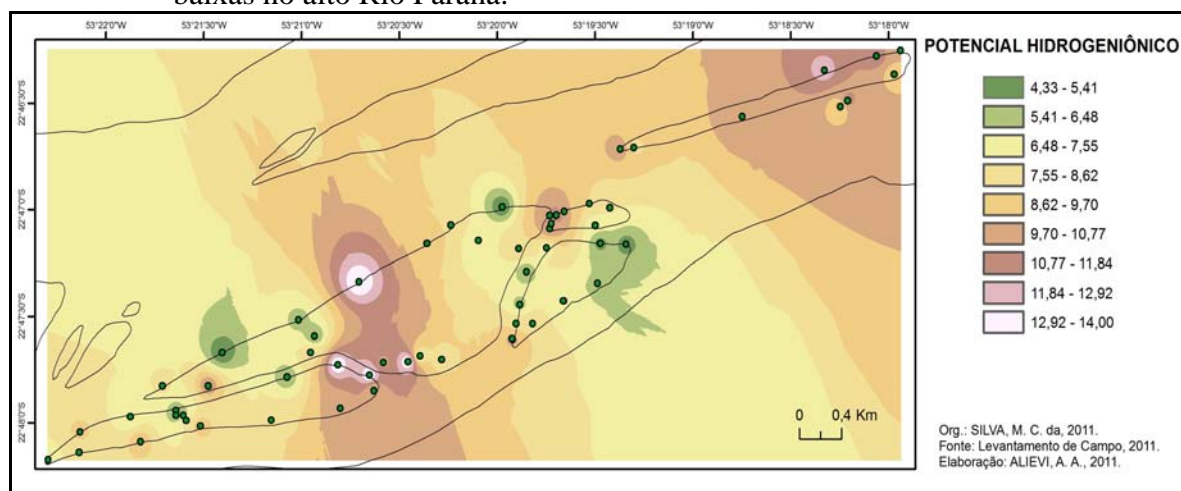
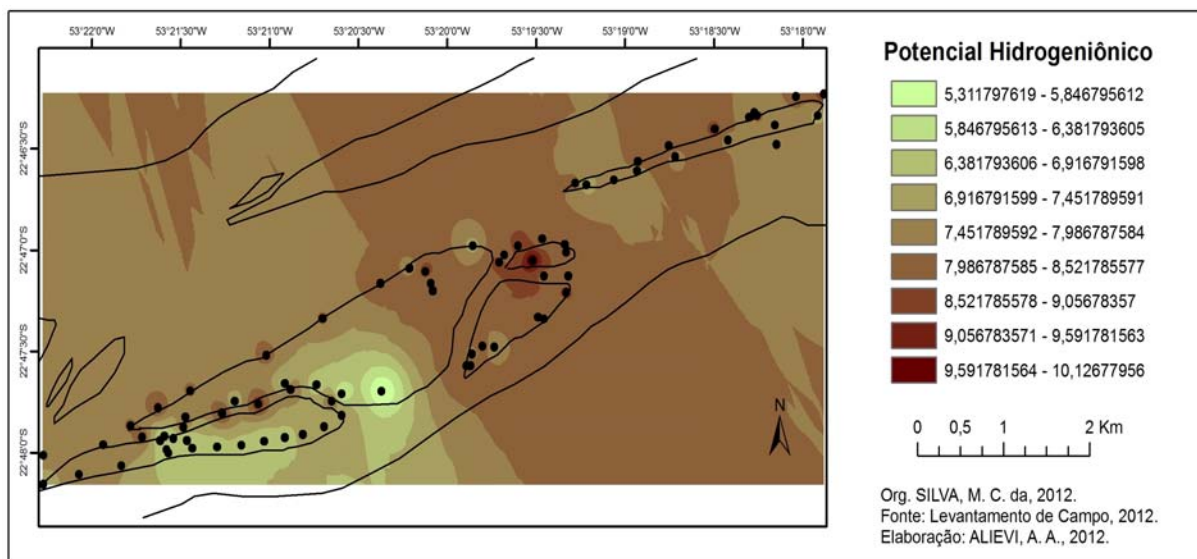


Figura 26 - Potencial Hidrogeniônico no Arquipélago Carioca da água no período de cheias no alto Rio Paraná.



6.2.3 Turbidez

A turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la, uma vez que esta redução dá-se por absorção e espalhamento, pois as partículas são maiores que a luz branca e isso ocorre devido a presença de sólidos em suspensão, como partículas inorgânicas (silte, areia, argila) e detritos orgânicos.

Fatores que podem ocasionar o aumento dos sólidos em suspensão, relacionam-se a erosão do solo e das margens dos rios em épocas chuvosas devido mau uso. Os esgotos domésticos e diversos efluentes industriais, também podem ocasionar alterações no ecossistema aquático.

As alterações no sistema aquático ocorrem pois o aumento da turbidez reduz processos de fotossíntese da vegetação enraizada submersa e também de algas, que pode suprimir o desenvolvimento e produtividade dos peixes e interferir na habilidade de se nutrir e na fuga de predadores.

Os valores de turbidez são expressos em Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT) – miligramas por litro em sílica e foi analisada pelo turbidímetro presente no aparelho multiparâmetro Horiba. A turbidez é encontrada em quase todas águas de superfície em valores elevados (até 2.000 mg/L de SiO₂).

As figuras 27 e 28 e gráfico 9 mostram as variações da turbidez das amostras coletadas em período de águas baixas e período de cheias. Durante águas baixas a amostra 53 teve o maior valor para turbidez (457 UNT) e os menores valores 0 e 0,52 UNT (amostras 1 e 52 respectivamente). Para o período de cheias a amostra 75 (3,52 UNT) e amostra 140 (445 UNT) nas Ilhas Carioca e Praia da Carioca, respectivamente. Variando entre 3,52 à 457 UNT os valores das referidas coletas, algumas mostram –se acima do VMP (até 100 UNT) para águas superficiais de classe 3 (CONAMA, 357). A média de valores foi de 131,77 UNT um pouco acima do VMP.

Gráfico 09 - Valores referentes a turbidez – período águas baixas e cheias no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná.

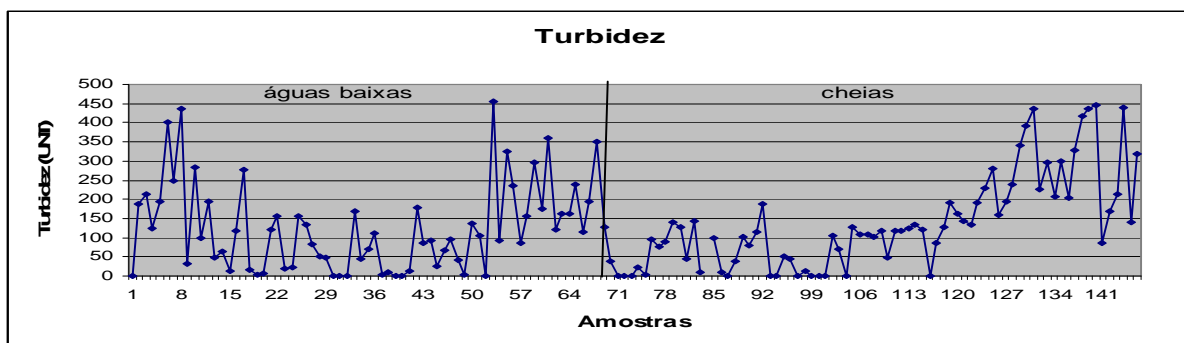


Figura 27 - Variação dos valores referentes a turbidez das amostras do período de águas baixas no Arquipélago Carioca.

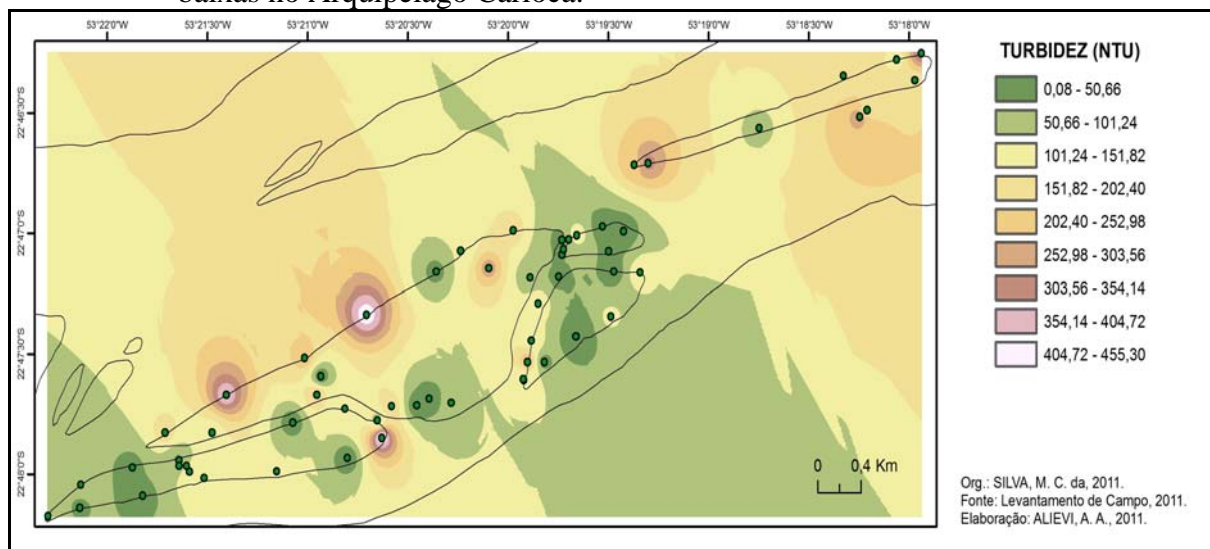
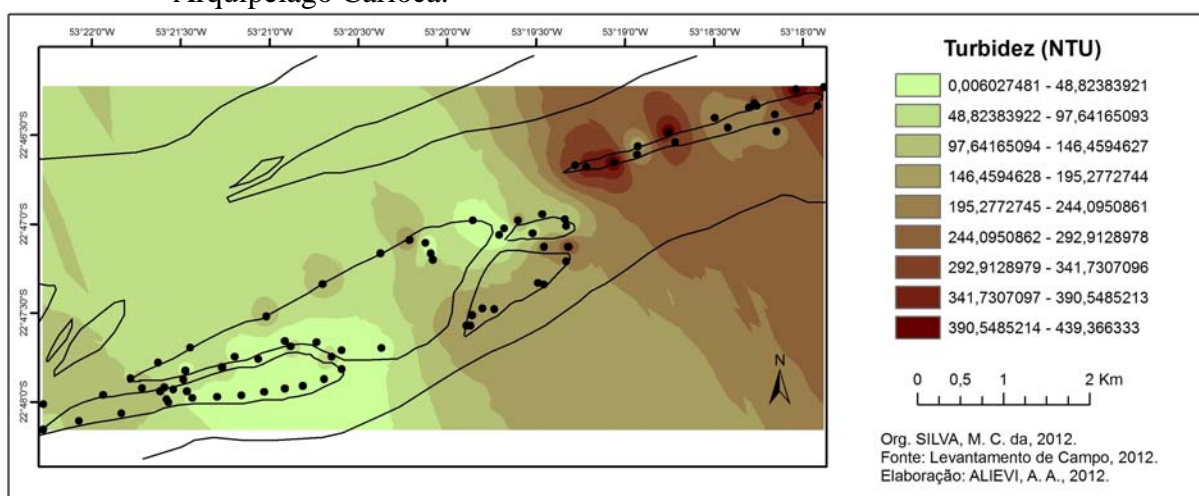


Figura 28 - Variação dos valores referentes a turbidez das amostras de período de cheias no Arquipélago Carioca.



6.2.4 Oxigênio Dissolvido

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) corresponde à quantidade de oxigênio necessária para a oxidação da matéria orgânica biodegradável sob condições aeróbicas. Esta unidade de medida avalia a quantidade de oxigênio dissolvido (OD) em miligramas (mg equivalente a quantidade que será consumida pelos organismos aeróbicos ao degradar a matéria orgânica). É um parâmetro importante para determinar a carga orgânica de efluentes e avaliar a poluição da água, pois indica presença de atividade bacteriológica.

Os valores de OD são expressos em mg/L e em águas naturais de superfície os valores não devem ser menores que 4,0 mg/L (CONAMA, 2005).

As figuras 29 e 30 e gráfico 10 mostram a variação dos índices de oxigênio dissolvido (OD) nas amostras coletadas para esta pesquisa. Durante período de águas baixas a amostra 20 com valor de 5,43 mg/L representa o valor mínimo, enquanto na Ilha Carioca a amostra 5 com valor de 15,02 mg/L na Ilha Chapéu Velho nas proximidades de vegetação na água representa o máximo. Os valores se encontram dentro daqueles permitidos. No período de cheias os valores se encontram entre 12,05 mg/L na amostra 70 na Ilha Carioca e 35,14 mg/L na amostra 94 – Ilha das Pombas. Ao avaliar o gráfico 10, verifica-se valores na média de 22,0 g/L durante este período.

Gráfico 10 - Variáveis de oxigênio dissolvido no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná, no período de águas baixas e de cheias.

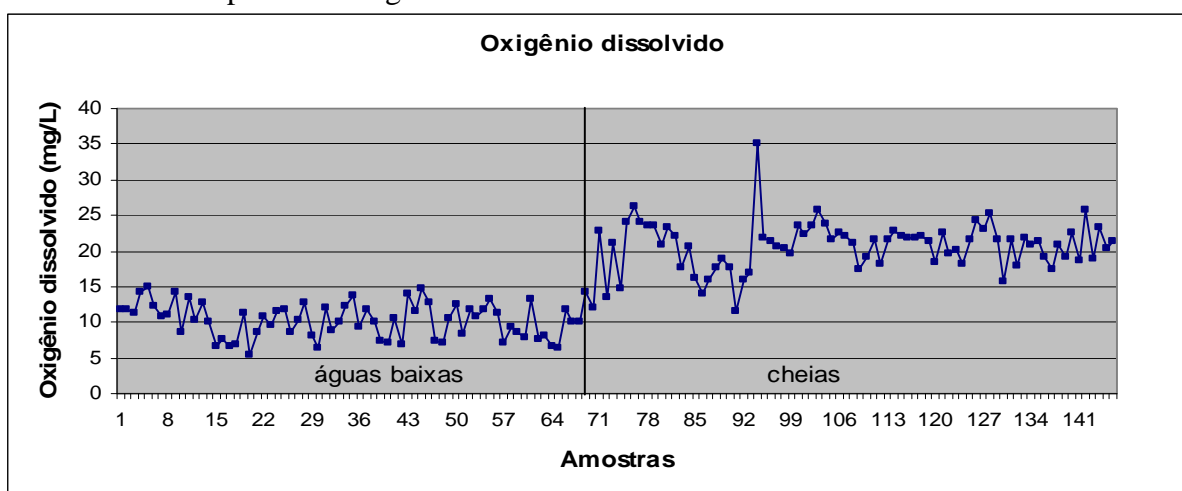


Figura 29 - Variação dos níveis de demanda de oxigênio presente – período águas baixas no Arquipélago Carioca.

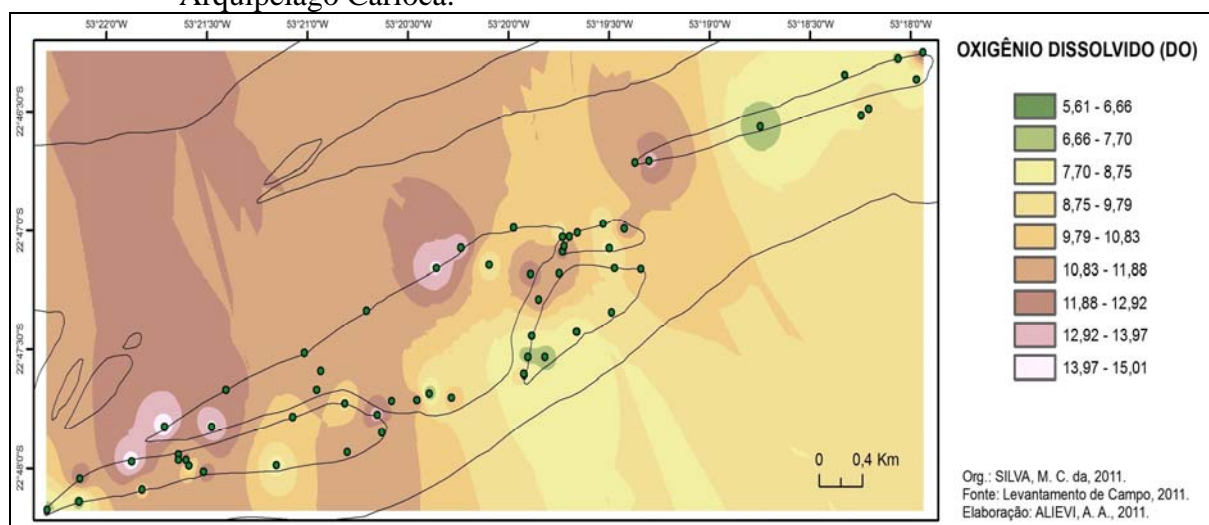
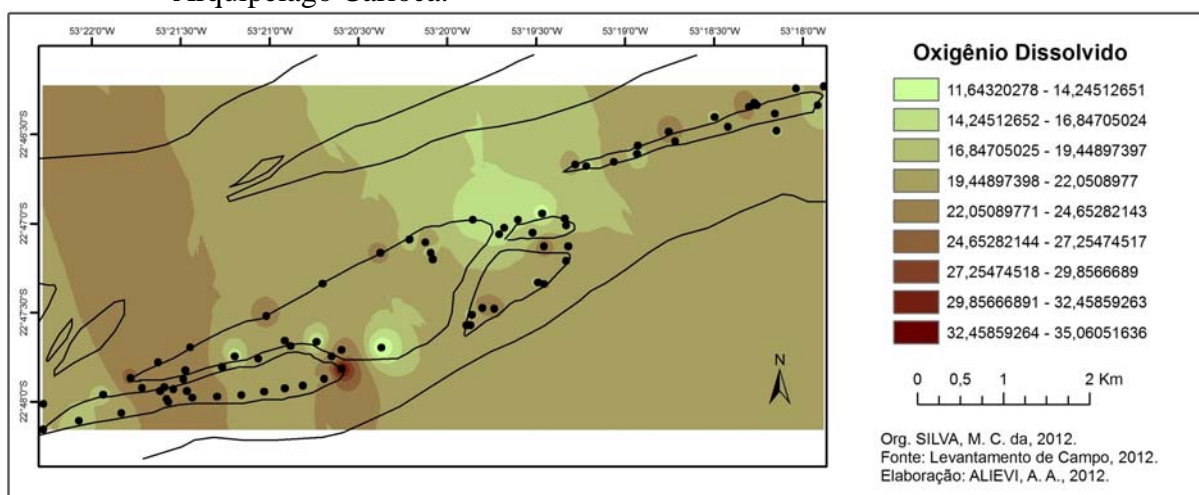


Figura 30 - Variação dos níveis de demanda de oxigênio presente – período de cheias no Arquipélago Carioca.



6.2.5 Sólidos Totais Dissolvidos (STD)

É considerado a soma de todos os constituintes minerais presentes na água. Valores altos alteram muito a qualidade da água, tornando – a imprópria para o consumo. Certas indústrias necessitam de águas com baixo valor de STD e conforme a região é necessário usar o processo de destilação para se trabalhar ela. Segundo o padrão de potabilidade da OMS uma água boa para consumo deve ter no máximo de 500 mg/L de sólidos totais dissolvidos.

Para as amostras coletadas durante período de águas baixas o maior valor foi para a amostra 03 (Ilha Carioca) com 0,040 mg/L e durante período de cheias de 0,039 mg/L. Entre os dois períodos conforme Figuras 31 e 32 e Gráfico 11, a variação foi mínima e se encontram dentro dos padrões de potabilidade.

Gráfico 11 - Distribuição das variáveis de sólidos totais dissolvidos no Arquipélago Carioca, Alto Rio Paraná.

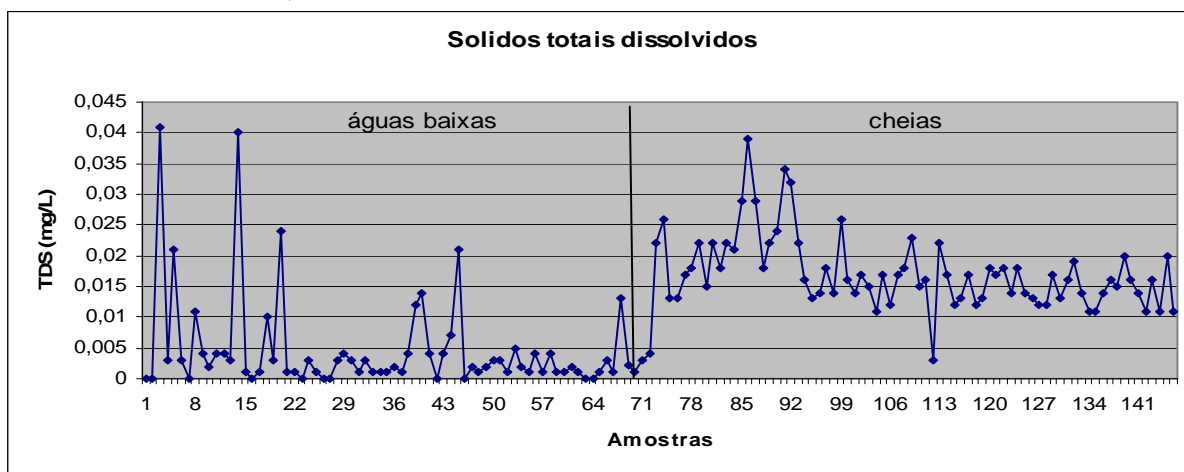


Figura 31 - Distribuição dos valores dos sólidos totais dissolvidos em período de águas baixas no Arquipélago Carioca- Alto Rio Paraná.

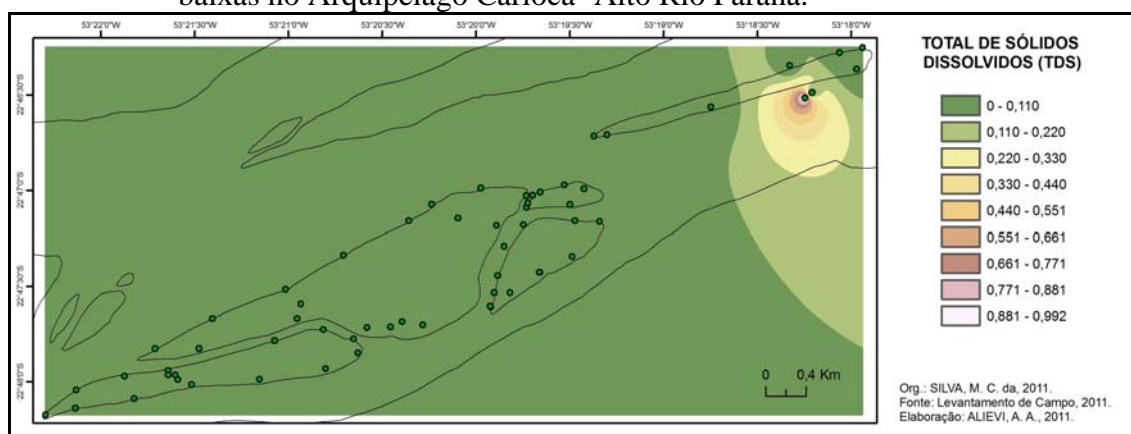
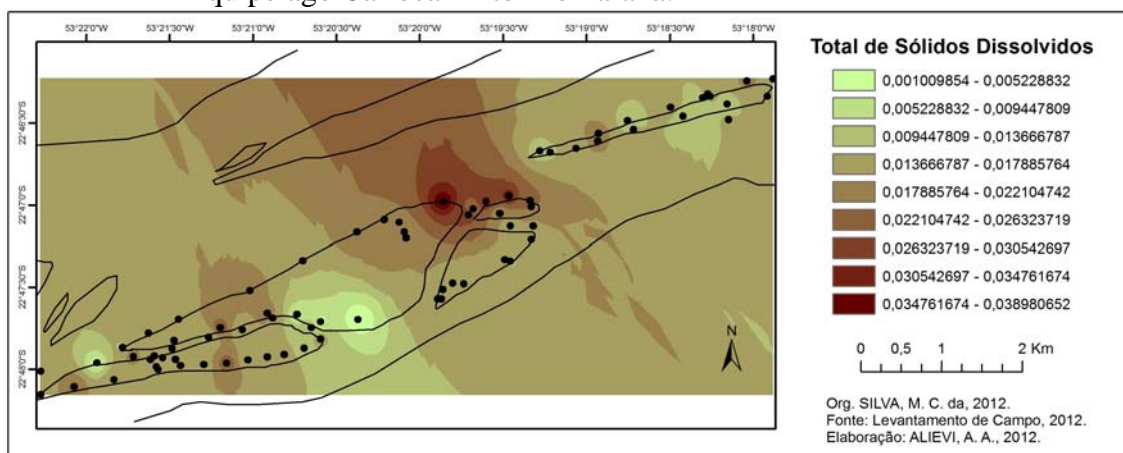


Figura 32 - Distribuição dos valores dos sólidos totais dissolvidos em período de cheias no Arquipélago Carioca- Alto Rio Paraná.



6.3 ANÁLISE DAS DISTRIBUIÇÕES DAS CONCENTRAÇÕES HIDROGEOQUÍMICAS.

A espacialização da hidrogeoquímica de águas superficiais parte da investigação das suas características que podem variar conforme a área estudada, sendo influenciada por litologia, solo, variação sazonal, vazão de água e, por fim, interferência antrópica (SziKszay, 1973).

Szikszay (1973) em seus estudos sobre composição de elementos químicos em águas superficiais de parte da Bacia do Rio Paraná, descreveu um levantamento de 9 rios de regiões tropicais e subtropicais, avaliando a concentração e a dinâmica dos elementos químicos.

Zanetti (2009) em estudos no Alto Rio Paraná nas Ilhas Mutum e Porto Rico, apontou presenças de elementos químicos com valores acima do permitido para rios de classe 1 e 2 segundo a Resolução CONAMA 357/2005. Os elementos analisados foram correlacionados com os dados de internações do município de Porto Rico/PR.

A concentração, dinâmica e espacialização dos elementos químicos: Al, Cd, P, Cr, Ba, Zn, Pb, Ni, Mn, Fe, Co, Cu, Si, Mg, Ca, Sr, Na e K são observadas e discutidas nesta pesquisa juntamente com os dados de saúde, os resultados podem ser observados no Quadro 5 que mostram as variações hidrogeoquímicas.

Quadro 5 - Hidrogeoquímica das amostras no Arquipélago Carioca em período de águas baixas (amostras 1 a 68) e cheias (amostras 69 a 146) Fonte: Levantamento de Campo – 2011/2012.

| Amostras | Parâmetros Hidrogeoquímicos (mg/L) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|------------------------------------|-------|------|--------|-----------|-----------|------------|----------|----------|------|----------|----------|------------|----------|-----------|----------|-----------|------------|
| Resolução | Si | Mg | Ca | Sr | Zn | Pb | Ni | Mn | Fe | Na | K | Al | Cd | P | Cr | Ba | Co | Cu |
| | Não | Não | Não | Não | 0,18 mg/L | 0,01 mg/L | 0,025 mg/L | 0,1 mg/L | 0,3 mg/L | Não | 0,1 mg/L | 0,1 mg/L | 0,001 mg/L | 0,1 mg/L | 0,05 mg/L | 0,7 mg/L | 0,05 mg/L | 0,005 mg/L |
| 1 | 2,36 | 1,08 | 2,82 | 0,0192 | 0,0288 | 0,0004 | N.D. | 0,0038 | 0,0676 | 2,19 | 1,01 | 0,0700 | N.D. | 0,0055 | N.D. | 0,0173 | <0,0002 | 0,0007* |
| 2 | 0,687 | 1,33 | 3,55 | 0,024 | 0,0284 | 0,0004 | 0,0006 | 0,0049 | 0,0927 | 2,97 | 1,38 | 0,1466 | N.D. | 0,0226 | 0,0004 | 0,0232 | <0,0002 | 0,0019 |
| 3 | 0,0908 | 2,18 | 5,6 | 0,0382 | 0,0339 | 0,0002 | N.D. | 0,0051 | 0,0289 | 4,59 | 2,23 | 0,1420 | N.D. | 0,0030 | N.D. | 0,0334 | <0,0002 | 0,002 |
| 4 | 1,35 | 0,875 | 2,28 | 0,0151 | 0,0233 | 0,0003 | N.D. | 0,0029 | 0,0487 | 1,82 | 0,86 | 0,0500 | N.D. | 0,0071 | N.D. | 0,0154 | <0,0002 | 0,0016 |
| 5 | 2,41 | 1,03 | 2,68 | 0,0183 | 0,0111 | 0,0002 | 0,0007 | 0,0032 | 0,0517 | 2,18 | 1,07 | 0,0616 | N.D. | 0,0066 | N.D. | 0,0180 | <0,0002 | 0,0021 |
| 6 | 2,57 | 0,855 | 2,28 | 0,0155 | 0,0087 | 0,0003 | 0,0007 | 0,0030 | 0,0513 | 1,88 | 0,95 | N.D. | N.D. | 0,0066 | N.D. | 0,0148 | <0,0002 | 0,0015 |
| 7 | 4,46 | 1,61 | 4,25 | 0,0285 | 0,0207 | 0,0006 | 0,0007 | 0,0105 | 0,3092 | 3,59 | 1,76 | 0,295 | N.D. | 0,0154 | 0,0013 | 0,0262 | <0,0002 | 0,0018 |
| 8 | ND | 1,19 | 3,26 | 0,0217 | 0,0391 | 0,0004 | N.D. | 0,0034 | 0,0352 | 2,85 | 1,22 | N.D. | 0,0022 | 0,0027 | N.D. | 0,0192 | <0,0002 | 0,0023 |
| 9 | 1,78 | 1,95 | 4,06 | 0,0299 | 0,0019 | N.D. | N.D. | 0,0001 | 0,0003 | 4,8 | 2,37 | N.D. | N.D. | 0,0015 | 0,0001 | 0,0225 | <0,0002 | 0,0009 |
| 10 | 0,22 | 0,715 | 2,03 | 0,0128 | 0,0174 | 0,0003 | N.D. | 0,0045 | 0,0598 | 2,08 | 0,73 | 0,046 | N.D. | 0,0113 | N.D. | 0,0134 | <0,0002 | 0,0018 |
| 11 | 2,05 | 1,57 | 4,03 | 0,0285 | 0,0150 | 0,0003 | N.D. | 0,0038 | 0,0712 | 2,98 | 1,55 | 0,089 | N.D. | 0,0083 | N.D. | 0,0238 | <0,0002 | 0,0016 |
| 12 | 4,01 | 1,37 | 3,66 | 0,0248 | 0,0221 | 0,0003 | N.D. | 0,0034 | 0,0600 | 3,03 | 1,51 | 0,0941 | N.D. | 0,0074 | N.D. | 0,0213 | <0,0002 | 0,0013 |
| 13 | 0,0508 | 1,62 | 4,42 | 0,0294 | 0,0322 | 0,0006 | 0,0009 | 0,0048 | 0,0765 | 3,89 | 1,67 | 0,0600 | N.D. | 0,0170 | N.D. | 0,0254 | <0,0002 | 0,0025 |
| 14 | 0,763 | 0,934 | 2,62 | 0,0168 | 0,0179 | 0,0003 | N.D. | 0,0051 | 0,0619 | 2,43 | 1,01 | N.D. | 0,0003 | 0,0790 | N.D. | 0,0166 | <0,0002 | 0,0017 |
| 15 | 0,401 | 1,93 | 5,19 | 0,0344 | 0,0287 | 0,0004 | 0,0001 | 0,0258 | 0,3448 | 4,14 | 2 | 0,6987 | 0,0004 | 0,0185 | 0,0004 | 0,0318 | <0,0002 | 0,0018 |
| 16 | 0,869 | 0,852 | 2,33 | 0,0148 | 0,0117 | 0,0002 | N.D. | 0,0026 | 0,0437 | 1,77 | 0,88 | 0,0508 | N.D. | 0,0058 | N.D. | 0,0138 | <0,0002 | 0,0021 |
| 17 | 0,969 | 1,15 | 3,08 | 0,0203 | 0,0144 | 0,0067 | 0,0015 | 0,0045 | 0,0685 | 2,6 | 1,21 | 0,0883 | 0,0003 | 0,0119 | N.D. | 0,0183 | <0,0002 | 0,0029 |
| 18 | 0,0175 | 1,02 | 2,83 | 0,0184 | 0,0249 | 0,0043 | 0,0007 | 0,0042 | 0,0526 | 2,2 | 0,99 | 0,119 | N.D. | 0,0080 | N.D. | 0,0170 | <0,0002 | 0,0025 |
| 19 | 4,01 | 1,04 | 2,67 | 0,0178 | 0,0032 | N.D. | 0,0006 | 0,0006 | 0,0031 | 2,28 | 1,07 | 0,003 | N.D. | N.D. | N.D. | 0,0139 | <0,0002 | 0,0006 |
| 20 | 0,27 | 1,73 | 4,1 | 0,0275 | 0,0208 | 0,0027 | 0,0010 | 0,0197 | 0,1482 | 3,37 | 2,01 | 0,0822 | N.D. | 0,0123 | N.D. | 0,0265 | <0,0002 | 0,0021 |
| 21 | 2,84 | 1,05 | 2,82 | 0,0183 | 0,0093 | 0,0034 | 0,0010 | 0,0030 | 0,0505 | 2,17 | 1,05 | 0,0545 | 0,0003 | 0,0088 | N.D. | 0,0165 | <0,0002 | 0,0015 |
| 22 | 4,45 | 1,5 | 3,98 | 0,0263 | 0,0118 | 0,0014 | N.D. | 0,0044 | 0,1119 | 3,07 | 1,52 | 0,0464 | N.D. | 0,0048 | N.D. | 0,0238 | <0,0002 | 0,0015 |
| 23 | 0,308 | 1,29 | 3,49 | 0,0228 | 0,0145 | 0,0007 | 0,0007 | 0,0049 | 0,0675 | 2,97 | 1,27 | 0,1100 | N.D. | 0,0110 | N.D. | 0,0183 | <0,0002 | 0,0013 |
| 24 | 4,12 | 1,3 | 3,45 | 0,0225 | 0,0140 | 0,0023 | N.D. | 0,0038 | 0,0713 | 2,74 | 1,39 | N.D. | N.D. | 0,0052 | N.D. | 0,0176 | <0,0002 | 0,0013 |
| 25 | 4,23 | 1,34 | 3,66 | 0,0237 | 0,0137 | 0,0077 | 0,0013 | 0,0040 | 0,0768 | 3 | 1,47 | 0,0910 | N.D. | 0,0061 | N.D. | 0,0197 | <0,0002 | 0,0018 |
| 26 | 0,163 | 1,17 | 3,2 | 0,0201 | 0,0129 | 0,0061 | 0,0009 | 0,0069 | 0,1011 | 2,5 | 1,05 | 0,0453 | N.D. | 0,0075 | N.D. | 0,0173 | <0,0002 | 0,0012 |
| 27 | 3,26 | 1,07 | 4,84 | 0,0194 | 0,0241 | 0,0016 | N.D. | 0,0031 | 0,0616 | 2,1 | 1,11 | 0,0391 | N.D. | 0,0066 | N.D. | 0,0176 | <0,0002 | 0,0002* |
| 28 | 0,553 | 0,605 | 1,72 | 0,0108 | 0,0100 | 0,0176 | 0,0008 | 0,0028 | 0,0350 | 1,5 | 0,64 | N.D. | 0,0008 | 0,0068 | N.D. | 0,0107 | <0,0002 | 0,003 |
| 29 | 1,38 | 0,972 | 2,71 | 0,0174 | 0,0104 | 0,0131 | 0,0006 | 0,0034 | 0,0485 | 2,34 | 1,04 | 0,0516 | 0,0005 | 0,0079 | N.D. | 0,0160 | <0,0002 | 0,0019 |
| 30 | 3,58 | 1,13 | 2,81 | 0,0204 | 0,0092 | 0,0013 | N.D. | 0,0029 | 0,0421 | 2,41 | 1,22 | 0,0349 | N.D. | 0,0112 | N.D. | 0,0174 | <0,0002 | 0,0016 |
| 31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32 | 3,84 | 1,28 | 3,28 | 0,0235 | 0,0157 | 0,0051 | 0,0006 | 0,0041 | 0,0561 | 2,99 | 1,36 | 0,06300 | N.D. | 0,0059 | N.D. | 0,0194 | <0,0002 | 0,0021 |
| 33 | 4,55 | 1,42 | 3,66 | 0,026 | 0,0125 | 0,0184 | 0,0007 | 0,0044 | 0,0644 | 2,92 | 1,57 | 0,08960 | 0,0006 | 0,0081 | N.D. | 0,0180 | <0,0002 | 0,0021* |
| 34 | 4,72 | 1,77 | 4,5 | 0,0325 | 0,0132 | 0,0066 | 0,0011 | 0,0055 | 0,0682 | 3,68 | 1,89 | 0,06640 | N.D. | 0,0070 | N.D. | 0,0298 | <0,0002 | 0,0024* |
| 35 | ND | 0,617 | 1,54 | 0,0105 | 0,0130 | 0,0027 | N.D. | 0,0025 | 0,0174 | 1,44 | 0,57 | 0,01030 | N.D. | N.D. | N.D. | 0,0111 | <0,0002 | 0,0013 |
| 36 | ND | 1,35 | 3,41 | 0,0234 | 0,0275 | 0,0018 | N.D. | 0,0046 | 0,0121 | 2,85 | 1,31 | 0,00320 | N.D. | N.D. | N.D. | 0,0218 | <0,0002 | 0,0011 |
| 37 | 6,46 | 1,71 | 4,18 | 0,0292 | 0,0342 | 0,0041 | N.D. | 0,0121 | 0,2417 | 3,17 | 1,68 | 0,12120 | N.D. | 0,0087 | 0,0007 | 0,0270 | <0,0002 | 0,0014 |
| 38 | 3,82 | 1,5 | 3,67 | 0,0253 | 0,0190 | 0,0159 | 0,0024 | 0,0059 | 0,1220 | 2,84 | 1,49 | N.D. | 0,0004 | 0,0082 | N.D. | 0,0226 | <0,0002 | 0,0024* |
| 39 | ND | 2,02 | 5,04 | 0,0246 | 0,0249 | 0,0014 | N.D. | 0,0051 | 0,0232 | 3,95 | 1,96 | 0,01550 | N.D. | N.D. | N.D. | 0,0308 | <0,0002 | 0,0044 |
| 40 | 0,274 | 1,08 | 3,08 | 0,0204 | 0,0121 | 0,0032 | N.D. | 0,0035 | 0,0647 | 2,38 | 1,19 | 0,08750 | N.D. | 0,0085 | N.D. | 0,0198 | <0,0002 | 0,0013 |
| 41 | 5,43 | 1,62 | 4,02 | 0,0281 | 0,0111 | 0,0037 | 0,0005 | 0,0092 | 0,1597 | 3,12 | 1,81 | 0,10510 | N.D. | 0,0080 | N.D. | 0,0237 | <0,0002 | 0,0022 |
| 42 | 0,57 | 1,89 | 4,17 | 0,0283 | 0,0169 | 0,0028 | 0,0005 | 0,0054 | 0,0968 | 3,09 | 1,61 | 0,07910 | N.D. | 0,0522 | N.D. | 0,0192 | <0,0002 | 0,0022 |
| 43 | 4,09 | 1,23 | 3,1 | 0,0219 | 0,0252 | 0,0014 | N.D. | 0,0085 | 0,1135 | 2,42 | 1,27 | 0,06530 | N.D. | 0,0059 | N.D. | 0,0188 | <0,0002 | 0,0014 |
| 44 | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| 45 | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| 46 | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| 47 | 0,412 | 1,9 | 4,68 | 0,0325 | 0,0158 | 0,0027 | N.D. | 0,0076 | 0,0645 | 3,47 | 1,83 | 0,0328 | N.D. | N.D. | N.D. | 0,0246 | <0,0002 | 0,0012 |
| 48 | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| 49 | 0,489 | 1,49 | 3,76 | 0,0258 | 0,0192 | 0,0040 | 0,0007 | 0,0042 | 0,0789 | 2,89 | 1,44 | 0,0722 | N.D. | 0,0253 | N.D. | 0,0198 | <0,0002 | 0,0021 |
| 50 | ND | 1,4 | 3,48 | 0,0239 | 0,0109 | 0,0026 | N.D. | 0,0041 | 0,0892 | 2,69 | 1,33 | 0,0620 | N.D. | 0,0040 | N.D. | 0,0191 | <0,0002 | 0,0017 |
| 51 | 6,03 | 1,82 | 4,58 | 0,0314 | 0,0152 | 0,0028 | 0,0006 | 0,0050 | 0,0893 | 3,73 | 1,82 | 0,0528 | N.D. | 0,0061 | N.D. | 0,0230 | <0,0002 | 0,0017 |
| 52 | 4,31 | 1,34 | 3,37 | 0,0227 | 0,0129 | 0,0038 | 0,0006 | 0,0039 | 0,0784 | 2,8 | 1,42 | 0,0483 | N.D. | 0,0204 | N.D. | 0,0171 | <0,0002 | 0,0024 |
| 53 | 3,23 | 0,985 | 2,47 | 0,0171 | 0,0094 | 0,0017 | N.D. | 0,0024 | 0,0465 | 2,12 | 0,99 | 0,0391 | N.D. | 0,0036 | N.D. | 0,0125 | <0,0002 | 0,0016 |
| 54 | 5,85 | 1,8 | 4,56 | 0,0316 | 0,0506 | 0,0886 | 0,0025 | 0,0054 | 0,0730 | 3,62 | 1,82 | 0,0871 | 0,008 | N.D. | N.D. | 0,0210 | <0,0002 | 0,0195 |
| 55 | 4,31 | 1,24 | 3,3 | 0,0238 | 0,0062 | 0,0048 | 0,0005 | 0,0037 | 0,0687 | 2,85 | 1,48 | N.D. | N.D. | 0,0057 | N.D. | 0,0165 | <0,0002 | 0,0021 |
| 56 | 0,397 | 1,54 | 4,2 | 0,0299 | 0,0188 | | | | | | | | | | | | | |

Quadro 5 - Hidrogeoquímica das amostras no Arquipélago Carioca em período de águas baixas (amostras 1 a 68) e cheias (amostras 69 a 146)

| Amostras | Si | Mg | Ca | Sr | Zn | Pb | Ni | Mn | Fe | Na | K | Al | Cd | P | Cr | Ba | Co | Cu |
|-----------|------|-------|------|--------|-----------|-----------|------------|----------|----------|------|----------|----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Resolução | Não | Não | Não | Não | 0,18 mg/L | 0,01 mg/L | 0,025 mg/L | 0,1 mg/L | 0,3 mg/L | Não | 0,1 mg/L | 0,1 mg/L | 0,001 mg/L | 0,1 mg/L | 0,05 mg/L | 0,7 mg/L | 0,05 mg/L | 0,009 mg/L |
| 77 | 4,42 | 1,35 | 3,32 | 0,0244 | 0,012 | 0,006 | 0,0009 | 0,0041 | 0,0777 | 3,23 | 1,7 | 0,0260 | 0,0005 | 0,0078 | 0,0004 | 0,0236 | <0,0002 | 0,0036 |
| 78 | 2,76 | 0,865 | 2,14 | 0,0156 | 0,010 | 0,006 | N.D. | 0,0032 | 0,0577 | 2,2 | 1,04 | 0,0228 | 0,0004 | 0,0044 | 0,0004 | 0,0161 | <0,0002 | 0,0023 |
| 79 | 2,5 | 0,723 | 1,82 | 0,0132 | 0,010 | 0,005 | N.D. | 0,0031 | 0,0561 | 1,9 | 0,92 | 0,0322 | não disponível | não disponível | não disponível | não disponível | não disponível | não disponível |
| 80 | 3,84 | 1,13 | 2,76 | 0,0204 | 0,092 | 0,004 | N.D. | 0,0031 | 0,0582 | 2,65 | 1,38 | 0,0210 | N.D. | 0,0035 | N.D. | 0,0187 | <0,0002 | 0,0023* |
| 81 | 3,08 | 0,914 | 2,29 | 0,0163 | 0,008 | 0,008 | N.D. | 0,0032 | 0,0543 | 2,18 | 1,12 | N.D. | 0,0005 | 0,0040 | 0,0003 | 0,0159 | <0,0002 | 0,0014 |
| 82 | 3,26 | 1 | 2,48 | 0,0181 | 0,001 | 0,004 | N.D. | 0,0063 | 0,0948 | 2,46 | 1,21 | N.D. | 0,0003 | 0,0054 | 0,0004 | 0,0181 | <0,0002 | 0,0016 |
| 83 | 4,68 | 1,4 | 3,39 | 0,0248 | 0,014 | 0,002 | N.D. | 0,0044 | 0,0801 | 3,26 | 1,64 | N.D. | N.D. | 0,0051 | N.D. | 0,0219 | <0,0002 | 0,0011* |
| 84 | 5,43 | 1,65 | 4,03 | 0,0292 | 0,023 | 0,004 | N.D. | 0,0062 | 0,0963 | 3,84 | 1,89 | N.D. | N.D. | 0,0068 | N.D. | 0,0276 | <0,0002 | 0,0025 |
| 85 | 5,16 | 1,55 | 3,8 | 0,0278 | 0,016 | 0,001 | 0,0006 | 0,0072 | 0,1373 | 3,63 | 1,77 | 0,0652 | N.D. | N.D. | 0,0026 | 0,0275 | <0,0002 | 0,0021 |
| 86 | 5,5 | 1,59 | 3,97 | 0,0288 | 0,015 | 0,002 | N.D. | 0,0043 | 0,0751 | 3,62 | 1,91 | 0,0309 | N.D. | N.D. | N.D. | 0,0268 | <0,0002 | 0,0014 |
| 87 | 3,53 | 1,06 | 2,59 | 0,0188 | 0,010 | 0,011 | N.D. | 0,0065 | 0,0306 | 2,34 | 1,19 | 0,0383 | 0,0005 | 0,0215 | N.D. | 0,0198 | <0,0002 | 0,0016 |
| 88 | 4,16 | 1,22 | 3 | 0,0214 | 0,014 | 0,005 | N.D. | 0,0036 | 0,0531 | 2,71 | 1,44 | 0,0276 | N.D. | 0,0025 | N.D. | 0,0214 | <0,0002 | 0,0019 |
| 89 | 4,3 | 1,3 | 3,24 | 0,0234 | 0,012 | 0,011 | 0,0006 | 0,0040 | 0,0682 | 3,09 | 1,48 | 0,0499 | 0,0155 | N.D. | 0,0005 | 0,0235 | 0,0003* | 0,0022* |
| 90 | 5,53 | 1,68 | 4,21 | 0,0299 | 0,012 | 0,003 | 0,0007 | 0,0052 | 0,0694 | 4,13 | 1,94 | 0,0253 | N.D. | 0,0059 | N.D. | 0,0250 | 0,0006* | 0,0017* |
| 91 | 5,18 | 1,56 | 3,87 | 0,0277 | 0,012 | 0,008 | N.D. | 0,0060 | 0,1004 | 3,71 | 1,83 | 0,0646 | N.D. | N.D. | 0,0006 | 0,0281 | <0,0002 | 0,0031* |
| 92 | 3,27 | 0,948 | 2,35 | 0,0168 | 0,010 | 0,062 | N.D. | 0,0032 | 0,0443 | 2,27 | 1,17 | 0,0247 | 0,0051 | 0,0016 | N.D. | 0,0178 | <0,0002 | 0,0015 |
| 93 | 5,47 | 1,65 | 4 | 0,0293 | 0,011 | 0,011 | 0,0005 | 0,0050 | 0,0708 | 3,94 | 1,93 | 0,0389 | 0,0057 | 0,0048 | 0,0009 | 0,0227 | <0,0002 | 0,0010 |
| 94 | 3,16 | 0,975 | 2,39 | 0,0167 | 0,009 | 0,004 | N.D. | 0,0030 | 0,0525 | 2,18 | 1,09 | 0,0276 | N.D. | 0,0021 | N.D. | 0,0146 | <0,0002 | 0,0013 |
| 95 | 4,91 | 1,46 | 3,62 | 0,0254 | 0,017 | 0,003 | 0,0009 | 0,0043 | 0,0594 | 3,35 | 1,77 | 0,0228 | N.D. | 0,0056 | N.D. | 0,0191 | <0,0002 | 0,002 |
| 96 | 4,12 | 1,22 | 2,97 | 0,0213 | 0,010 | 0,001 | N.D. | 0,0034 | 0,0525 | 2,77 | 1,4 | 0,0186 | N.D. | N.D. | N.D. | 0,0168 | <0,0002 | 0,0012 |
| 97 | 3,5 | 1,06 | 2,59 | 0,0183 | 0,009 | 0,003 | N.D. | 0,0030 | 0,0446 | 2,33 | 1,17 | 0,0199 | N.D. | 0,0007 | 0,0007 | 0,0148 | <0,0002 | 0,0013 |
| 98 | 4,14 | 1,17 | 2,85 | 0,0204 | 0,009 | 0,002 | 0,0001 | 0,0031 | 0,0481 | 2,6 | 1,36 | 0,0134 | N.D. | 0,0006 | N.D. | 0,0153 | <0,0002 | 0,0025 |
| 99 | 5,24 | 1,6 | 3,84 | 0,0272 | 0,011 | 0,002 | 0,0005 | 0,0045 | 0,0627 | 3,46 | 1,73 | 0,0238 | N.D. | N.D. | N.D. | 0,0199 | 0,0006* | 0,0016 |
| 100 | 4,98 | 1,5 | 3,56 | 0,0257 | 0,010 | 0,008 | N.D. | 0,0044 | 0,0671 | 3,14 | 1,64 | 0,0315 | N.D. | 0,0013 | N.D. | 0,0237 | 0,0007* | 0,0017* |
| 101 | 3,74 | 1,09 | 2,7 | 0,0191 | 0,010 | 0,002 | N.D. | 0,0037 | 0,0429 | 2,31 | 1,35 | 0,0367 | 0,0002 | 0,0015 | N.D. | 0,0222 | <0,0002 | 0,0019 |
| 102 | 5,69 | 1,64 | 3,99 | 0,0282 | 0,019 | 0,004 | N.D. | 0,0051 | 0,0616 | 3,31 | 1,86 | 0,0498 | 0,0003 | 0,0037 | N.D. | 0,0294 | <0,0002 | 0,0067* |
| 103 | 3,42 | 0,961 | 2,31 | 0,0162 | 0,020 | 0,004 | N.D. | 0,0185 | 0,1774 | 2,07 | 1,24 | 0,0791 | N.D. | 0,0079 | N.D. | 0,0204 | <0,0002 | 0,0025 |
| 104 | 3,27 | 0,989 | 2,42 | 0,0171 | 0,013 | 0,004 | N.D. | 0,0042 | 0,0475 | 2,18 | 1,13 | 0,0283 | 0,0004 | 0,0019 | 0,0003 | 0,0188 | <0,0002 | 0,0022 |
| 105 | 5,49 | 1,65 | 4,02 | 0,0283 | 0,014 | 0,003 | 0,0006 | 0,0180 | 0,2279 | 3,36 | 1,88 | 0,0609 | N.D. | 0,2858 | N.D. | 0,0315 | <0,0002 | 0,0022 |
| 106 | 3,54 | 1,01 | 2,46 | 0,0174 | 0,007 | 0,002 | N.D. | 0,0040 | 0,0683 | 2,08 | 1,17 | 0,0770 | N.D. | 0,0058 | N.D. | 0,0185 | <0,0002 | 0,0012 |
| 107 | 5,73 | 1,73 | 4,53 | 0,0296 | 0,012 | 0,002 | N.D. | 0,0048 | 0,0703 | 3,49 | 1,92 | 0,1481 | N.D. | 0,0077 | N.D. | 0,0283 | <0,0002 | 0,0015 |
| 108 | 5,79 | 1,72 | 4,21 | 0,0297 | 0,013 | 0,004 | 0,0009 | 0,0049 | 0,0713 | 3,53 | 1,9 | 0,0605 | N.D. | 0,0067 | 0,0004 | 0,0263 | <0,0002 | 0,0019 |
| 109 | 5,44 | 1,64 | 4,08 | 0,0287 | 0,014 | 0,003 | 0,0006 | 0,0046 | 0,0712 | 3,37 | 1,91 | 0,0724 | N.D. | 0,0077 | 0,0003 | 0,0277 | <0,0002 | 0,0018* |
| 110 | 5,12 | 1,59 | 3,86 | 0,0272 | 0,013 | 0,004 | N.D. | 0,0042 | 0,0689 | 3,3 | 1,83 | 0,0548 | N.D. | 0,0087 | N.D. | 0,0279 | <0,0002 | 0,0022 |
| 111 | 4,94 | 1,5 | 3,75 | 0,026 | 0,019 | 0,005 | 0,0008 | 0,0052 | 0,0673 | 3,19 | 1,74 | 0,0735 | 0,0004 | 0,0087 | 0,0010 | 0,0259 | <0,0002 | 0,0031 |
| 112 | 3,01 | 0,889 | 2,32 | 0,0157 | 0,017 | 0,002 | N.D. | 0,0030 | 0,0344 | 2,25 | 1,16 | 0,0206 | N.D. | 0,0046 | N.D. | 0,0152 | <0,0002 | 0,0028 |
| 113 | 4,01 | 1,22 | 2,97 | 0,0209 | 0,011 | 0,003 | N.D. | 0,0037 | 0,0575 | 2,49 | 1,39 | 0,0436 | N.D. | 0,0470 | N.D. | 0,0214 | <0,0002 | 0,0015* |
| 114 | 4,06 | 1,23 | 3,08 | 0,0216 | 0,012 | 0,002 | N.D. | 0,0037 | 0,0545 | 2,6 | 1,46 | 0,0382 | N.D. | 0,0055 | N.D. | 0,0204 | <0,0002 | 0,0016 |
| 115 | 4,3 | 1,25 | 3,1 | 0,0217 | 0,012 | 0,003 | N.D. | 0,0033 | 0,0456 | 2,61 | 1,51 | N.D. | N.D. | 0,0046 | N.D. | 0,0200 | <0,0002 | 0,0017* |
| 116 | 4,34 | 1,35 | 3,31 | 0,0232 | 0,012 | 0,002 | N.D. | 0,0040 | 0,0524 | 2,82 | 1,53 | 0,0330 | N.D. | 0,0051 | N.D. | 0,0209 | <0,0002 | 0,0015 |
| 117 | 5,11 | 1,56 | 3,85 | 0,027 | 0,012 | 0,003 | N.D. | 0,0040 | 0,0633 | 3,11 | 1,79 | 0,0376 | N.D. | 0,0070 | N.D. | 0,0233 | <0,0002 | 0,0012 |
| 118 | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| 119 | 5,96 | 1,79 | 4,44 | 0,0303 | 0,018 | 0,004 | N.D. | 0,0049 | 0,0678 | 3,66 | 2,01 | 0,0660 | N.D. | 0,0070 | N.D. | 0,0259 | <0,0002 | 0,0019 |
| 120 | 4,61 | 1,45 | 3,63 | 0,0249 | 0,018 | 0,003 | N.D. | 0,0051 | 0,0687 | 3,03 | 1,59 | 0,0437 | N.D. | 0,0062 | N.D. | 0,0221 | 0,0023 | 0,0038* |
| 121 | 5,5 | 1,63 | 4,03 | 0,0285 | 0,016 | 0,005 | 0,0015 | 0,0044 | 0,0670 | 3,55 | 1,86 | 0,0629 | N.D. | 0,0062 | 0,0003 | 0,0258 | <0,0002 | 0,0024* |
| 122 | 3,57 | 1,09 | 2,66 | 0,0184 | 0,009 | 0,005 | N.D. | 0,0034 | 0,0569 | 2,14 | 1,23 | 0,0344 | 0,0004 | 0,0045 | 0,0003 | 0,0159 | <0,0002 | 0,0014 |
| 123 | 3,73 | 1,12 | 2,73 | 0,0192 | 0,013 | 0,002 | N.D. | 0,0031 | 0,0451 | 2,26 | 1,24 | 0,0296 | N.D. | 0,0480 | N.D. | 0,0169 | <0,0002 | 0,001 |
| 124 | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| 125 | 4,57 | 1,35 | 3,26 | 0,023 | 0,010 | 0,002 | 0,0007 | 0,0065 | 0,0726 | 2,81 | 1,54 | 0,0505 | N.D. | 0,0580 | N.D. | 0,0218 | <0,0002 | 0,0013* |
| 126 | 4,3 | 1,28 | 3,18 | 0,022 | 0,011 | 0,003 | 0,0004 | 0,0068 | 0,0584 | 2,66 | 1,49 | 0,0398 | N.D. | 0,0450 | N.D. | 0,0190 | <0,0002 | 0,0014 |
| 127 | 3,74 | 1,18 | 2,92 | 0,0207 | 0,011 | 0,002 | N.D. | 0,0035 | 0,0490 | 2,43 | 1,33 | 0,0398 | N.D. | 0,0460 | N.D. | 0,0177 | <0,0002 | 0,0014* |
| 128 | 5,14 | 1,45 | 3,93 | 0,025 | 0,014 | 0,002 | N.D. | 0,0036 | 0,0507 | 3,26 | 1,8 | 0,0425 | N.D. | 0,0460 | N.D. | 0,0195 | <0,0002 | 0,0023* |
| 129 | 5,62 | 1,72 | 4,17 | 0,030 | 0,017 | 0,005 | 0,0005 | 0,0041 | 0,0706 | 3,52 | 1,96 | 0,0326 | 0,0003 | 0,1000 | N.D. | 0,0244 | <0,0002 | 0,0011 |
| 130 | 4,22 | 1,14 | 2,86 | 0,022 | 0,010 | 0,002 | N.D. | 0,0029 | 0,0469 | 2,99 | 1,63 | 0,0279 | N.D. | 0,0590 | N.D. | 0,0189 | <0,0002 | 0,0013 |
| 131 | 2,92 | 7,77 | 1,95 | 0,014 | 0,013 | 0,003 | 0,0004 | 0,0019 | 0,0304 | 2,02 | 1,1 | 0,0337 | 0,0003 | 0,0510 | N.D. | 0,0128 | <0,0002 | 0,0013 |
| 132 | 5,36 | 1,48 | 3,67 | 0,027 | 0,016 | 0,005 | 0,0006 | 0,0036 | 0,0632 | 3,5 | 1,93 | 0,0302 | N.D. | 0,0680 | N.D. | 0,0230 | <0,0002 | 0,0012 |
| 133 | 4,22 | 1,14 | 2,94 | 0,021 | 0,013 | 0,003 | N.D. | 0,0026 | 0,0565 | 2,59 | 1,48 | 0,0466 | N.D. | 0,0670 | N.D. | 0,0212 | 0,0003* | 0,002 |
| 134 | 3,95 | 1,04 | 2,66 | 0,019 | 0,016 | 0,006 | 0,0009 | 0,0024 | 0,0432 | 2,51 | 1,45 | 0,0476 | 0,0009 | N.D. | N.D. | 0,0194 | <0,0002 | 0,0022 |
| 135 | 4,11 | 1,07 | 2,84 | 0,020 | 0,010 | 0,002 | N.D. | 0,0028 | 0,0486 | 2,65 | 1,48 | N.D. | N.D. | 0,0450 | N.D. | 0,0196 | <0,0002 | 0,0010* |
| 136 | 4,06 | 1,07 | 2,71 | 0,020 | 0,012 | 0,003 | N.D. | 0,0026 | 0,0495 | 2,67 | 1,39 | 0,0421 | N.D. | 0,0500 | N.D. | 0,0197 | <0,0002 | 0,0019* |
| 137 | 5,83 | 1,53 | 4,10 | 0,028 | 0,014 | 0,003 | 0,0004 | 0,0032 | 0,0695 | 3,44 | 1,87 | 0,0268 | N.D. | 0,1080 | N.D. | 0,0273 | <0,0002 | 0,0016 |
| 138 | 4,31 | 1,11 | 2,78 | 0,021 | 0,012 | 0,002 | N.D. | 0,0028 | 0,0501 | 2,61 | 1,39 | N.D. | N.D. | 0,1150 | N.D. | 0,0220 | <0,0002 | 0,002 |
| 139 | 4,03 | 0,97 | 2,41 | 0,018 | 0,011 | 0,003 | N.D. | 0,0021 | 0,0413 | 2,36 | 1,3 | 0,0386 | N.D. | 0,0550 | N.D. | 0,0189 | <0,0002 | 0,0026* |
| 140 | 3,95 | 1,00 | 2,42 | 0,019 | 0,009 | 0,001 | N.D. | 0,0020 | 0,0467 | 2,23 | 1,23 | 0,0400 | N.D. | 0,0021 | N.D. | 0,0181 | <0,0002 | 0,0009* |
| 141 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

6.3.1 Sódio

O sódio em período de águas baixas no entorno do Arquipélago Carioca, encontra-se em concentrações médias de 2,99 mg/L, com mínima de 1,44 mg/L na Ilha 3 e máxima de 6,45 mg/L na Praia da Carioca (Gráfico 12). Durante período de cheias as concentrações variam entre 4,13 mg/L na Ilha 3 e 1,9 mg/L na Ilha Chapéu Velho com uma média de 2,82 mg/L (Figura 33). Para este elemento observa-se que ocorreram maiores concentrações em período de águas baixas (Figura 32), devido a baixa quantidade de água favorecendo maior concentração deste elemento. Neste período, observa-se que em locais como ressacos e ambientes com presença de plantas e galhos caídos, a concentração foi maior que o valor médio dos dois períodos.

Observando valores máximos e mínimos em pesquisas com sódio, Zanetti (2009) nas Ilhas Mutum e Porto Rico e Lagoa do Gavião no Alto Rio Paraná, verifica-se a concentração de 12,1 mg/L e 0,9 mg/L em período de cheias, sendo neste caso, os pulsos de inundação responsáveis pela maior concentração.

O sódio também foi objeto de estudos para Araújo (2006) que obteve valores entre 26,2 e 1,3 mg/L na Bacia do Ribeirão Lindóia em Londrina – PR, enquanto que Pires (2008) obteve concentrações de 78,73 mg/L em Itambaracá da Serra. Por outro lado Litch (2001), apresenta valor máximo de 1.244 mg/L e mínimo de 0,3 mg/L para águas superficiais do Paraná.

Os valores encontrados nas amostras desta pesquisa, podem considerados baixos assim como pesquisas anteriormente relatadas. O sódio não deve ser usado em excesso, pois pessoas hipertensas podem ter complicações e agravamento de doenças cardiovasculares. De acordo com a Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde o valor o VMP de sódio em água para consumo humano deve ser de 200mg/L.

A origem de sódio em águas superficiais pode ser também devido a atividades antrópicas, a partir do uso de agroquímicos, pois é um dos componentes da molécula de princípios ativos como pesticidas, herbicidas e fungicidas (Portaria nº10 do MS – Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária).

Gráfico 12 - Distribuição de sódio durante período de águas baixas e cheias no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná.

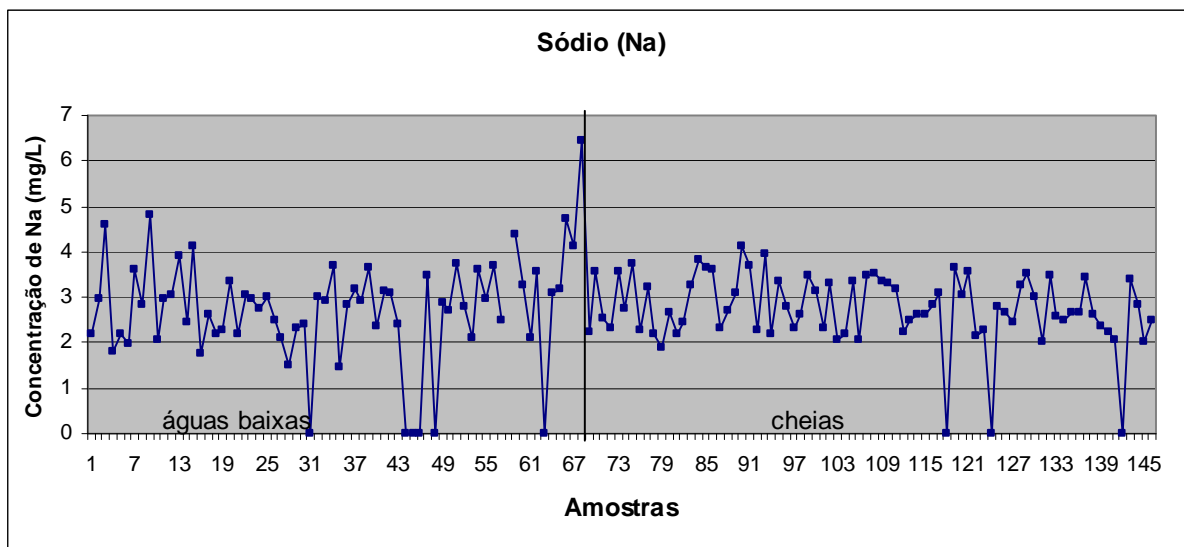


Figura 33 - Distribuição de sódio durante período de águas baixas no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná.

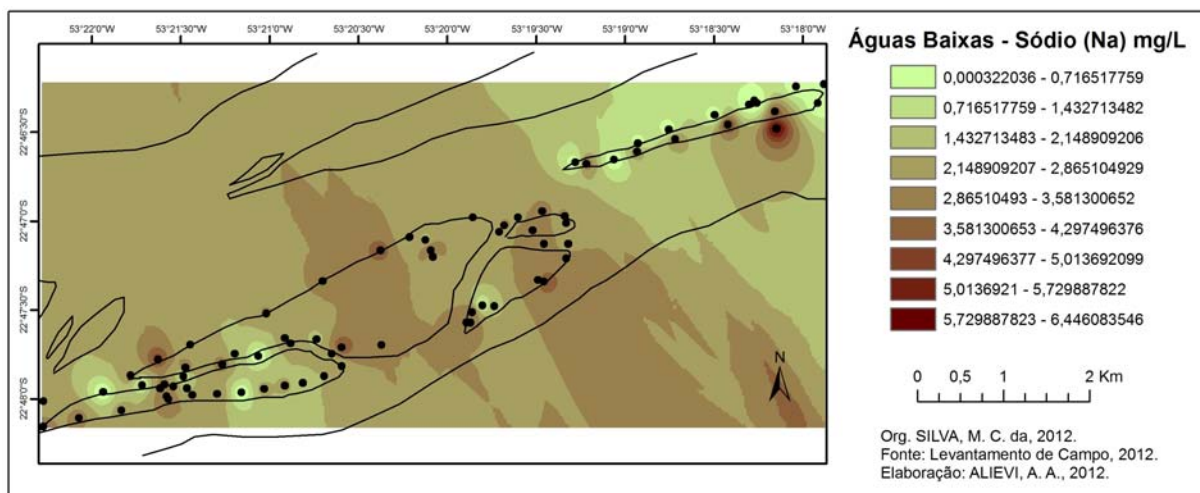
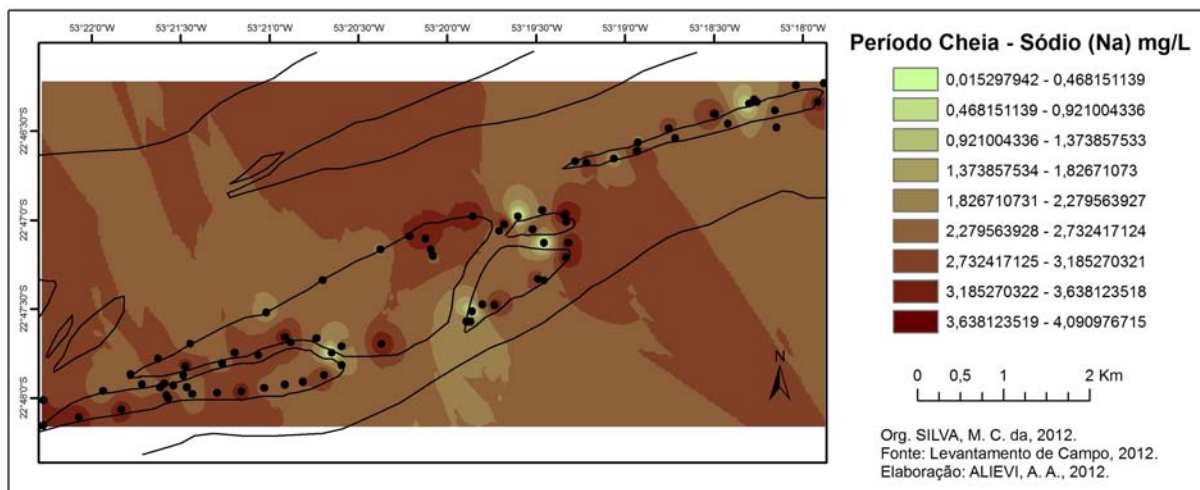


Figura 34 - Distribuição de sódio durante período de cheias no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná.



6.3.2 Potássio

As variações das concentrações de potássio (K) de todas as amostras analisadas se encontram no Gráfico 13. O valor mais elevado entre todas amostras é registrado na Praia da Carioca (3,47 mg/L). Em período de águas baixas as concentrações situaram – se entre valor máximo de 3,47 mg/L (amostra 68) na Praia da Carioca e 0,57 mg/L (amostra 35), com média de 1,46 mg/L durante período de águas baixas. No período de cheias, observa-se a média de 1,48 mg/L, sendo mínima a diferença do período de águas baixas. No período de cheias o valor máximo é de 2,01 mg/L (amostra 119) na Ilha Chapéu Velho e mínimo de 0,92 mg/L (amostra 79) na Ilha Carioca. Concentração mais elevadas prevalecem no período de águas baixas. Análises realizadas em amostras do Rio Caracu apresentaram valores de 10,1 mg/L (Zanetti, 2009), nas proximidades do Alto Rio Paraná.

A espacialização do elemento potássio apresentam-se nas figuras 35 e 36. Não existem leis, normas ou resoluções que defina valores de potássio na água. Pires (2008 citando SRC, 2006) assinala 20 mg/L em águas para consumo humano. O potássio em excesso pode causar diarreias, câimbras, paralisia muscular e fadiga (Combs Jr, 2005). No Estado do Paraná estudos demonstram valores elevados de K em águas superficiais como 77,26 mg/L no Distrito de Raul Marinho em Itambaracá (Pires, 2008) e o valor de 102,6 mg/L entre 693 amostras pesquisadas por Litch (2001).

As amostras de Araújo (2006), com valor médio de 1,5 mg/L e Zanetti (2009), com valor médio de 2,74 mg/L, assim como esta pesquisa, demonstram teores de K, e abaixo de 20 mg/L

Embora as concentrações de Potássio não se encontrem elevadas, sua presença não só pode ter origem natural, bem como através da lixiviação do solo contendo fertilizantes, é essencial no preparo de insumos agrícolas.

Gráfico 13 - Distribuição de potássio durante período de águas baixas e cheias no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná.

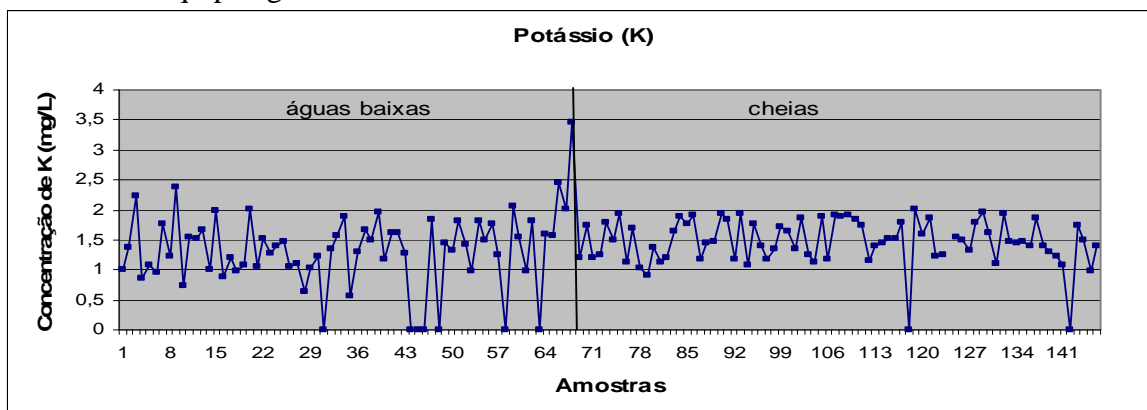


Figura.35 - Distribuição de potássio durante período de águas baixas no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná.

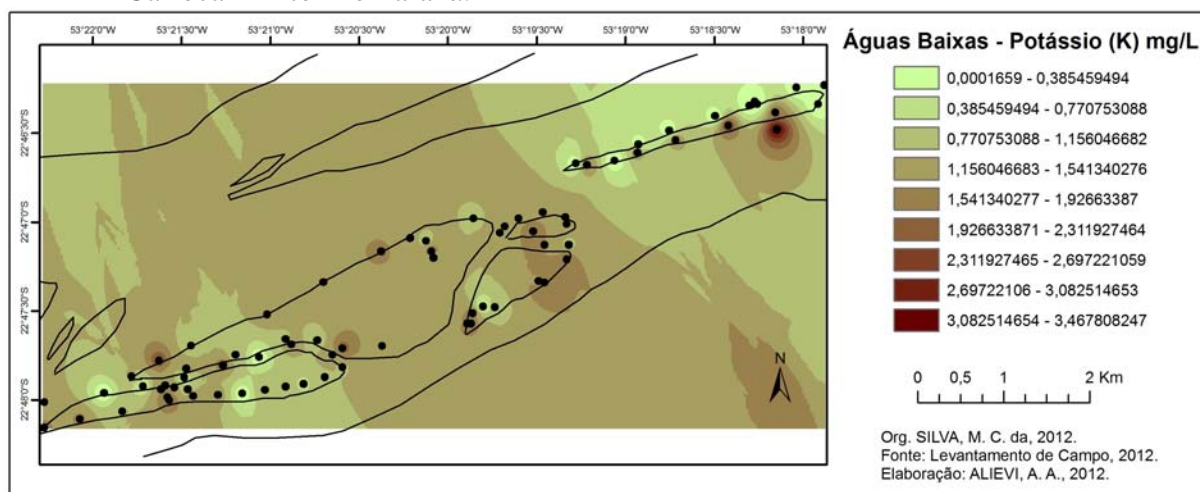
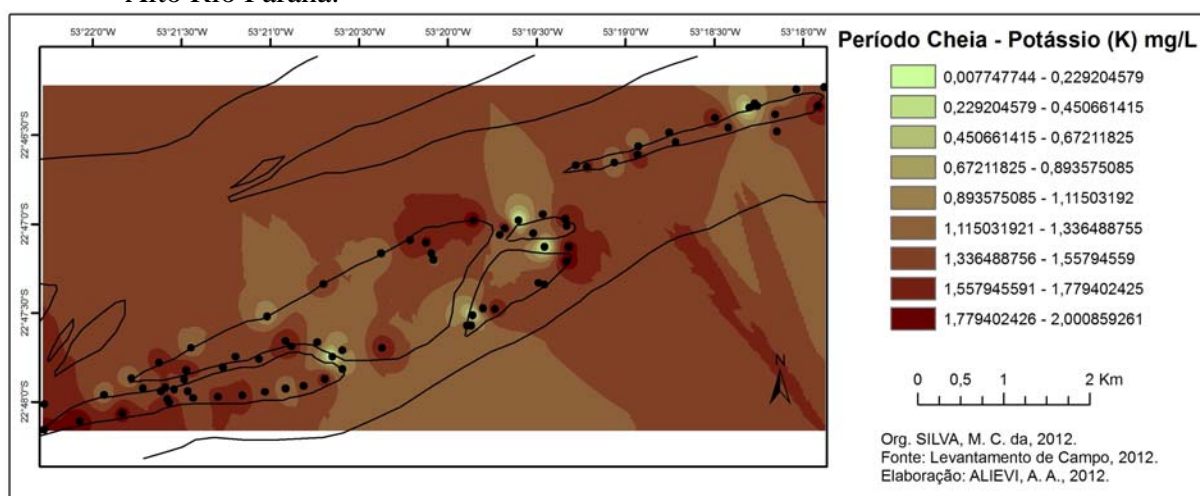


Figura.36 - Distribuição de potássio durante período de cheias no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná.



6.3.3 Silício

Os pontos amostrados demonstram valores de Silício, que variam entre 0,0175 mg/L e 6,45 mg/L durante os dois períodos. No período de águas baixas o valor mínimo de 0,0175 mg/L (amostra 18) na Ilha Chapéu Velho e máximo de 6,46 mg/L (amostra 37 – Ilha das Pombas) média de 2,33 mg/L (Figura 37). Durante o período de cheias (Figura 38), o valor máximo mostra-se um pouco inferior em relação ao período de águas baixas, 5,96 mg/L (amostra 119) e mínimo de 1,81 mg/L ambas na Ilha Chapéu Velho, com média de 4,30 mg/L. O gráfico 14 e figuras 37 e 38 demonstram a variação de concentrações em todas as amostras, onde observa-se um pico na amostra 37 em período de águas baixas, período esse com ampla variação de valores em relação ao período de cheias.

Gráfico 14 - Distribuição de Silício durante período de águas baixas e cheias no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná.

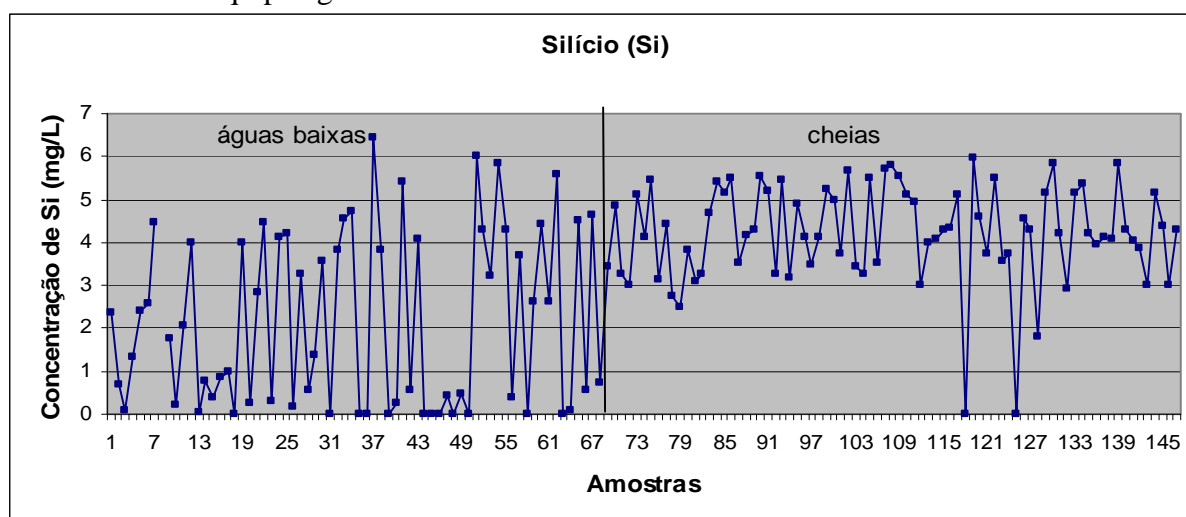


Figura 37 - Distribuição de silício durante período de águas baixas no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná.

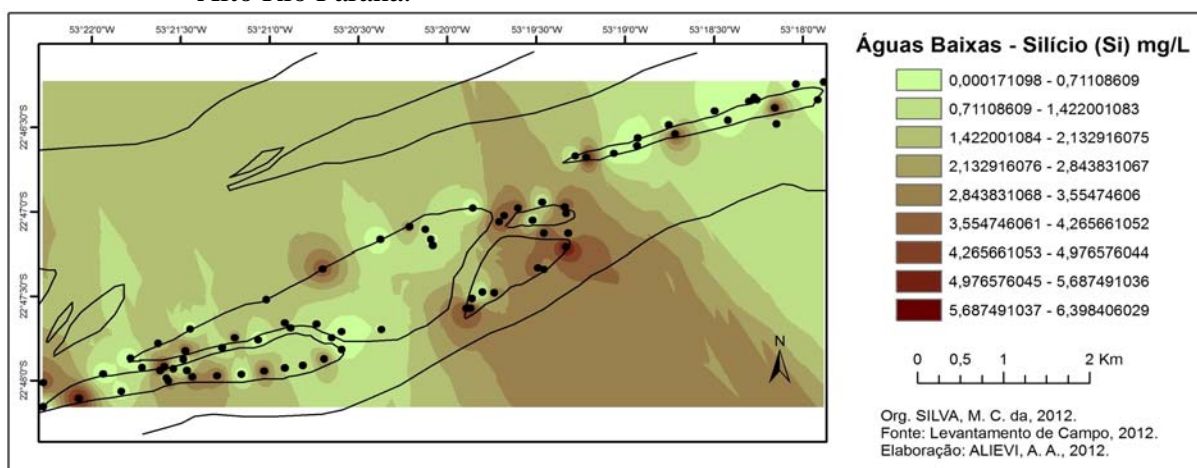
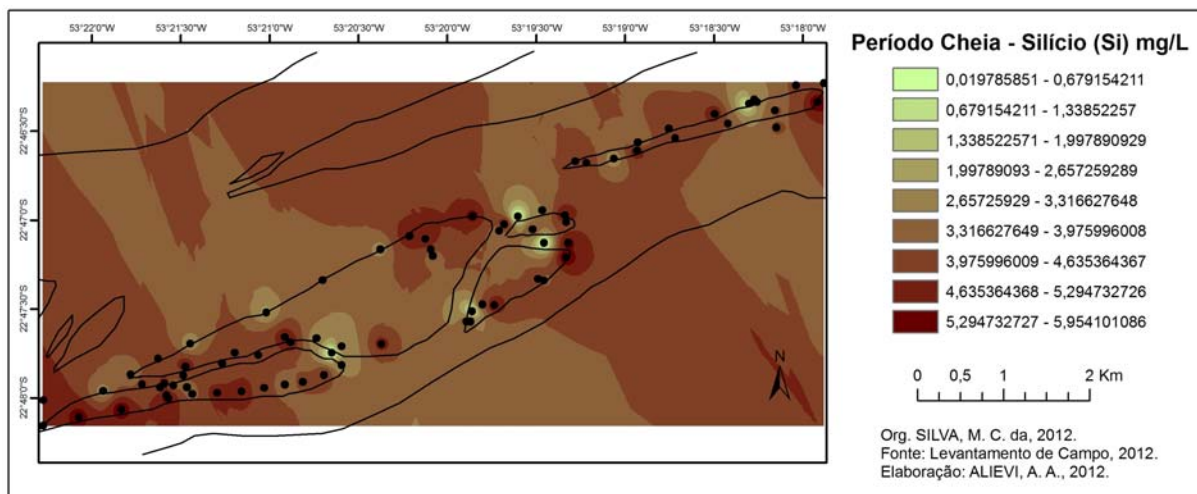


Figura 38 - Distribuição de silício durante período de cheias no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná.



Estudos desenvolvidos no Alto Rio Paraná (Zanetti, 2009) mostram uma variação entre 0,1 a 18,06 mg/L, sendo este último valor encontrado no Rio Caracu, margem do Rio Paraná. Não existe no Brasil, leis específicas para Silício em águas superficiais, e os valores desta pesquisa, estão abaixo de outros citados, não interferindo na área de estudo.

6.3.4 Magnésio

O gráfico 15 mostra a variação das concentrações de Magnésio nas amostras analisadas. A concentração média em período de águas baixas apresenta-se com valor de 1,38 mg/L, sendo que o valor máximo para o período foi de 2,81 mg/L (amostra 68) – Praia da Carioca e o valor mínimo de 0,605 mg/L na Ilha 23 (Figura 39). No período de cheias o ponto de maior concentração (1,79 mg/L) foi na amostra 119 da Ilha das Pombas e o mínimo de (0,57 mg/L) na amostra 126 na Ilha Chapéu Velho (Figura 40). Observa-se que o período de cheias apresentou uma média de concentração menor (1,26 mg/L), sendo este elemento influenciado pelo aumento do volume de chuvas.

A Legislação prevê níveis máximos de 200 mg/L de Magnésio em águas superficiais. Baixos níveis de concentrações de magnésio em águas superficiais foram encontrados por Litch (2001) em 694 amostras analisadas (0,18 a 159,3 mg/L) e Zanetti (2009) no Alto Rio Paraná entre 0,002 a 2,71 mg/L. As baixas concentrações podem relacionar-se a atividades agrícolas, solos ácidos e baixa incidência de calcário (Araújo, 2006).

Gráfico 15 - Distribuição de magnésio durante período de águas baixas e cheias no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná.

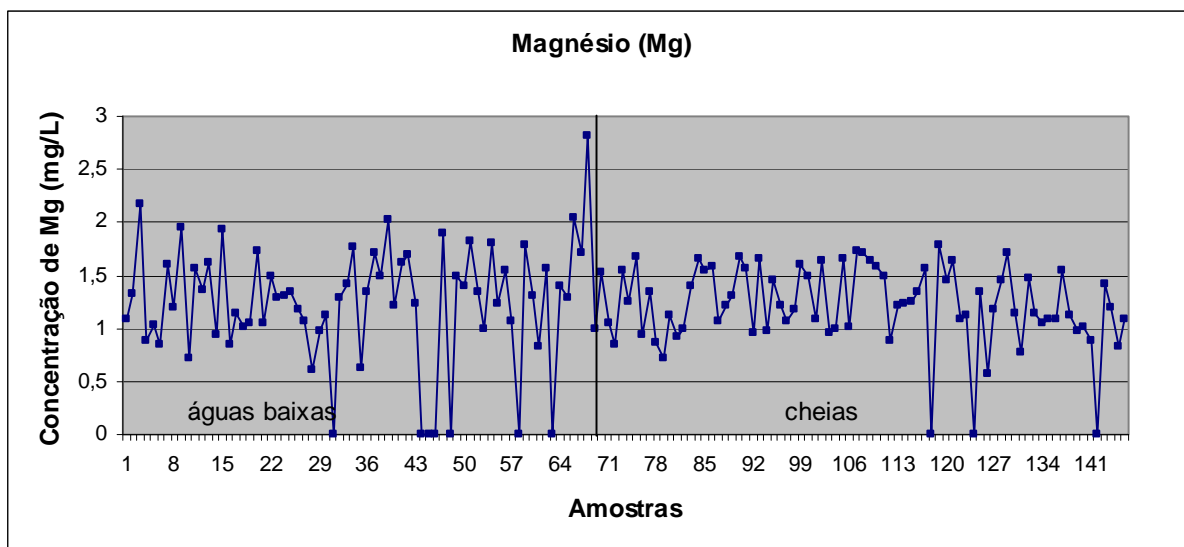


Figura 39 - Distribuição de magnésio durante período de águas baixas no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná.

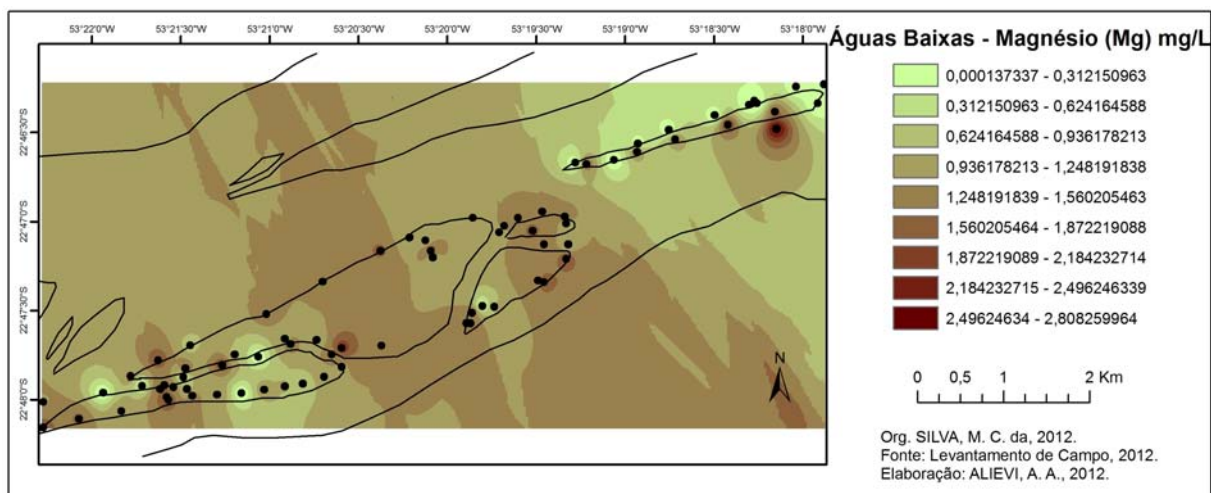
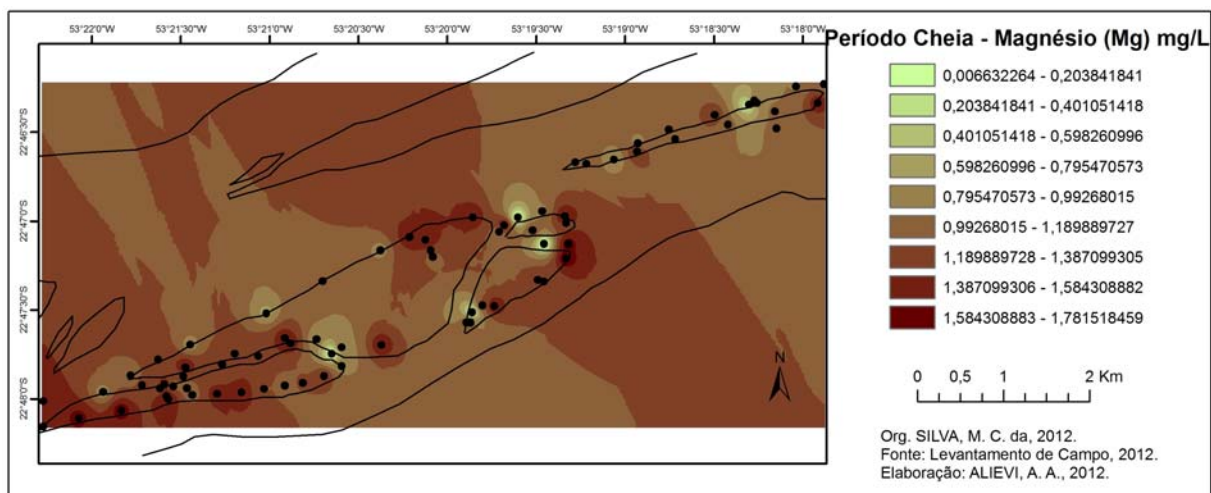


Figura 40 - Distribuição de magnésio durante período de cheias no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná.



6.3.5 Cálcio

Na área de estudo, os níveis de cálcio encontram-se com valor médio de 3,62 mg/L em período de águas baixas. A concentração máxima neste período foi na Praia da Carioca com valor de 7,53 mg/L (amostra 68) e mínima de 1,54 mg/L na Ilha 3 (amostra 35). Durante o período de cheias, os níveis de concentração máxima e mínima foram 4,53 e 1,82 mg/L, respectivamente, nas Ilhas das Pombas e Chapéu Velho. A concentração média durante o período de cheias foi 3,12 mg/L.

As variações das concentrações de cálcio se apresentam nas Figuras 41, 42 e Gráfico 16.

A Resolução CONAMA 357 não propõe uma concentração específica para águas superficiais. A tolerância no organismo humano varia entre 800 a 1.200 mg/L. Amostras de estudos realizados no Paraná, mostram concentrações mínimas de 0,07 mg/L em águas do Alto Rio Paraná nas proximidades das Ilhas Mutum e Porto Rico (Zanetti, 2009).

Gráfico 16 - Distribuição de cálcio durante período de águas baixas e cheias no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná.

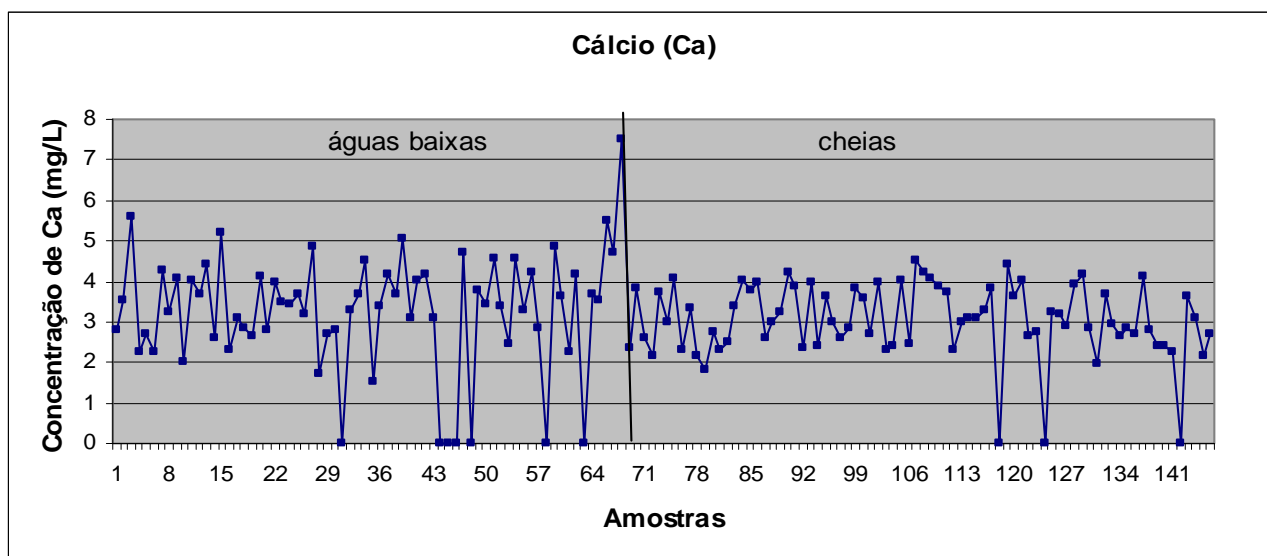


Figura 41 - Distribuição de cálcio durante período de águas baixas no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná.

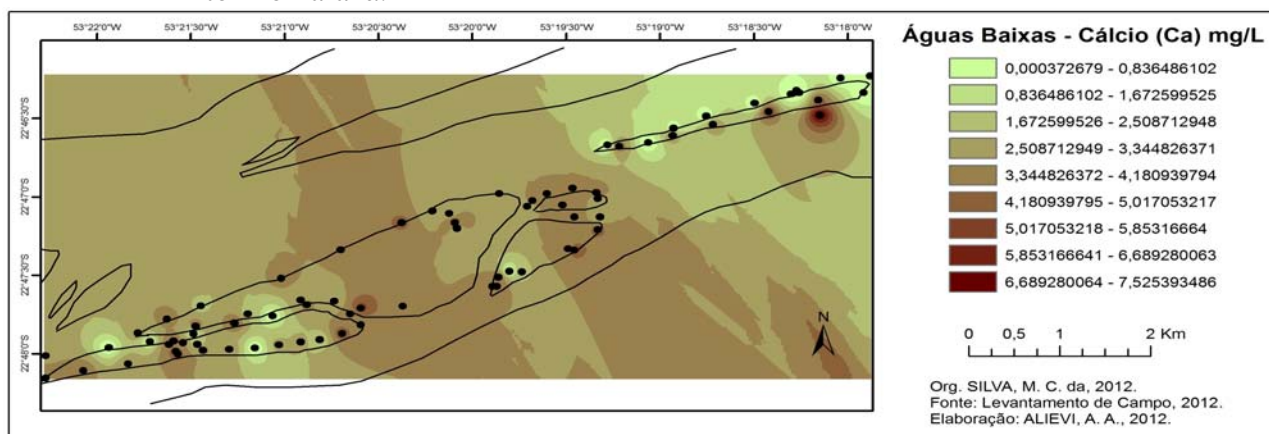
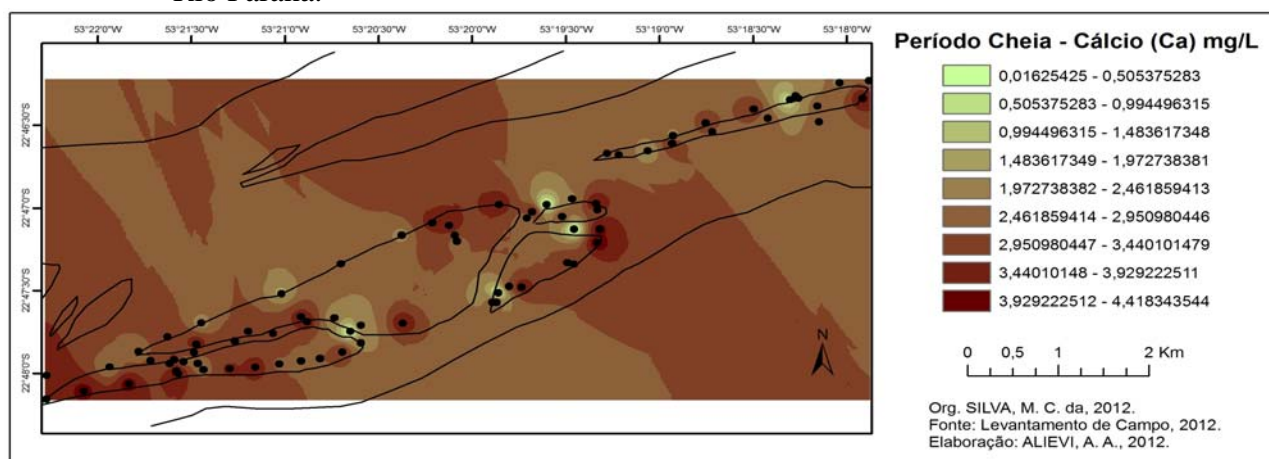


Figura 42 - Distribuição de cálcio durante período de cheias no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná.



6.3.6 Estrôncio

O gráfico 17 mostra a distribuição de estrôncio total em todas amostras analisadas. Em período de águas baixas o nível médio é de 0,0246 mg/L, sendo a amostra mais concentrada encontrada na Ilha Praia da Carioca (amostra 68) com 0,0541 mg/L e menos concentrada com 0,0105 mg/L (amostra 35) na Ilha 3 conforme figura 43. Em período de cheias a média de concentração foi de 0,0226 mg/L nas amostras analisadas, sendo a mais concentrada com 0,0303 mg/L (amostras 119) e menor concentração com valor de 0,013 (amostras 79) , ambas na Ilha Chapéu Velho (figura 44).

Gráfico 17 - Distribuição de estrôncio durante período de águas baixas e cheias no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná.

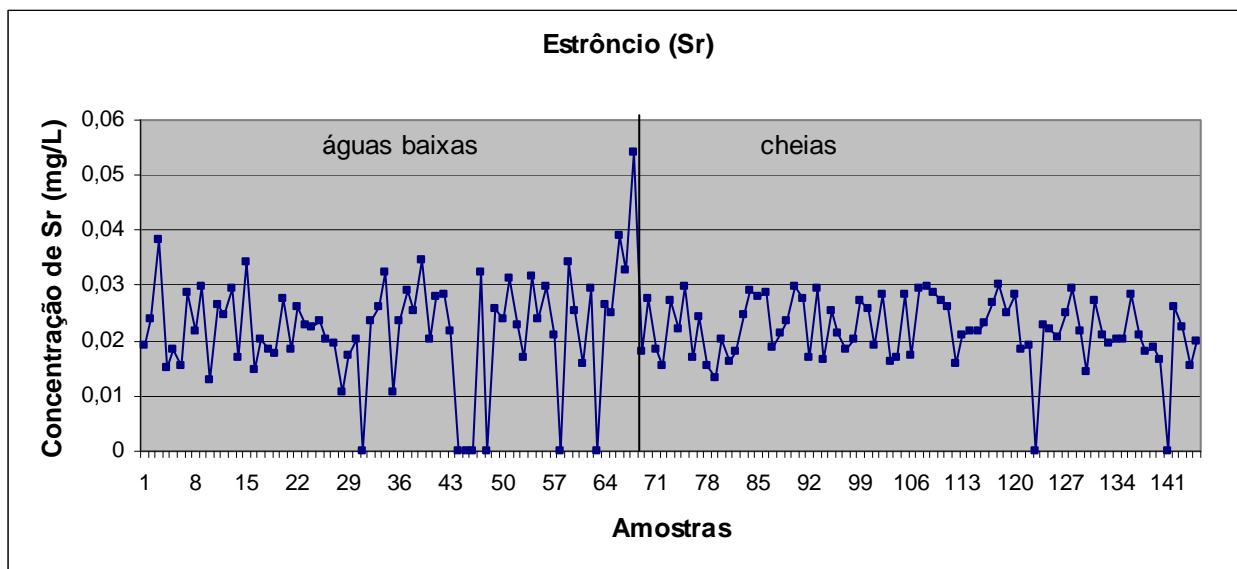


Figura.43 - Distribuição de estrôncio durante período de águas baixas no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná

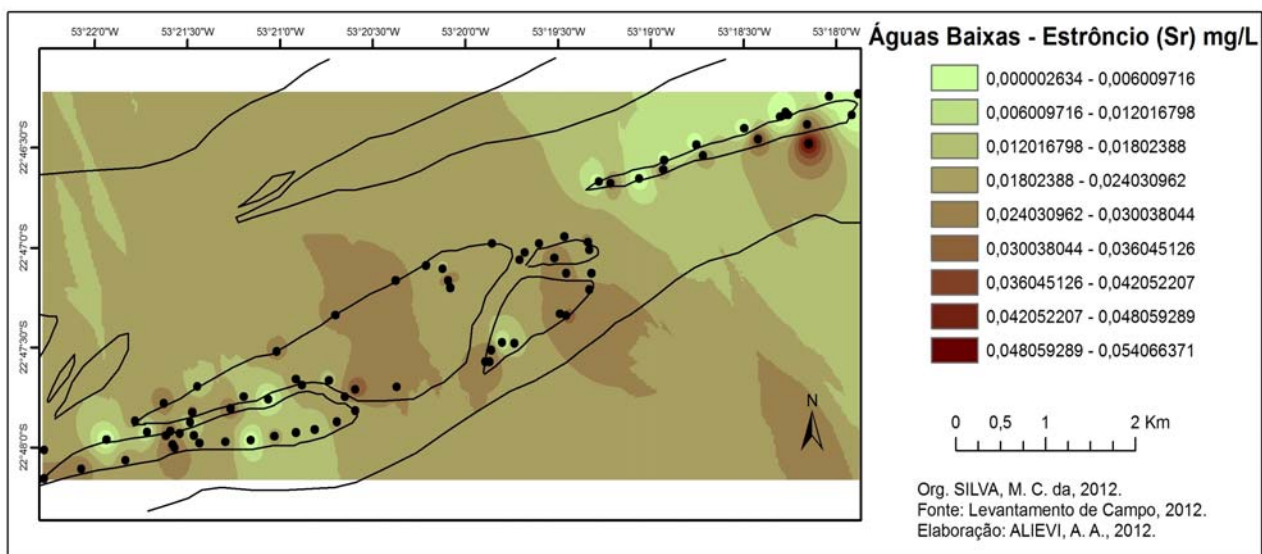
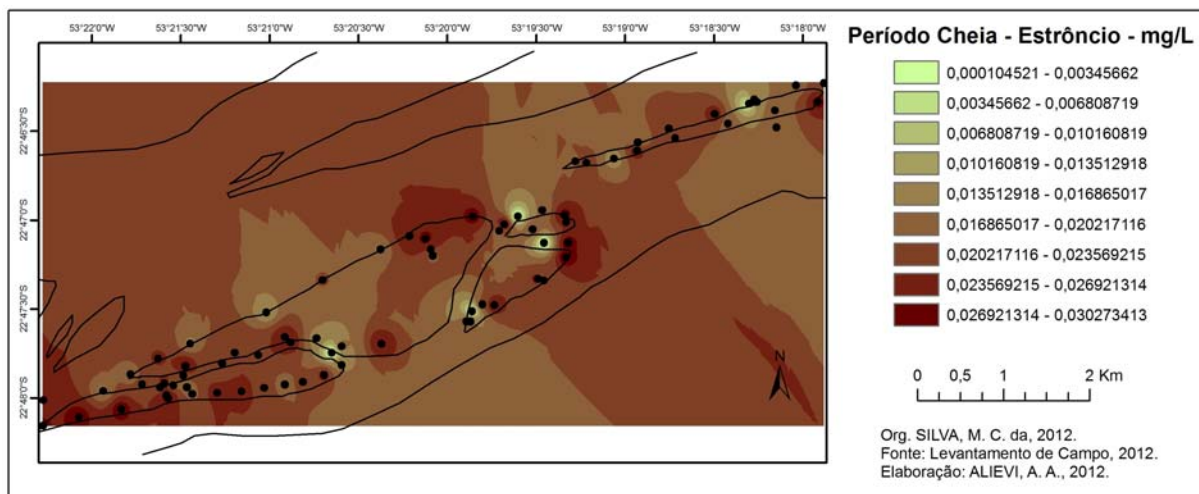


Figura.44 - Distribuição de estrôncio durante período de cheias no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná.



Demais pesquisas apontam valores não muito distantes para os observados neste trabalho. Zanetti (2009) encontrou em valores máximos e mínimos de 0,042 a 0,001 mg/L no Alto Rio Paraná enquanto Litch (2001) estudando a rede hidrográfica do estado do Paraná encontrou em suas 653 amostras, valores máximos de 0,70 mg/L.

O estrôncio varia conforme quantidade de sedimentos presentes em águas superficiais. Não existe no Brasil um parâmetro estabelecido para o Estrôncio em relação a valores máximos permitidos. (MINEROPAR, 2001).

6.3.7 Zinco

O gráfico 18 mostra a distribuição de Zinco nas amostras coletadas no Arquipélago Carioca. Em período de águas baixas o nível médio de concentração foi 0,017 mg/L, sendo a amostra mais concentrada com 0,050 mg/L (amostra 54) assinalada na Ilha Carioca e a menor concentração na Ilha das Pombas com 0,001 mg/L (amostra 9 – Figura 45). Em período de cheias a média foi de 0,013 mg/L, sendo a mais concentrada com 0,092 mg/L (amostra 80) na Praia da Carioca e a de menor concentração 0,001 mg/L na Ilha Carioca (amostra 82 – Figura 46). Analisando os dois períodos não houve grande diferencial na concentração, apenas as coletas do período de cheias mostram-se pouco acima do período de seca, porém não são valores acima da legislação (até 0,18 mg/L) sobre teores de Zinco para águas superficiais de classe 2 (CONAMA, 2005).

O Zinco sendo um metal pesado, em pH ácido permanece na forma de íon livre e é considerado menos tóxico. Nesta pesquisa o menor valor de pH foi de 4,33 em alguns

pontos amostrados. Em águas destituídas de contaminação, este íon zinco tende a se adsorver aumentando a concentração (SILVA, 2003).

Gráfico 18 - Distribuição de zinco durante período de águas baixas e cheias no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná.

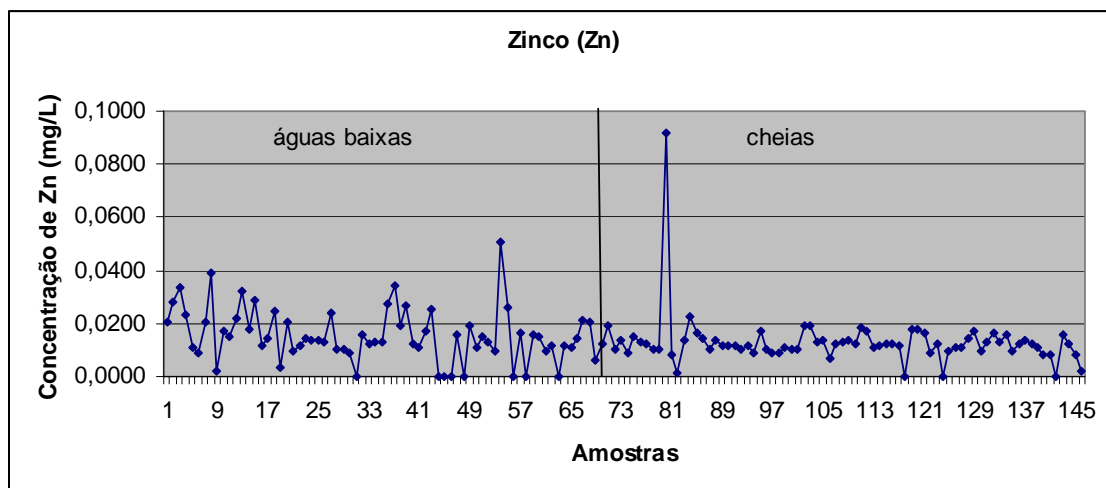


Figura 45 - Distribuição de zinco durante período de águas baixas no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná.

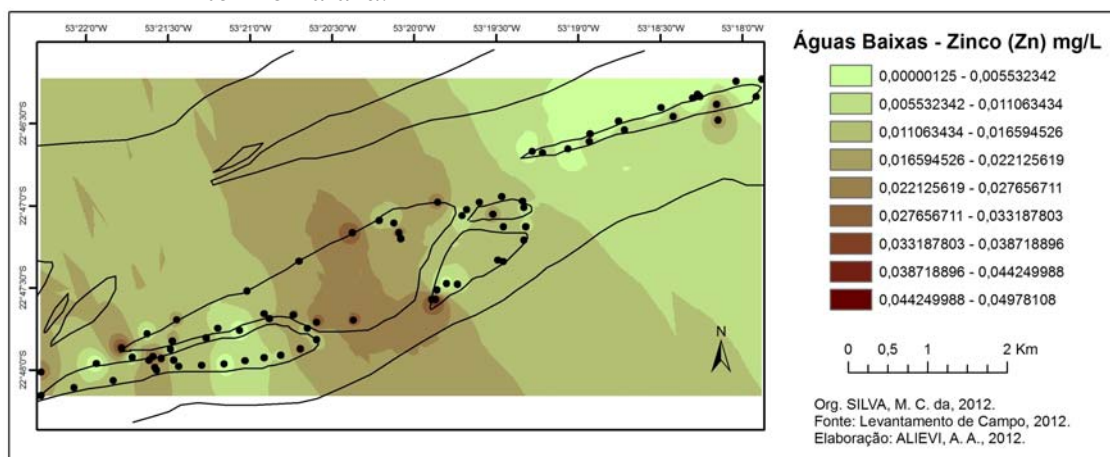
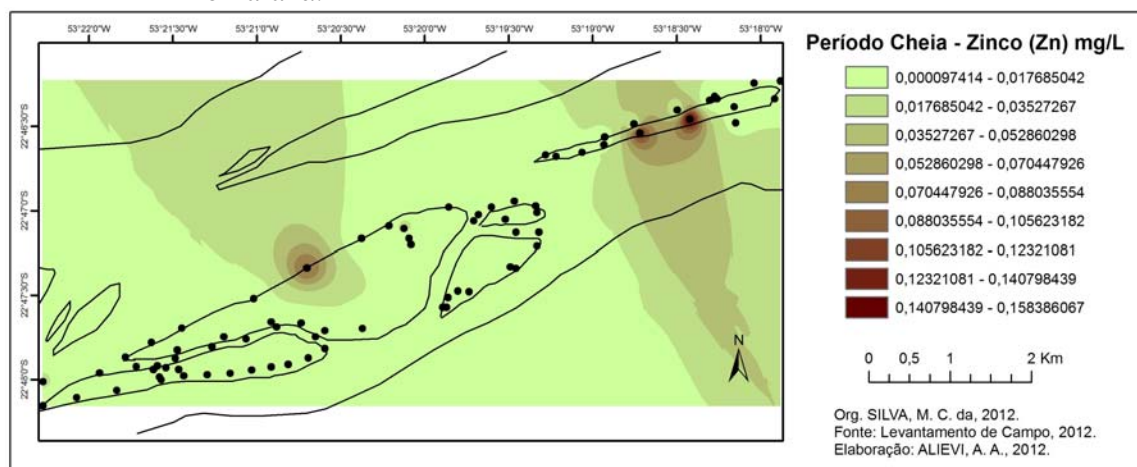


Figura 46 - Distribuição de zinco durante período de cheias no Arquipélago Carioca – Alto Rio Paraná.



Pesquisas apontam anomalias para elemento químico Zinco no Alto Rio Paraná. Zanetti (2009) registrou valores máximos 0,427, 0,297 e 0,36 mg/L. Os 3 pontos com anomalias representam dois ressacos no Rio Paraná e uma lagoa no Rio Baía são locais com menor movimentação da água.

As concentrações menores em período de águas baixas é devido ação dos ventos que ressuspende sedimentos entorno das Ilhas contribuindo para diluição dos metais na água (AZEVEDO, 2005). O elemento zinco pode apresentar –se como íon total ou dissolvido no meio, sendo a forma dissolvida Zn^{2+} mais frequente durante período de águas baixas e cheias como verificado por Barreto (2001) em cálculos de equilíbrio geoquímico.

6.3.8 Chumbo

O gráfico 19 mostra a distribuição de chumbo em todos os pontos coletados. Nas amostras coletadas observa-se dois picos nos pontos 54 (0,086 mg/L) da Ilha das Pombas e ponto 92 (0,06 mg/L) na Ilha 3. As duas ilhas são próximas e frequentadas por moradores que ali realizam suas atividades do dia-a-dia. Para o período de águas baixas a concentração de chumbo variou entre 0,0002 mg/L (amostra 5) na Ilha Carioca e 0,086 mg/L na Ilha das Pombas (amostra 54), a média no valor de 0,005 mg/L conforme Figura 47. Neste período outros pontos também tiveram valores consideráveis: ponto 28 (0,017 mg/L) e 33 (0,018 mg/L) na Ilha 3 e os pontos 38 (0,015 mg/L) e 39 (0,024) na Ilha das Pombas.

Para rios de classe 1 e 2, a Resolução CONAMA 357/2005 determina a concentração máxima de chumbo de 0,01 mg/L. Durante período de cheias conforme Figura 48, a concentração máxima localizada no ponto 92 (0,062 mg/L) na Ilha 3 e mínima de 0,001 mg/L nas Ilhas Carioca, Pombas e Praia da Carioca. Neste período alguns picos de concentrações também são considerados: os pontos 87 (0,01mg/L) , 93 (0,01mg/L) ponto 89 (0,011) todos na Ilha 3.

A concentração de chumbo na Ilha 3 e Ilha das Pombas pode ser proveniente de ações antrópicas, pois estas ilhas são habitadas por moradores e onde também há muitos pontos de pesca turística ou não.

Barreto (2001) demonstrou que em locais de menor circulação como ressacos e lagoas, o chumbo concentra-se na matéria orgânica dissolvida, podendo ser influenciada pela presença de ácido húmico ou fúlvico (AZEVEDO, 2005).

Zanetti (2009) também encontrou picos do elemento chumbo no Alto Rio Paraná nas lagoas do Gavião e Aurélio com picos de 0,047 e 0,033 mg/L, ambos acima do

VMP pela Resolução 357/2005. Contudo, se destaca o maior pico 0,137 no Rio Fazenda do Araldo, nas proximidades de área urbana e agrícola.

O chumbo no Alto Rio Paraná, pode ter origem por atividades antrópicas de cunho agrícola, tendo em vista que este elemento pode estar presente na composição de diferentes defensivos agrícolas.

Gráfico 19 - Distribuição de Chumbo nas amostras em período de águas baixas e cheias entorno Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná.

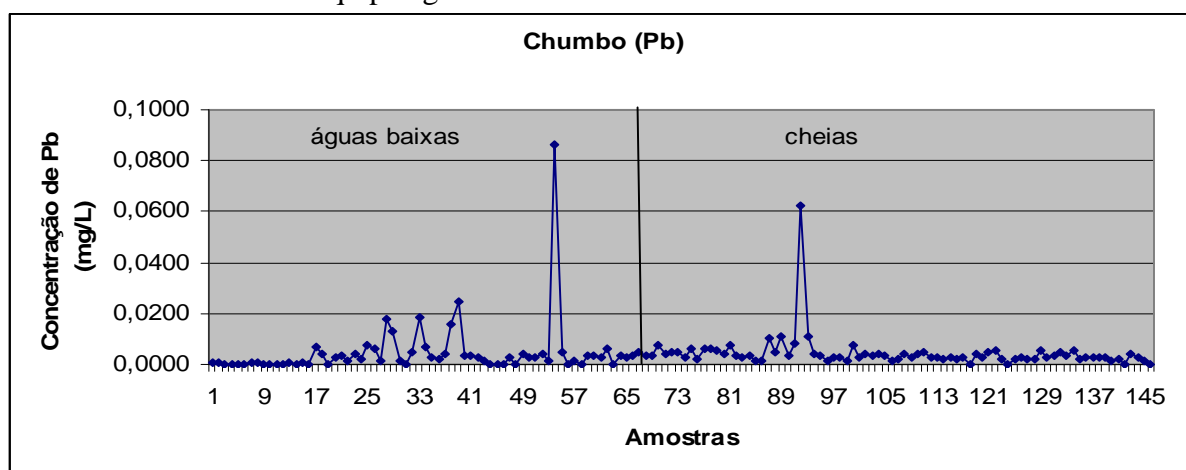


Figura. 47 - Distribuição de Chumbo durante período águas baixas no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná

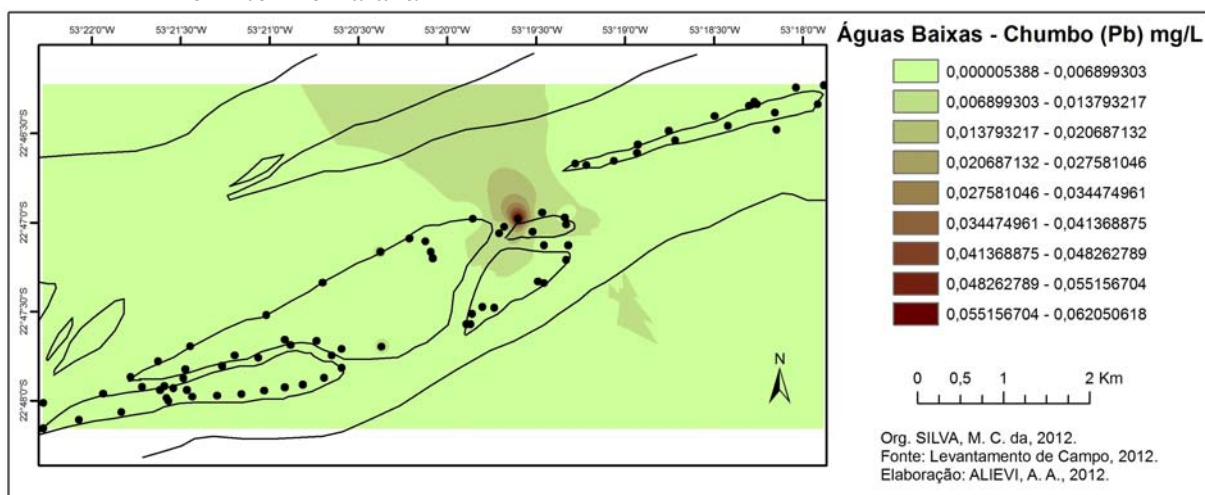
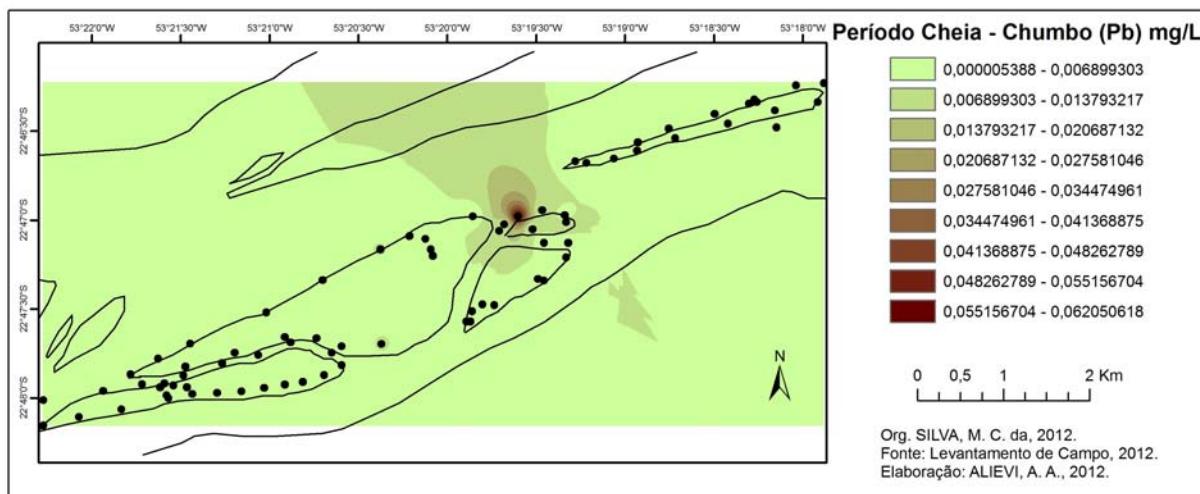


Figura. 48 - Distribuição de Chumbo durante período cheias no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná.



6.3.9 Níquel

Os valores de níquel obtidos em todas amostras durante período de águas baixas e cheias (Gráfico 20 e figuras 49 e 50) mostram-se abaixo do valor máximo permitido para rios de classe 1 e 2. A resolução 357/2005 do CONAMA permite máximo de 0,025mg/L e os dados tratados estão abaixo de 0,0024 mg/L. Durante o período de águas baixas (Figura 49) a menor concentração (0,0001 mg/L) encontra-se no ponto 15 (Ilha Carioca) e máxima 0,0025 mg/L na Ilha das Pombas (amostra 54). O período de cheias variou entre 0,0002 mg/L no ponto 127 com máxima concentração de 0,0015 mg/L no ponto 121, todos na Ilha Chapéu Velho (Figura 50). As baixas concentrações de níquel nos dois períodos podem relacionadas à sua associação com fitoplâncton (AZEVEDO, 2005). Muitas amostras não foram detectadas por estarem abaixo do limite de detecção durante a leitura no equipamento.

Diferente desta pesquisa, Zanetti (2009) em período de cheias, obteve picos de concentração elevada (0,038 mg/L) na lagoa do Gavião. O níquel é um elemento que distribui-se em todo ambiente e tem sua origem de forma natural ou antrópica. Erosão, efluentes industriais e urbanos são causas da presença do níquel, que se realiza principalmente de forma precipitada associado a compostos orgânicos ou ainda, pode –se ligar à argila ou biota aquática.

Gráfico 20 - Distribuição de níquel durante período de águas baixas e cheias no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná.

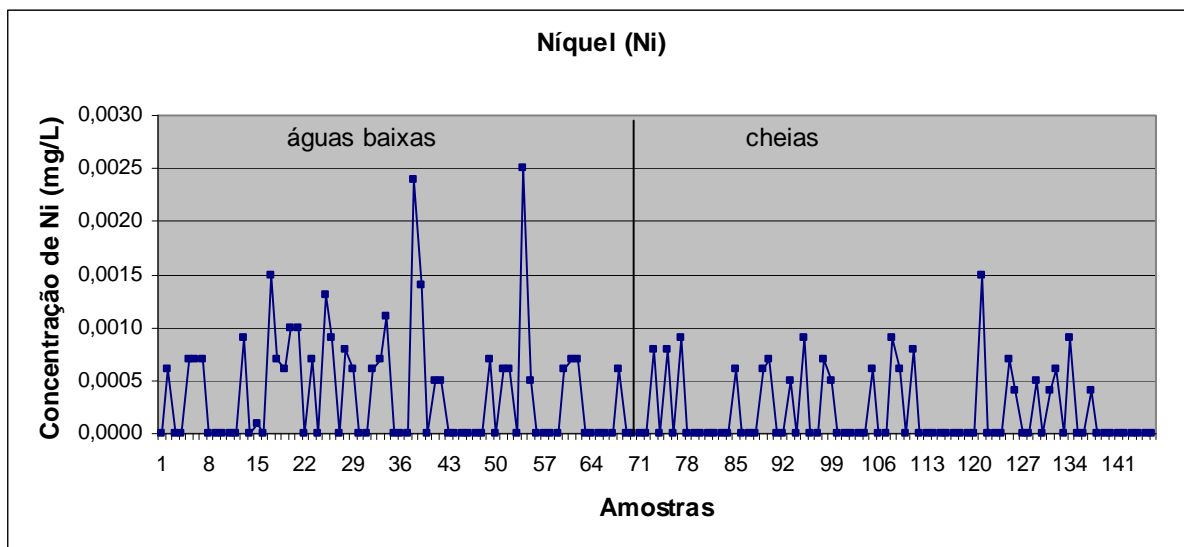


Figura. 49 - Distribuição de níquel durante período águas baixas no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná.

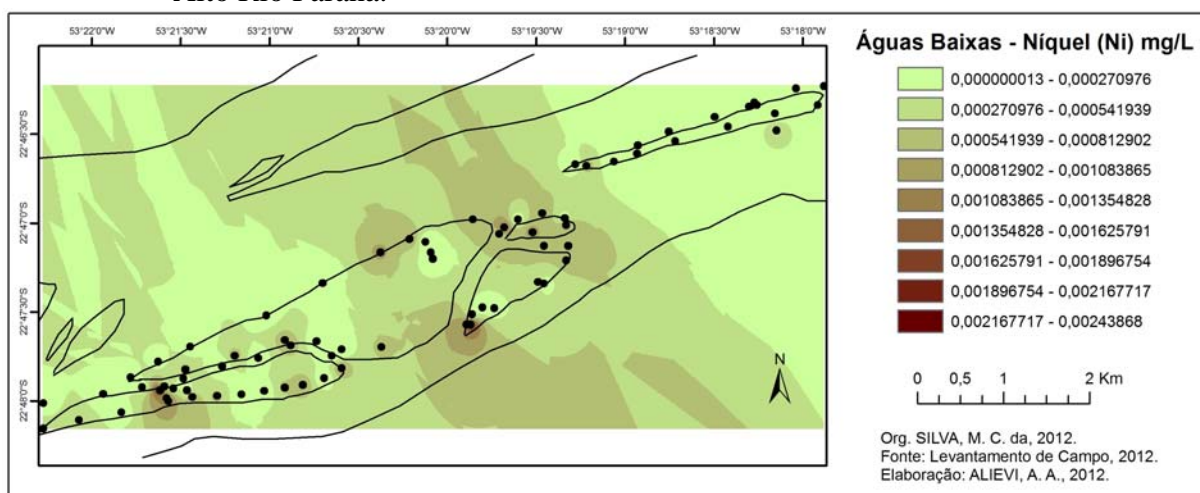
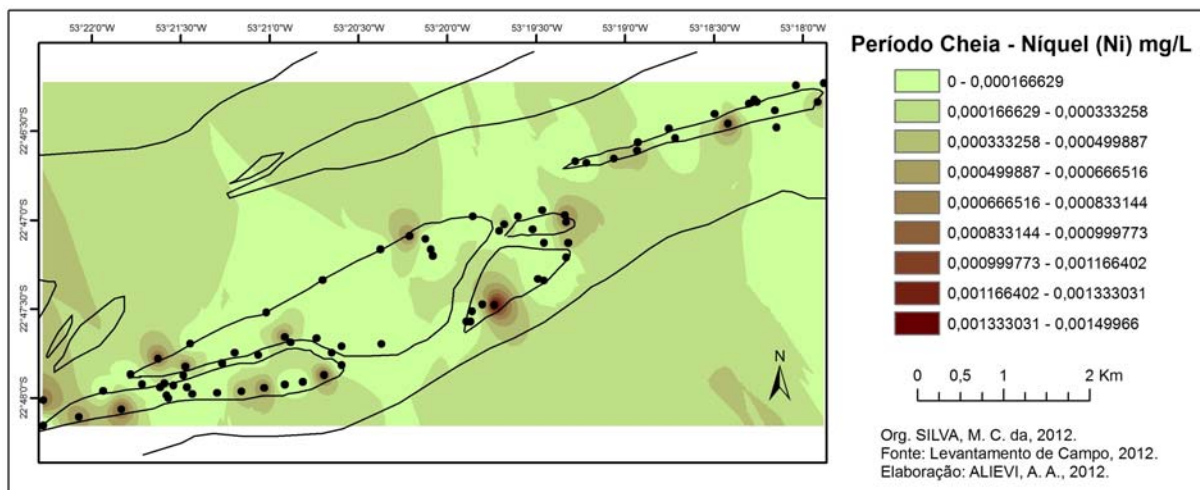


Figura. 50 - Distribuição de níquel durante período de cheias no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná.



6.3.10 Manganês

O Gráfico 21 e Figuras 51 e 52 mostram a distribuição do elemento químico no Arquipélago Carioca. A média de concentração para o período de águas baixas foi de 0,005 mg/L com valores mínimos de 0,0001 mg/L na amostra 9 (Ilha Carioca) e máximo de 0,028 mg/L na Praia da Carioca – ponto 61 (figura 51). O valor máximo permitido (CONAMA, 2005) para águas superficiais de classe 1 e 2 é de 0,1 mg/L portanto os valores encontrados para este período encontram-se abaixo do permitido. Durante o período de cheias (figura 70) as concentrações foram menores variando entre 0,001 a 0,018 mg/L nas Ilhas Chapéu Velho e das Pombas.

A baixas concentrações de metais pesados em águas superficiais podem relacionar-se ao pH alcalino. Valores aqui obtidos apontam uma média do pH = 7,7 que favorecem a precipitação de íons metálicos na forma de hidróxidos, diminuindo a concentração de metais em águas superficiais (FEEMA, 1980). Outro fator para redução dos íons livres são os padrões de regimes pluviométricos.

Zanetti (2009) apresenta valores considerados acima do permitido em áreas do Alto Paraná, picos de concentrações de 1,28 mg/L na Lagoa do Sofrimento e 0,173 mg/L no rio da Fazenda Porto Rico. As análises das coletas em áreas de lagoas no período de águas baixas e cheias mostraram concentrações maiores que em outros pontos da área de estudo, cujo fluxo é constante.

Variações nas concentrações de metais ocorre pela estrutura do metal e influências como margens de barranco e margens de várzeas e a ressuspensão de sedimentos a partir da ação dos ventos (BARRETO, 2001).

Ainda ZANETTI (2009) ao analisar os resultados das concentrações de Mn também nestas águas superficiais encontrou média de valores abaixo do permitido pela legislação, variando entre 0,005 a 0,05 mg/L. Sugere também que o aumento das concentrações pode ser de origem natural pela incidência de folhelhos, gravacas e rochas carbonáticas ou ser provenientes de ação antrópica através da manufatura de aço, ligas de alumínio e vidro (MINEROPAR, 2001).

Grafico.21 - Distribuição de manganês durante período águas baixas e cheias no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná.

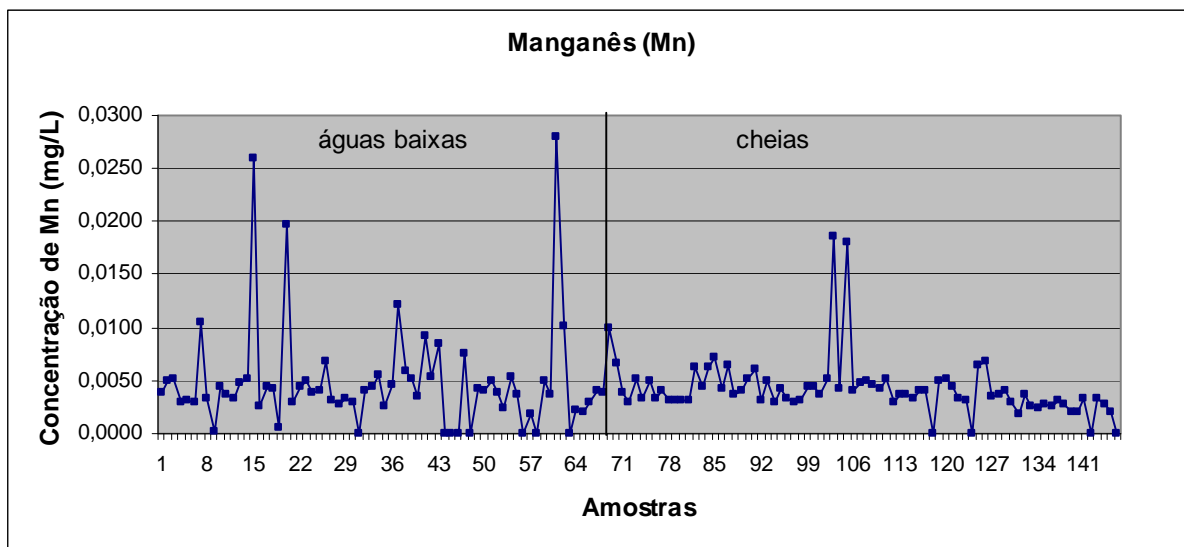


Figura. 51 - Distribuição de manganês durante período águas baixas no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná.

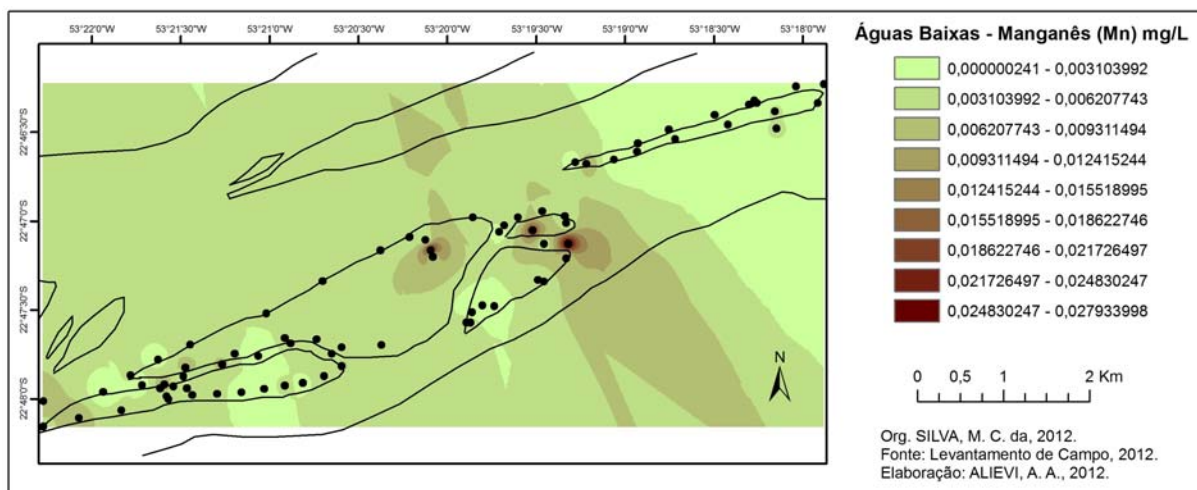
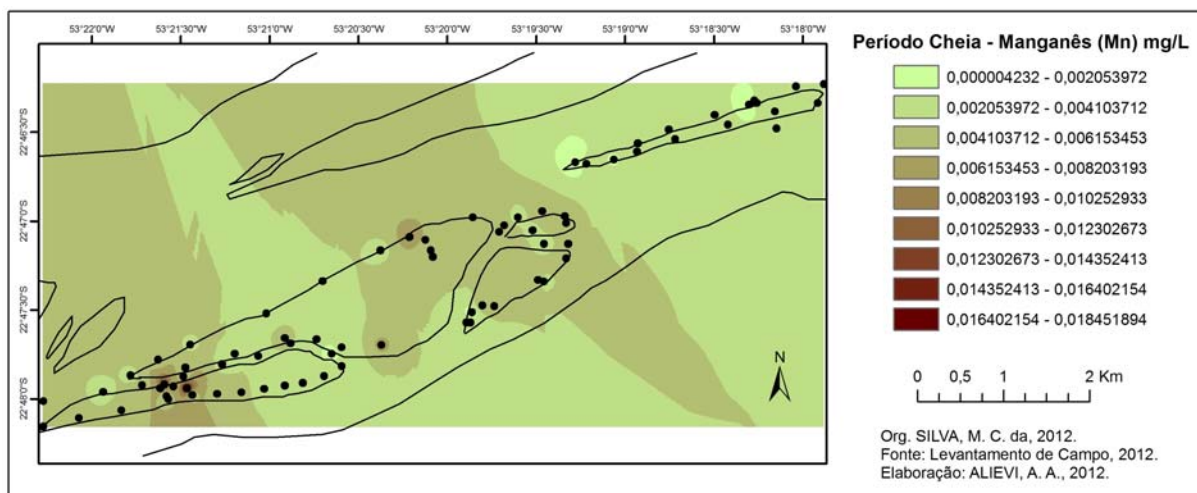


Figura 52 - Distribuição de manganês durante período cheias no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná.



6.3.11 Ferro

Os níveis de Fe^{3+} (Ferro total) nos pontos amostrados estão presentes no Gráfico 22. Este elemento encontra-se na área de estudo em concentrações médias de 0,08 mg/L para período de águas baixas e 0,07 mg/L para período de cheias.

Durante período de águas baixas (Figura 53) as amostras variaram entre 0,45 mg/L (amostra 62) na Ilha Praia da Carioca e concentração mínima de 0,0003 mg/L (amostra 9) na Ilha Carioca. No período de cheias (Figura 54) o maior valor foi de 0,58 mg/L na Ilha Carioca (amostra 71) e mínimo de 0,001 mg/L (amostra 146). Assim, a maior parte das amostras para os dois períodos encontram-se abaixo do VMP (0,3 mg/L) para rios de classe 2 (CONAMA, 2005) e alguns picos nos períodos foram avaliados.

Baixos teores de Fe^{3+} podem relacionar-se a atividades agrícolas, e também o Ferro total é capaz de inibir a concentração de Zn e Cu e deficiências de outros elementos provenientes de áreas agrícolas (ALLOWAY, 2005).

Nas proximidades do Arquipélago Carioca, os pontos amostrados por Zanetti (2009) apresentam concentrações acima das demonstradas nesta pesquisa, com valores variando entre 11,27 (Lagoa Brilhante) e Rio Paraná (cabeceira da Ilha Porto Rico) com valor de 0,05 mg/L. Em locais de menor circulação como as lagoas, as amostras mostram-se mais concentradas.

O elemento químico Fe^{3+} tem capacidade de apresentar-se de várias formas na água: dissolvido, particulado ou complexado com matéria orgânica. Fatores como chuvas isoladas influenciam a dissolução do Fe^{3+} transportando-o para interior de lagoas ou concentrando em ressacos, o solo ou detritos da biomassa promovem o ferro de forma particulada e, finalmente, a matéria orgânica favorece o Ferro total na forma complexada (BARRETO, 2001).

Gráfico 22 - Distribuição de ferro durante período águas baixas e cheias no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná.

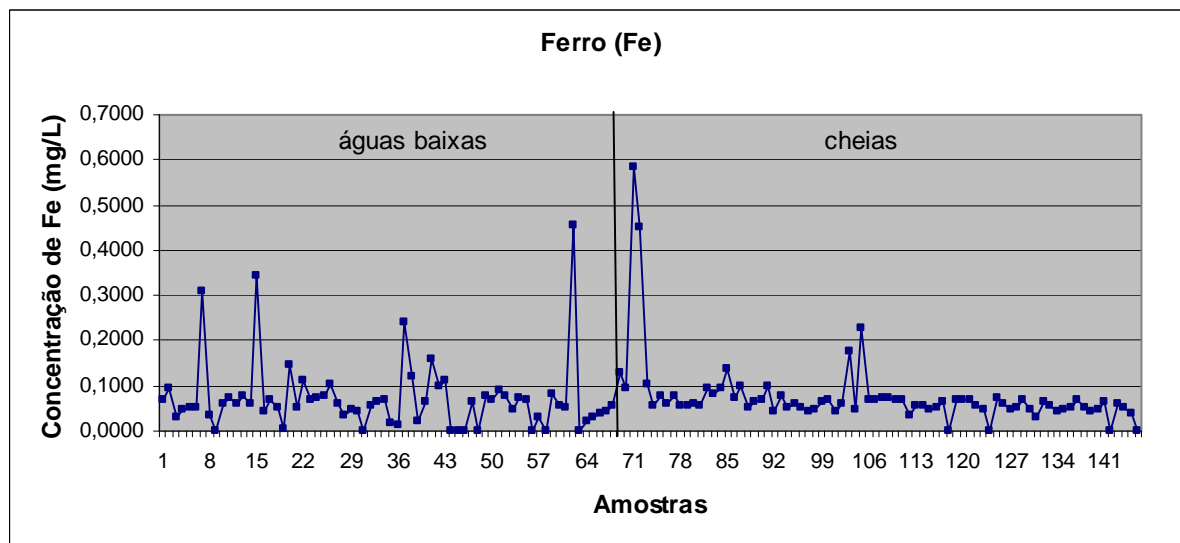


Figura 53 - Distribuição de ferro durante período águas baixas no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná.

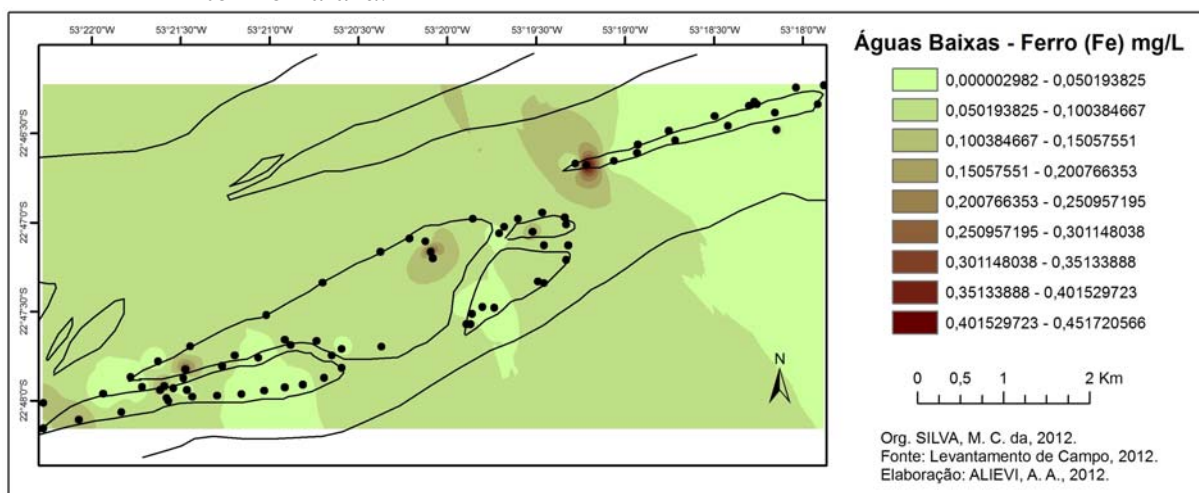
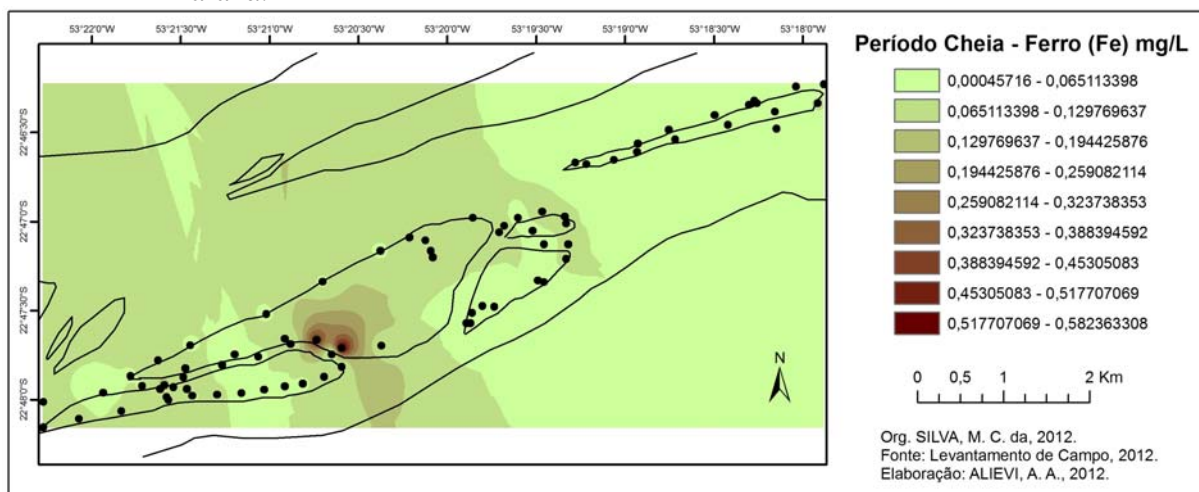


Figura 54 - Distribuição de ferro durante período cheias no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná.



6.3.12 Alumínio

Das amostras coletadas no Arquipélago Carioca, as concentrações médias para os períodos de águas baixas e cheia, situaram-se entre 0,06 e 0,04 mg/L. As concentrações estão presentes no Gráfico. 23. Durante período de águas baixas, a concentração máxima foi de 0,295 mg/L (amostra 7) na Ilha Carioca e mínima de 0,003 mg/L (amostra 19) na Ilha Chapéu Velho (Figura 55). As amostras do período de cheias (Figura 56) apresentam valor máximo de 0,1481 (amostra 107) em um ressaco na Ilha das Pombas e mínimo de 0,0134 mg/L na mesma Ilha (amostra 98). Observa-se dois picos 0,29 e 0,14 mg/L nesta pesquisa que estão acima do VMP que é de 0,1 mg/L (CONAMA, 2005). Nota –se que o Al durante período de cheias sua concentração está menor demonstrando uma possível diluição deste metal durante período de chuvas.

Picos da concentração de Al em trabalhos de Zanetti (2009) são assinaladas variando de 3,76 mg/L em lagoa no interior da Ilha Mutum a 7,22 mg/L na Lagoa do Gavião. Tais ambientes são caracterizados por aumento na concentração de elementos químicos devido a baixa circulação da água e aumento dos sedimentos. Nos ressacos devido localização e mobilidade da água prevalece concentração dos diferentes tipos de elementos químicos.

As baixas concentrações de Al como o ponto 19 da Ilha Chapéu Velho, próxima a galhos e raízes de árvores, pode relacionar-se a um aumento de compostos húmicos dissolvidos favorecendo sedimentação e diminuindo concentração do elemento na superfície (AZEVEDO, 2005). Alta concentração pode estar relacionada com a ressuspensão de sedimentos favorecendo maior liberdade do Al na água (BARRETO, 2001).

Gráfico 23 - Distribuição de Alumínio durante período de águas baixas e cheias no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná.

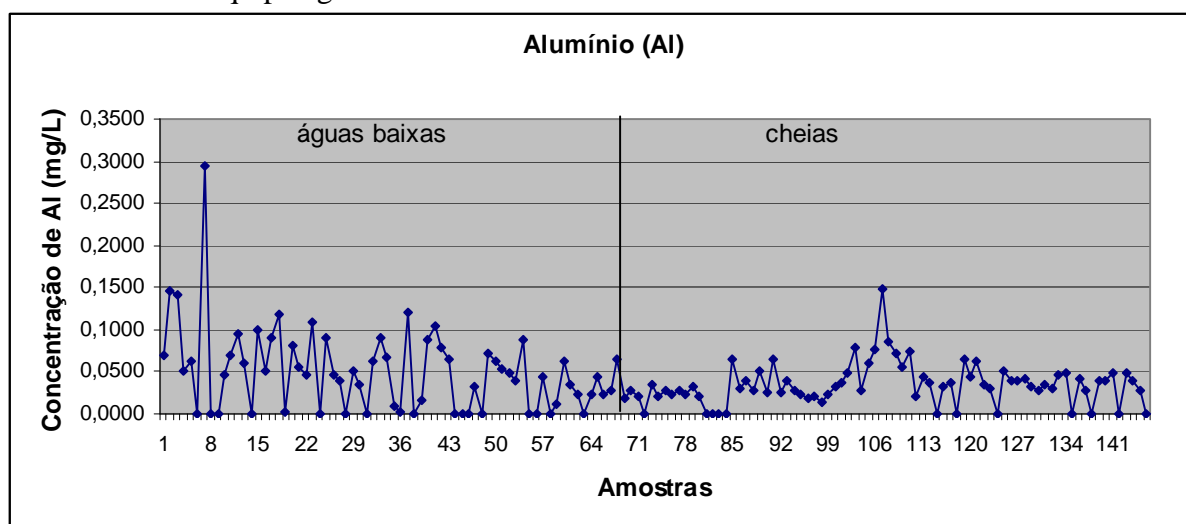


Figura. 55 - Distribuição de Alumínio durante período de águas baixas no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná

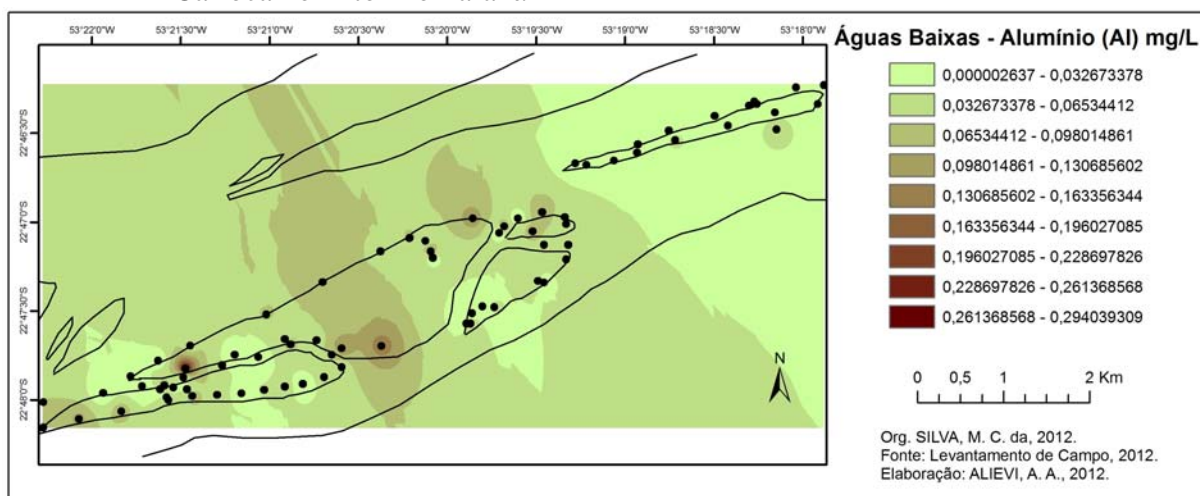
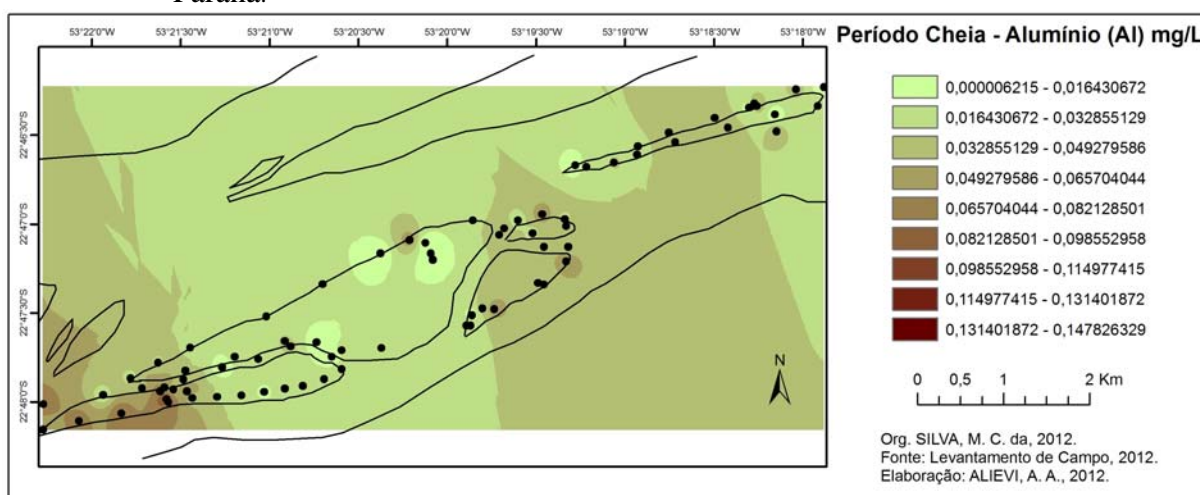


Figura 56 - Distribuição de Alumínio durante de cheias no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná.



6.3.13 Cádmio

O gráfico 24 mostra a distribuição do Cádmio nas ilhas estudadas do Arquipélago Carioca. Das amostras coletadas, apenas 31 apresentam valores acima do limite de detecção Durante o período de águas baixas (Figura 57), das 10 amostras analisadas, a média de concentração foi de 0,001 mg/L, sendo o valor mínimo de 0,0003 mg/L nos pontos, 14 (Ilha Carioca), 17 e 21 (Chapéu Velho), enquanto a maior concentração para este período foi de 0,002 mg/L na amostra 8 da Ilha Carioca. Para o período de cheias (Figura 58) observa-se concentrações 0,0002 na Ilha das Pombas e 0,0155 (amostra 89) na Ilha 3 próximo a um ressaco. O VMP de Cádmio em rios de classe 2 é de 0,001 mg/L (CONAMA, 2005), portanto

observam-se valores acima do VMP nos dois períodos em que foram realizadas as coletas, como as amostras 8 na Ilha Carioca e a amostra 89 na Ilha 3.

Zanetti (2009) observou concentrações acima do permitido (0,004 a 0,005 mg/L), em amostras de lagoas do Alto Rio Paraná na região do Mato Grosso do Sul. O metal em águas superficiais pode ser obtido a partir do uso de agroquímicos, incineração do lixo e efluentes sanitários (FIGUEIREDO, 2000).

Gráfico 24 - Distribuição de Cádmio durante período de águas baixas e cheias no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná.

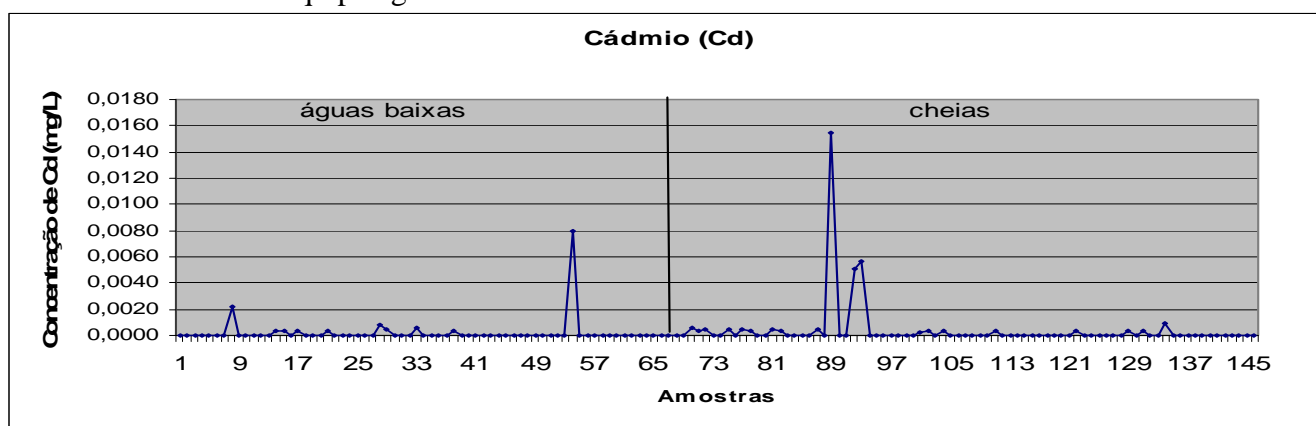


Figura. 57 - Distribuição de Cádmio durante período de águas baixas no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná.

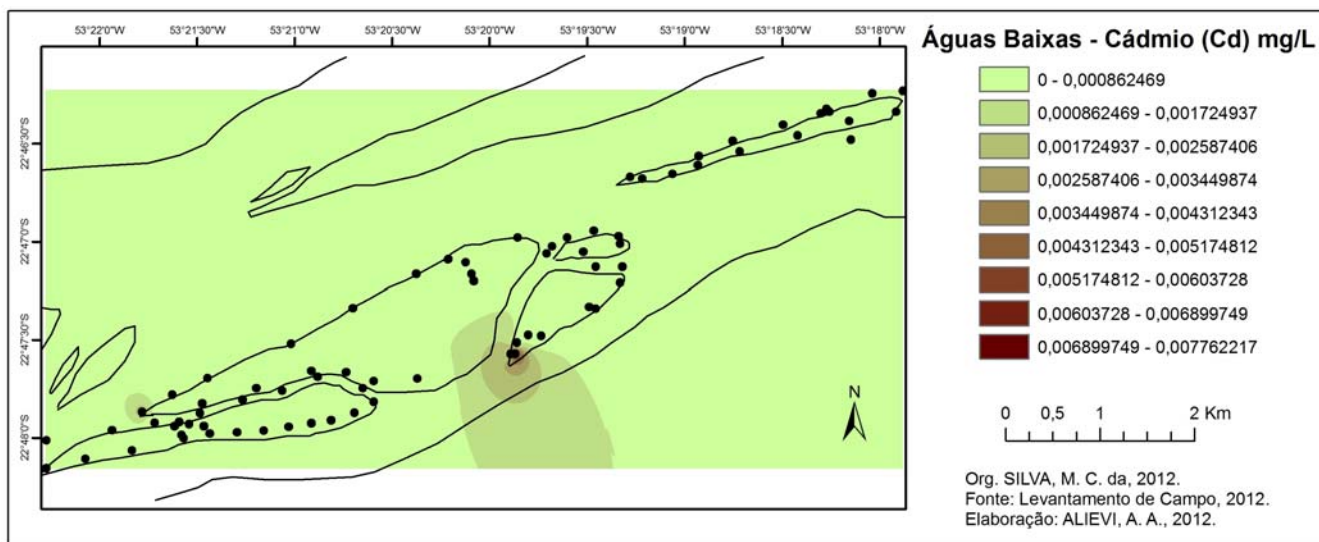
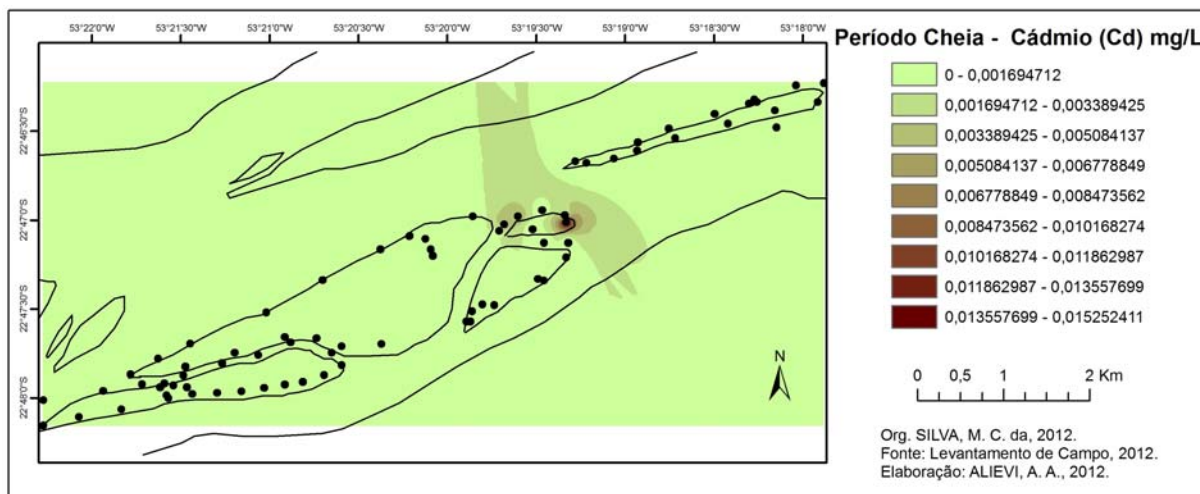


Figura. 58 - Distribuição de Cádmiu durante período de águas baixas no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná.



6.3.14 Fósforo (P)

O gráfico 25 mostra a variação da concentração do elemento químico fósforo na área de estudo. A média de concentração em período de águas baixas foi de 0,010 mg/L, com amostras variando entre 0,0015 mg/L na Ilha Carioca (amostra 9) e máximas de 0,079 mg/L (amostra 14) na Ilha Carioca e 0,052 mg/L em área de ressaco da Ilha das Pombas (amostra 42). Mais duas amostras também foram significativas durante período de águas baixas (0,025 mg/L - amostra 49) e (0,020 mg/L - amostra 52) na Ilha das Pombas conforme Figura 59.

Durante período de cheias (Figura 60) a média foi de 0,027 mg/L com valores variando entre 0,0006 mg/L (amostra 98) na Ilha das Pombas e máximas de 0,285 mg/L (amostra 105), próxima a ressaco na Ilha das Pombas. Teores de 0,115 mg/L (amostra 138) e 0,108 mg/L (amostra 137) na Praia da Carioca e, finalmente, 0,100 mg/L (amostra 129) na Ilha Chapéu Velho. Observa-se durante os dois períodos amostras acima de 0,05 mg/L, VMP determinado pela Legislação CONAMA 357/2005.

Avaliando as médias de concentrações durante os dois períodos (0,010 e 0,027 mg/L), elas mostram-se abaixo do valor permitido pela legislação. Estudos no Rio Paraná desenvolvidos por Agostinho e Zalewski (1996) e Zanetti(2009), também mostram médias abaixo do que permite a legislação. Apenas pontos isolados de amostragem situaram-se acima do VMP, em ressacos e lagoas de inundação onde normalmente os elementos concentram-se em maiores teores.

Estudo de dinâmicas geoquímicas por Agostinho e Zalewski (2001) em áreas de barragens, mostram que a presença de barramentos altera os ciclos biogeoquímicos, retendo elementos como fósforo provenientes de sedimentos e composição da várzea. Em períodos de alagamentos o rio Paraná é capaz de diluir o fósforo diminuindo sua concentração em áreas de várzea, afetando muito em seu ciclo.

Gráfico 25 - Distribuição de fósforo durante período de águas baixas e cheias no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná.

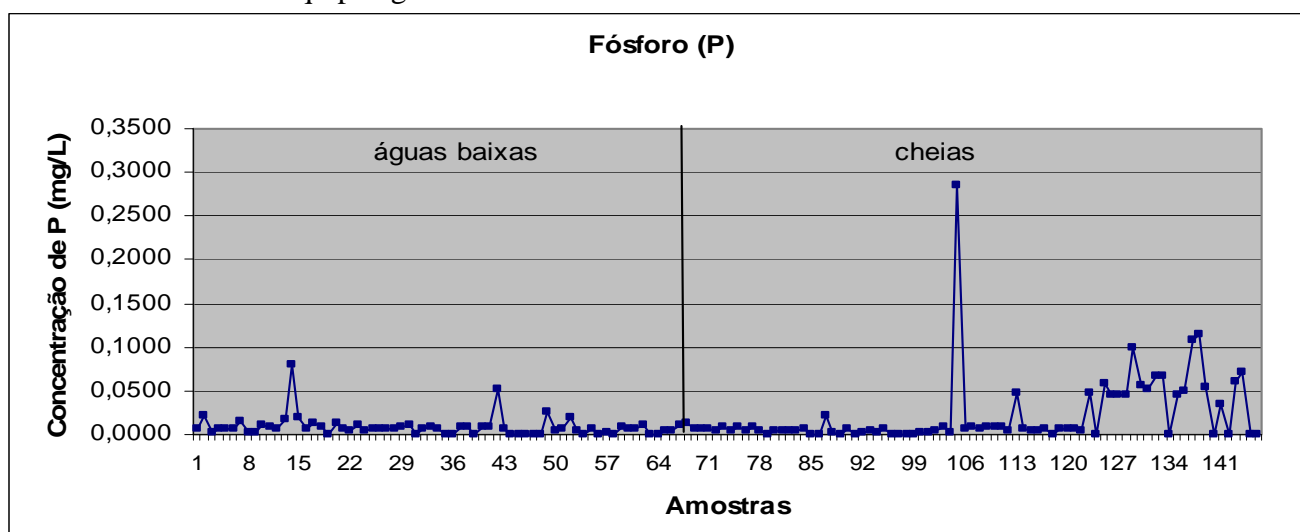


Figura: 59 - Distribuição de fósforo durante período de águas baixas no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná

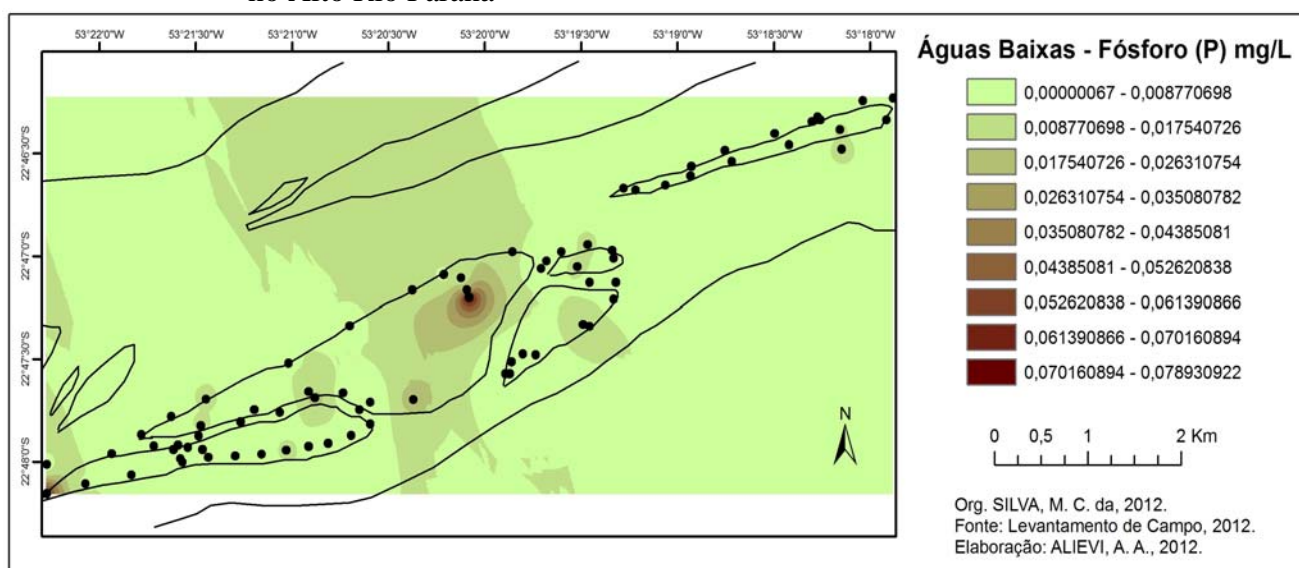
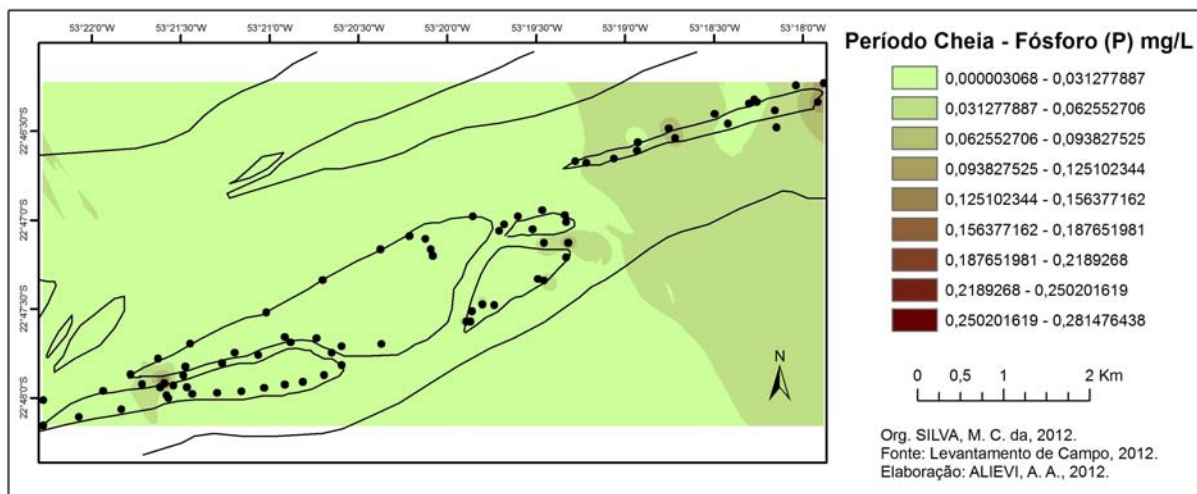


Figura: 60 - Distribuição de fósforo durante período cheias no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná.



6.3.15 Cromo

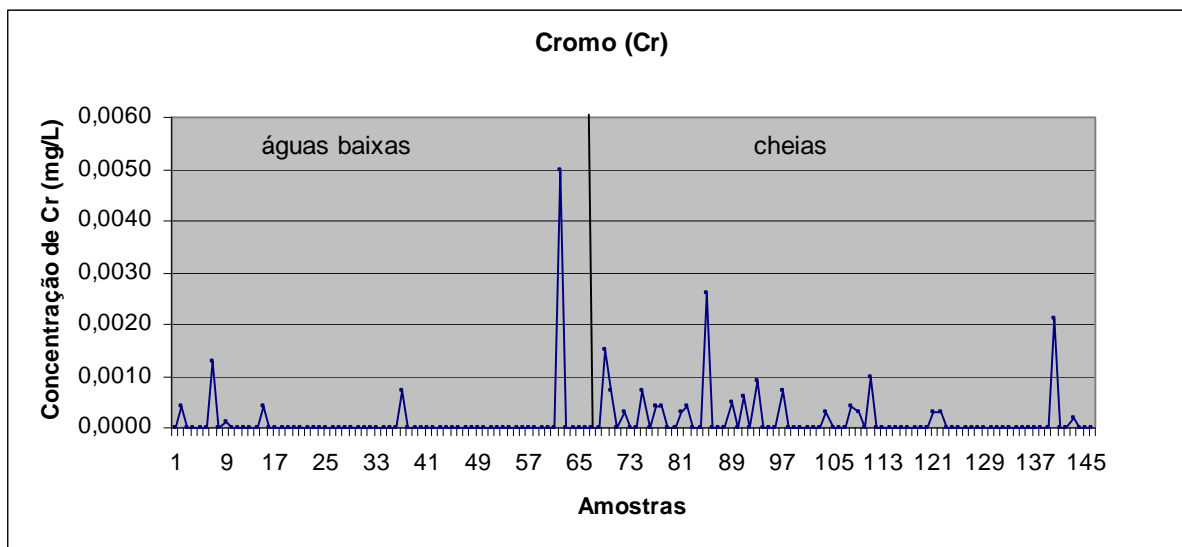
O Gráfico 26 mostra os resultados durante período de águas baixas e cheias no Arquipélago Carioca. A média de concentração foi de 0,001 mg/L para período de águas baixas e 0,0007 mg/L para período de cheias. Durante o período de águas baixas apenas 6 amostras produziram valores acima do limite de detecção, onde a concentração variou entre 0,0001 mg/L (Ilha Carioca) e 0,005 mg/L na Ilha Praia da Carioca (Figura 61). Para o período de cheias (Figura 62) as concentrações variaram entre 0,0002 mg/L (Praia da Carioca) e 0,0026 mg/L (Ilha da Carioca – entrada de ressaco) nas 21 amostras analisadas.

Os dois períodos apresentaram concentrações abaixo do valor máximo permitido que é de 0,05 mg/L para águas doce de classes 1 e 2 (CONAMA, 2005).

Estudos realizados nas proximidades das Ilhas Mutum e Porto Rico e Lagoas (ao norte do Arquipélago Carioca) próxima ao Mato Grosso do Sul também apresentaram valores da ordem de 0,003 mg/L abaixo do máximo permitido pela legislação (ZANETTI, 2009).

Avalia-se que as regiões desta área de pesquisa não estão contaminadas com teores significativos de Cromo. O Cromo pode ser oriundo de fontes naturais (rochas magmáticas) ou fontes artificiais através de indústrias químicas, regiões de curtimento de couro, indústrias de tijolos e revestimento (MINEROPAR, 2005).

Gráfico 26 - Distribuição de Cromo durante período de águas baixas e de cheias no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná.



6.3.16 Bário

As Figuras 61 e 62 gráfico 27, mostram os níveis de Bário na área investigada que encontram-se com média de concentrações de 0,019 mg/L em período de águas baixas e 0,021 mg/L em período de cheias. Durante o período de águas baixas (Figura 61) a concentração mínima foi de 0,010 mg/L (amostra 28) na Ilha 3 e máxima de 0,033 mg/L (amostra 3) na Ilha Carioca. No período de cheias (Figura 62) a concentração mínima foi de 0,012 mg/L (amostra 131) na Ilha Chapéu Velho e alguns picos de 0,031 mg/L (amostra 105 e 75) nas Ilhas Carioca e Ilha das Pombas.

As variações dos níveis de concentrações de Bário nas amostras do Arquipélago Carioca estão abaixo do VMP (0,7 mg/L) para rios de classe 2 segundo a Resolução CONAMA 357/2005.

Zanetti (2009) em estudos do Alto Rio Paraná também encontrou valores abaixo do VMP, em amostras que variaram entre 0,173 mg/L no Rio Caracu (afluente do Rio Paraná) e 0,02 mg/L em Ilhas Mutum e Porto Rico. Litch (2001) em 268 amostras analisadas de Bacias do Estado do Paraná encontrou valores que variam entre 0,27 e 0,007 mg/L, também abaixo do VMP. Esses valores indicaram uma forte anomalia hidrogequímica positiva na região noroeste do Paraná, que coincide com Geologia do Grupo Caiuá, em especial a Formação Rio Paraná.

Gráfico 27 - Distribuição de Bário durante o período de águas baixas e de cheias no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná.

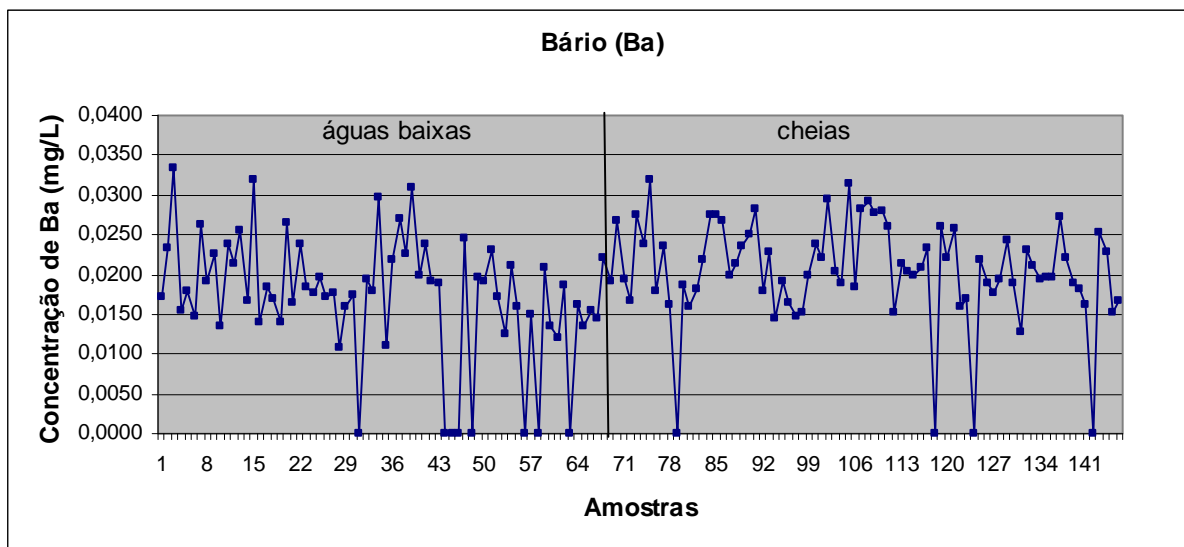


Figura 61 - Distribuição de Bário durante o período de águas baixas no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná.

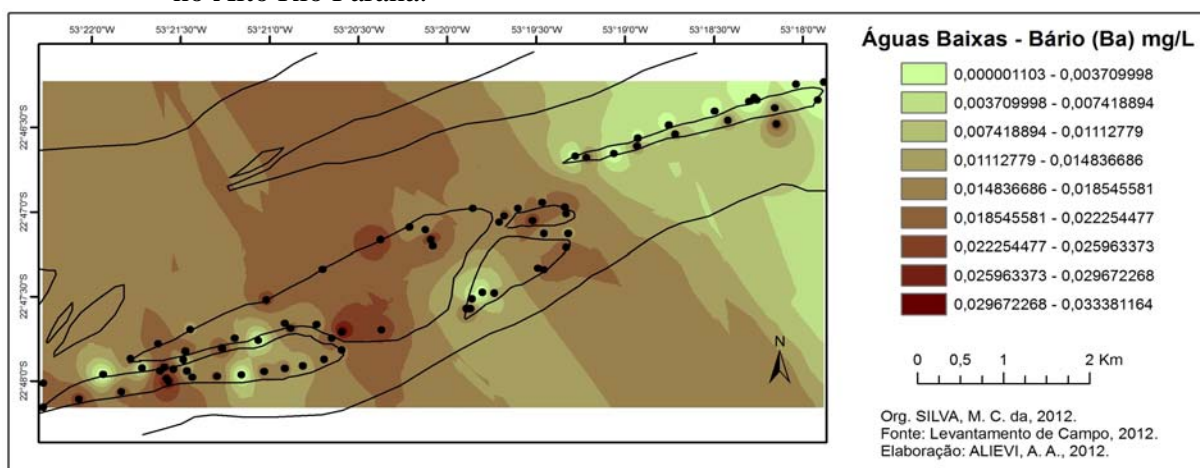
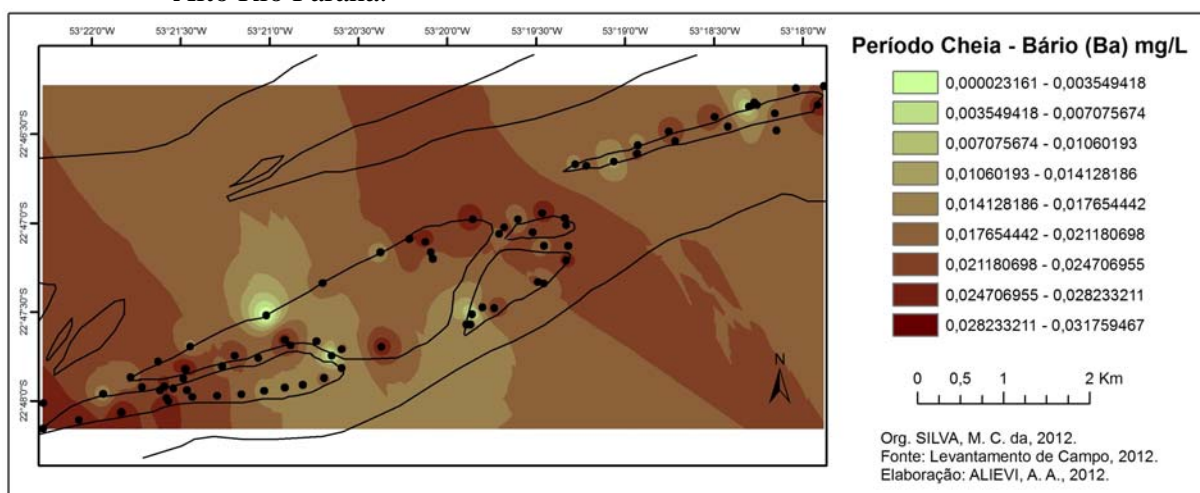


Figura. 62 - Distribuição de Bário durante o período de cheias no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná.



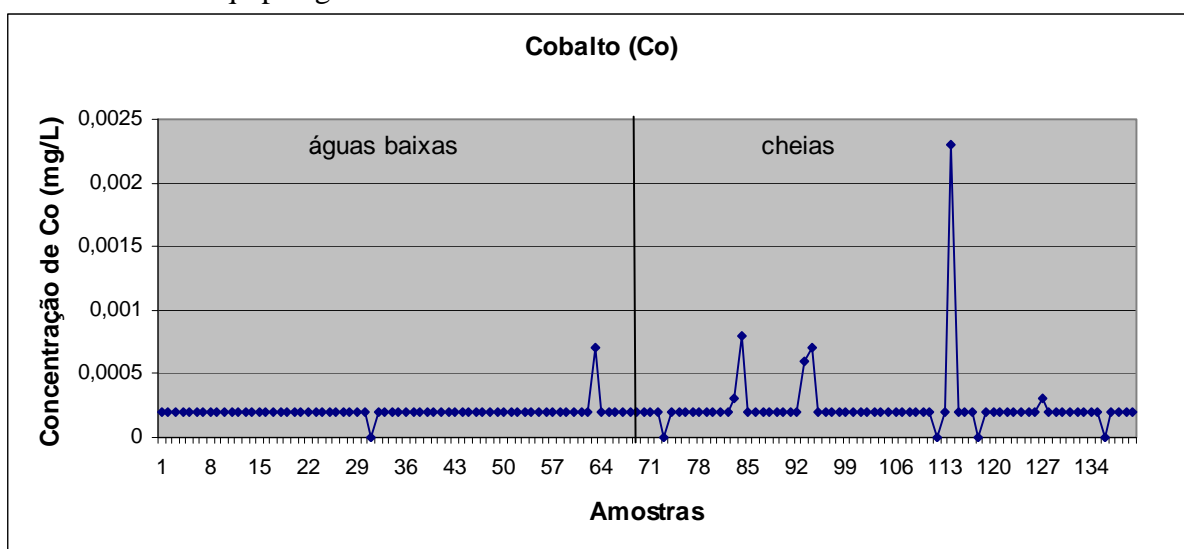
6.3.17 Cobalto e Cobre

O Gráfico 27 mostra a distribuição de Cobalto em toda área de coleta do Arquipélago Carioca. Observa-se que entre os períodos de águas baixas e de cheias a maior parte das amostras estiveram abaixo do limite de detecção no valor de 0,0002 mg/L. Durante período de águas baixas as amostras mantiveram-se abaixo do limite de detecção, o período de cheias apresentou apenas 5 amostras acima do limite de detecção, as amostras 83, 84, 93, 94 e 114 esta última com valor de 0,0023 mg/L, o maior valor para o período de coletas. A média para o período de águas baixas foi de 0,0002 mg/L e cheias 0,00025 mg/L.

A concentração máxima permitida de cobalto total segundo Resolução Conama 357/2005 para rios de classe 1 e 2 é de 0,005 mg/L, portanto as amostras não ferem a Resolução. Zanetti (2009) apresentou valores sem riscos à população, a maioria abaixo do limite de detecção e alguns picos no valor de 0,011mg/L e outros como 0,001 mg/L de lagoas internas de Mato Grosso do Sul, Ilha Mutum e lagoas conectadas ao Rio Baía.

O elemento Co tem a capacidade de incorporar-se a matéria orgânica, óxidos e carbonatos e assim diminuir sua forma dissolvida em águas superficiais (AZEVEDO, 2005), a sua forma dissolvida pode estar ligada ao fitoplâncton e assim reduz seus íons na água. Cálculos geoquímicos do elemento Cobalto realizados por Barreto (2001) demonstram que há um equilíbrio da presença do elemento nos dois períodos.

Gráfico 28 - Distribuição de Cobalto durante período de águas baixas cheias no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná.



A distribuição de cobre está presente no Gráfico 27. Durante o período de águas baixas (Figura 65) a média de concentração do elemento foi de 0,0020 mg/L com variação entre 0,0002 mg/L (amostra 27) na Ilha das Pombas e máxima de 0,0195 mg/L (amostra 54) na Ilha Chapéu Velho. Segundo a Resolução CONAMA 357/2005 o VMP de Cobre para rios de classe 2 é de ,009 mg/L, portanto para período de águas baixas a amostra 54 está acima do VMP.

O período de cheias (Figura 66) teve como média de concentração 0,0020 mg/L, as amostras variam entre mínima de 0,0006 mg/L (amostra 146) na Praia da Carioca e máxima de 0,0121 mg/L na Ilha Chapéu Velho (amostra 121). Nota-se que houve menor concentração durante este período sendo que a presença de chuvas durante o período favoreceu a diluição do elemento.

Zanetti (2009) encontrou durante período de águas baixas a concentração no valor de 0,007 mg/L, estando abaixo do VMP para o elemento Cobre. Por outro lado, as análises das amostras do Arquipélago Carioca no Alto Paraná apresentam concentrações acima das realizadas pela referida autora como o valor de 0,019 na Ilha Chapéu Velho.

AZEVEDO (2005) e PEDROZO (2003) em estudos geoquímicos de cobre total e dissolvido, verificou que a parte dissolvida pode estar complexada com carbono orgânico e substâncias húmicas. O cobre complexado a substâncias húmicas são bem estáveis.

Gráfico 29 - Distribuição de Cobre durante período de águas baixas cheias no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná.

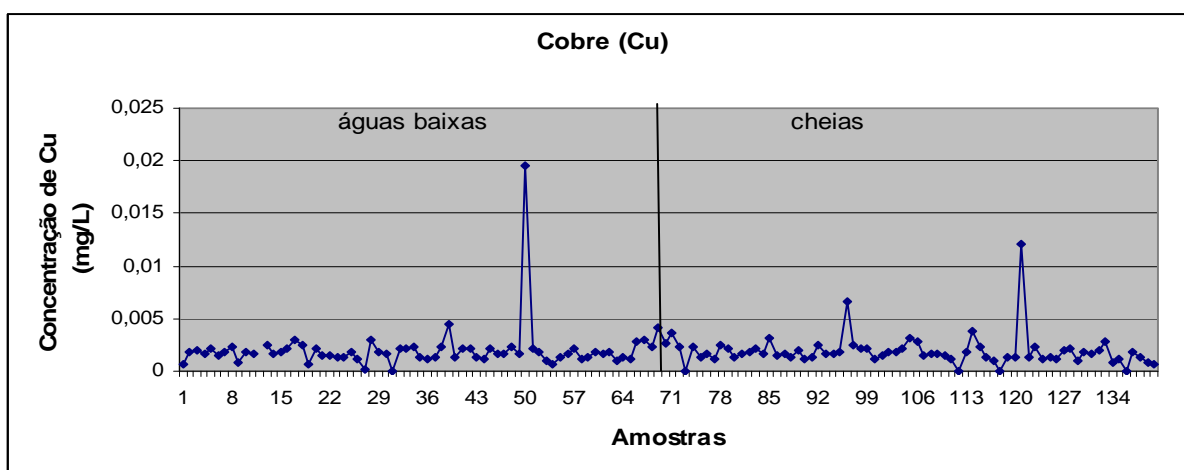


Figura 63 - Distribuição de Cobre durante período seco no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná.

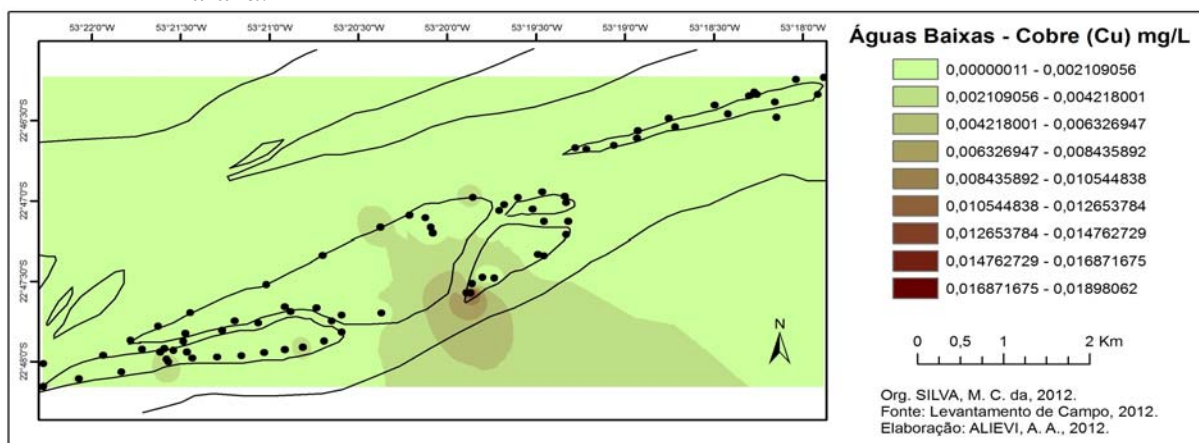
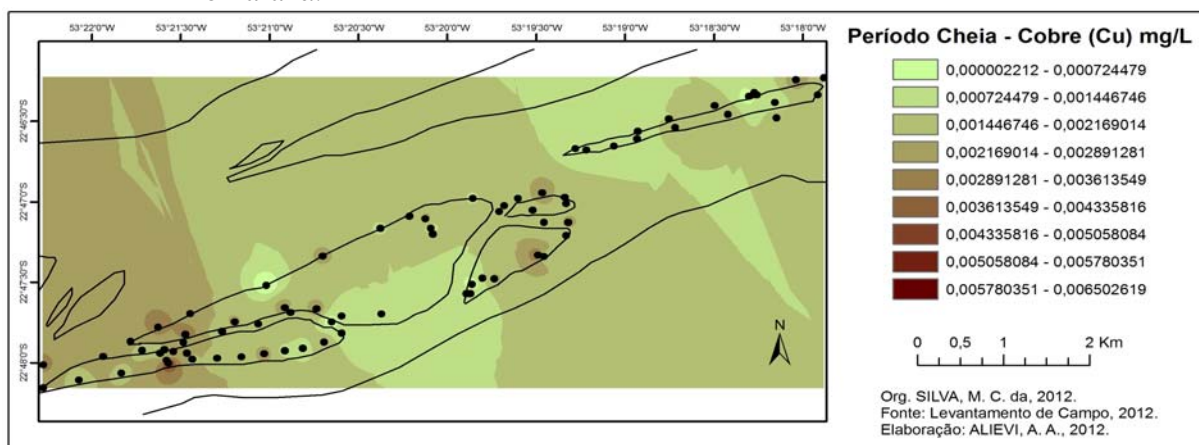


Figura 64 - Distribuição de Cobre durante período de cheias no Arquipélago Carioca no Alto Rio Paraná.



O quadro 6 é comparativo entre as pesquisas realizadas no Alto Rio Paraná. As concentrações máximas e mínimas dos elementos analisados em ICP-MS das coletas realizadas em Ilhas e Lagoas próximas a Porto Rico – PR

Quadro 6 - Comparativo das concentrações hidrogeoquímicas das coletas realizadas no Alto Rio Paraná em proximidades com Porto Rico – PR e lagoas do Mato Grosso do Sul

| Hidrogeoquímica no Arquipélago Carioca, Ilhas Mutum, Porto Rico, Lagoas e Rio E Rio Baía - Alto Rio Paraná em período de Águas Baixas e Cheias | | | | | | | | | | |
|---|------------------------|----------------------|--------|-------------------------|---------|---------------------|--------|-------------------------|---------|--|
| | | Período Águas Baixas | | | | Período de Cheias. | | | | |
| Elemento Químico | VMP (CONAMA/2005) mg/L | Arquipélago Carioca | | Mutum/Porto Rico/Lagoas | | Arquipélago Carioca | | Porto Rico/Mutum/lagoas | | |
| | | Máxima | Mínima | Máxima | Mínima | Máxima | Mínima | Máxima | Mínima | |
| Sódio (Na) | 200mg/L | 6,45 | 1,44 | 4,18 | 1,24 | 4,13 | 1,15 | 12,1 | 0,9 | |
| Potássio (K) | | 3,47 | 0,57 | 6,9 | 0,54 | 2,01 | 0,64 | 10,1 | 0,4 | |
| Silício (Si) | | 6,46 | 0,017 | 18,06 | 0,1 | 5,96 | 1,81 | 2,09 | 0,07 | |
| Magnésio (Mg) | | 2,61 | 0,605 | 2,71 | 0,34 | 4,53 | 1,46 | 1,07 | 0,02 | |
| Cálcio (Ca) | | 7,53 | 1,54 | 6,42 | 1,38 | 4,53 | 1,46 | 3 | 0,07 | |
| Estrôncio (Sr) | | 0,054 | 0,01 | 0,042 | 0,009 | 0,03 | 0,011 | 0,02 | 0,001 | |
| Zinco (Zn) | 0,18 | 0,0506 | 0,001 | 0,427 | 0,003 | 0,092 | 0,001 | 0,016 | 0,0002 | |
| Chumbo (Pb) | 0,01 | 0,086 | 0,0002 | 0,137 | 0,001 | 0,062 | 0,001 | 0,004 | 0,001 | |
| Níquel (Ni) | 0,025 | 0,0025 | 0,0001 | 0,006 | 0,0001 | 0,001 | 0,0002 | 0,038 | 0,011 | |
| Manganês (Mn) | 0,1 | 0,028 | 0,0001 | 0,173 | 0,001 | 0,018 | 0,0018 | 0,114 | 0,001 | |
| Ferro (Fe) | 0,3 | 0,453 | 0,0003 | 7,66 | 0,05 | 0,583 | 0,001 | 3,04 | 0,06 | |
| Alumínio (Al) | 0,1 | 0,295 | 0,003 | 7,22 | 0,067 | 0,148 | 0,013 | 0,08 | 0,01 | |
| Cádmio (Cd) | 0,001 | 0,0022 | 0,0003 | 0,005 | | 0,015 | 0,0002 | | | |
| Fósforo (P) | 0,05 | 0,079 | 0,0015 | 0,213 | 0,002 | 0,285 | 0,0006 | 0,05 | | |
| Cromo (Cr) | 0,05 | 0,005 | 0,0001 | 0,003 | < 0,003 | 0,0026 | 0,0002 | < 0,003 | < 0,003 | |
| Bário (Ba) | 0,7 | 0,033 | 0,01 | 0,173 | 0,02 | 0,031 | 0,009 | 0,06 | 0,001 | |
| Cobalto | 0,05 | 0,0002 | 0,0002 | 0,011 | 0,005 | 0,012 | 0,0002 | 0,001 | <0,005 | |
| Cobre | 0,009 | 0,019 | 0,0002 | 0,007 | <ld | 0,012 | 0,006 | 0,002 | <ld. | |

Fonte: Zanetti, 2009; Levantamento de campo, 2011/2012.

Readaptado: Mariana Cristina da Silva.

ld: limite de detecção.

Fonte: Levantamento de campo/Alto Rio Paraná e análises em ICP/MS e FAAS/ Unesp: Rio Claro

CONSIDERAÇÕES FINAIS:

A Geografia da Saúde se tornou uma área de grande importância para relacionar causas ambientais e doenças ligadas a estas causas. Os estudos mostram dados de internações de 8 grupos de doenças do CID dos municípios lindeiros da 14ª Regional de Saúde do Paraná, a saber: Porto Rico, Marilena, Querência do Norte e São Pedro do Paraná. Os dados levantados são importantes para verificar as causas das doenças nas regiões próximas ao Alto Rio Paraná.

Avaliando a Regional de Saúde, as doenças do grupo respiratório são causas de internações mais frequentes e o município de Alto Paraná é o que concentra maior taxa de internações.

Doenças circulatórias ocorrem com maior frequência em Sta Izabel do Ivaí, sendo o grupo com segunda maior taxa de internações durante os períodos de 2001 a 2011. As doenças infecciosas e parasitárias apresentam muitos casos de internações em Paraíso do Norte.

Os grupos de doenças do aparelho digestivo, genitourinários, endócrinas, nutricionais e metabólicas, sistema nervoso e neoplasias possuem taxas menores de internações.

Com antecedência, quatro municípios pertencentes a 14ª RSP estão as margens do Alto Rio PR: Marilena, Porto Rico, São Pedro do Paraná e Querência do Norte. Uma investigação com maior detalhe só obteve êxito com dados do DATASUS em 3 municípios: Porto Rico, Marilena e Querência do Norte. Os dados de São Pedro do Paraná não estavam online durante esta pesquisa.

As doenças do grupo respiratório são as maiores causas de internações entre os outros grupos e suas taxas mais frequentes em Marilena-PR. Na sequência doenças infecciosas e parasitárias e genitourinárias no município Porto Rico/PR. Querência do Norte apresenta maior taxa para doenças circulatórias.

Uma pesquisa ampliada realizada nos prontuários de atendimento do Hospital Municipal de Porto Rico, mostra número internações de doenças do grupo respiratório com maior frequência por doenças crônicas de vias aéreas superior, doença pulmonar obstrutiva crônica e Pneumonia. Em Porto Rico o estudo foi iniciado por Zanetti (2009) analisando-se dados a partir de 2001 até 2008. Esta pesquisa promoveu sua continuidade com dados de 2009 a 2011. Diarréia e gastroenterite é a segunda maior causa de

internações durante período investigado seguidas por calculose renal e pielonefrite (grupo de doenças genitourinárias) e doenças cardiovasculares.

Os dados de saúde avaliados mostram que as doenças respiratórias são mais frequentes na Regional de Saúde do Paraná, bem como nos municípios que margeiam o Alto Rio Paraná e nos prontuários avaliados no Hospital em Porto Rico. O grupo de doenças infecciosas e parasitárias é a segunda mais frequente em Porto Rico nos dados dos prontuários hospitalares e entre os municípios da margem do Alto Rio Paraná.

Doenças circulatórias entre elas a Insuficiência Cardíaca e as Doenças Genitourinárias como calculose renal e pielonefrite, apontam importantes percentuais de internações no Hospital Municipal de Porto Rico.

Zanetti(2009) ao realizar estudos de saúde coletiva em Porto Rico/PR também verificou que o maior percentual de internações por doenças são do sistema respiratório (18,21%), diarreia e gastroenterite (9,89%), calculose renal (6,04%) e insuficiência cardíaca 4,64%). Os percentuais mostram a frequência de grupos de doenças semelhantes ao deste trabalho, permanecendo os casos de internações no Hospital de Porto Rico.

Entre os parâmetros físicos analisados, a temperatura das amostras tiveram variações entre 25,16 e 29,59°C, sendo de importância análise pois algumas substâncias químicas são influenciadas pela temperatura e pode relacionar – se com pH de forma positiva.

Outro parâmetro físico de análise é o pH, a maioria das amostras se encontram dentro dos padrões para águas superficiais entre 6,5 e 9,0. Uma amostra um pouco mais ácida produziu valor de 4,33 em um resaca na Ilha Carioca, que pode estar relacionado a maiores concentrações de matéria orgânica. As amostras com valores acima de 10 foram descartados por erros analíticos.

Os valores para turbidez das amostras desta pesquisa variaram entre 3,52 e 457 UNT. Estes valores estão dentro daqueles permitidos para águas naturais. Importante ressaltar que a turbidez não está indicando poluição nessas águas, sob esta ótica.

Os parâmetros químicos analisados in situ de oxigênio dissolvido se encontram dentro dos valores máximos permitidos. Por outro lado, no período de cheias, os valores se encontram entre 12,05 mg/L e 35,14 mg/L acima do máximo permitido, indicando uma presença maior de atividade bacteriológica na região.

Entre os elementos químicos analisados das amostras coletadas nas ilhas do Arquipélago Carioca, alguns apresentaram concentrações acima do máximo permitido pela Resolução CONAMA 357/2005 a saber: chumbo, ferro, alumínio, cádmio, fósforo e cobre.

O elemento chumbo apresentou concentrações acima do VMP na Ilha das Pombas e Ilha 3 que são próximas e frequentadas por moradores. Algumas apresentaram picos máximos de Cádmio acima do VMP nas Ilhas Carioca e Ilha 3, também frequentadas por moradores.

O Ferro também apresentou – se acima do máximo permitido durante período de águas baixas e cheias nas Ilhas Carioca e Praia da Carioca. A praia da Carioca é muito freqüentada por turistas, bem como pelos moradores da região lindeira, sendo frequente a ação antrópica no local.

A Ilha Carioca e a das Pombas também obtiveram altas concentrações de alumínio, as quais se apresenta em ressacos característicos por aumentar a concentração devido a pouca mobilidade e fluxo de água. A Ilha Carioca também apresentou amostras com picos para elemento cádmio, os valores não apresentaram-se muito acima do VMP mas podem ser prejudiciais para os ilhéus. O cádmio também esteve presente na Ilha 3.

Fósforo também está acima do permitido pela Resolução CONAMA 357/2005 na Ilha Carioca e ressacos da Ilha das Pombas. O VMP é de 0,05 mg/L contrasta com os picos de 0,07 e 0,28 mg/L. Também altas concentrações de cobre foram assinaladas na Ilha das Pombas e Chapéu Velho frequentada por ilheus, turistas e pescadores.

Os dados obtidos até o momento, quando comparados aos de Zanetti (210) para porção à montante do Arquipélago Carioca, mostram uma constância temporal e local de concentrações excessivas de Al, Pb, Cd e Fe. Contudo, existem fortes indícios de teores em excesso de Zn, Mn, Cu e P de ocorrência cíclica, a qual deve ser investigada futuramente na busca de um padrão temporal e geocientífico.

As concentrações excessivas de Pb e Cd devem estar relacionadas a atividade antrópica ou ainda por uso de agroquímicos e lançamento de efluentes sanitários das regiões próximas ou a montante das ilhas. O elemento chumbo pode causar diarreia e gastroenterites, um importante fator além da deficiência de saneamento básico. O elemento Cádmio pode ser indutor de deficiências renais e cardiovasculares.

Embora o Alumínio se relacione com doenças do sistema nervoso e, apesar de alguns picos assinalados há um impacto muito significativo na região nesta categoria de doenças.

Concentrações excessivas de cobre no organismo relaciona-se com diarreia, vômito, lesões do fígados, frequência respiratória, podendo ser um dos responsáveis por esses grupos de doenças assinalados nos municípios nos municípios da vertente paranaense do Alto Paraná e no Hospital Municipal de Porto Rico.

O elemento ferro é importante ao organismo e pode apresentar alguns riscos biológicos em excesso ou na sua ausência como por exemplo casos de anemia ferropriva, anorexia, e complicações do baço e fígado levando a cirrose hepática. O fósforo elementar pode ser prejudicial ao sistema nervoso central relacionando com doenças deste tipo de sistema..

A presença excessiva de certas concentrações químicas presentes no rios, também são influenciadas pela dinâmica das barragens das usinas hidrelétricas, bem como hidroclimáticas. Fatores antrópicos adicionais são frequentes também sendo necessário um acompanhamento mais aprofundado.

Recomenda-se a continuidade de estudos que possam aprofundar os dados de internações em hospitais de outros municípios da Regional de Saúde de Paranaíba, na busca de aprimoramento do sistema de saúde coletiva local e regional, visando uma atuação de cunho essencialmente preventivo através do planejamento de áreas de risco à saúde ambiental.

REFERÊNCIAS

Agency for Toxic Substances and Disease Registry – ATSDR. Interaction Profile for: arsenic, cadmium, chromium, and lead. U.S. Department of Health and Human Services. Public Health Service, may 2004. Disponível em: <[http:// www.atsdr.cdc.gov](http://www.atsdr.cdc.gov) >. Acesso em 16/07/2011.

AGOSTINHO, Ângelo A.; RODRIGUES, Liliana; GOMES, Luis C; THOMAZ, Sidinei M; MIRANDA, Leandro E. **Structure and functioning of the Paraná River and foodplain: LTER – Site 6 – (PELD- sítio 6)**. Maringá: EDUEM, 2004.

AGOSTINHO, Ângelo A.; ZALEWSKI, Maciej. **A planície Alagável do Rio Paraná: Importância e preservação**. Maringá: EDUEM, 1996.

ALVES, et.al. Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó, Estado do Paraná, por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. **Acta Scienc Technologic**: ano 2008, v. 30, n.1, p.39-48.

ANA. Agencia Nacional de Água. Dados hidrológicos. Disponível em:<<http://ana.gov.br.htm>> . Acesso em 18/07/2011.

ANVISA. Portaria n. 518, de 25/03/2004. Estabelece os procedimentos relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**, Brasília , DF, 26 de março de 2004. Disponível em <http://www.anvisa.gov.br/legis/port/51804.htm>. Acesso em 12/11/2011.

ARAÚJO, P. R. **Interação Hidrogeoquímica de Geografia da Saúde na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia, Zona Norte de Londrina – PR**. 2006. Dissertação (Mestrado em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2006.

AYOADE, J.O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 4ªed., 1996.

BALDO, Maria C. **Variedade pluviométrica e a dinâmica atmosférica na bacia hidrográfica do Rio Ivaí** (Tese de Doutorado). Presidente Prudente, 2006, p. 4 – 10.

BALESTRINI, Renata S. **Análise fitossociológica da Ilha Carioca, Alto Rio Paraná, utilizando método de parcelas e pirâmide de vegetação**. (Dissertação de Mestrado), Londrina, 2012.

BARCELLOS, C.C; SABROZZA, P.C.; PEITER, P. Organização Espacial, Saúde e Qualidade de Vida: Análise Espacial e Uso de Indicadores na Avaliação de Situações de Saúde. **Informe Epidemiológico do Sistema Único de Saúde**: ano 2002; v.11, nº3, p.129-138.

BARRETO, Sônia R.G. **Estudos da variabilidade temporal dos parâmetros físico – químicos e dos metais da caracterização de uma lagoa na Planície de Inundação do Alto Rio Paraná** (Tese de Doutorado), Maringá, 2001, p.23 – 68.

BENTO, Elisa S. **Hidrogeoquímica e modelo hidrogeológico de águas subterrâneas no baixo curso do Rio Macaé**. 2006. Dissertação (Mestrado do Programa de Pós Graduação em Geociências – Instituto de Geociências da UFRJ) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

BERINGH, S.B.; SANTOS, H.G. dos (Ed). **Mapa de Solos Estado do Paraná: legenda atualizada**. Editora Embrapa Solos, 2006. CDROOM.

BONETTO, A.A. The Paraná River system. In: DAVIES, B.R.; WALKER, K.F. (Ed.). **The ecology of river systems**. Dordrecht: Dr. W. Junk Publishers, 1986. p. 541-597.

BOUSQUAT, A.; COHN, A. A dimensão espacial nos estudos sobre saúde: uma trajetória histórica. **História, Ciências, Saúde**. Manguinhos. V. 11(3): 549-68, set-dez. 2004.

BRANCO, Samuel M. Água, Meio ambiente e saúde. In: REBOUÇAS, Aldo C; BRAGA, Benedito; TUNDISI, José. **Águas doces no Brasil**. São Paulo: Ed. Escrituras, 1999. p. 227 – 248.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria 2914, de 12 de Dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 12 de Dezembro de 2011.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 9 de Janeiro de 1997. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/Legislacao/docs/lei9433.pdf>. Acesso em 12 de Julho de 2011.

BRASIL. República dos Estados Unidos do Brasil. Código de Águas. Decreto n. 24.643, de 10 de julho de 1934. Coleção de Leis de 1934, Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, v.4., p.679, 1936.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução 020, de 18 de junho de 1986. Inaugura no âmbito nacional, a gestão de qualidade de águas e que, por sua importância e seus reflexos, na Política Nacional de Recursos Hídricos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 30 de julho de 1986. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>. Acesso em 12 de julho de 2011.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução 357, 17 de março de 2005. Trata do enquadramento dos corpos hídricos superficiais para captação (mananciais de abastecimento) e regulamenta parâmetros para lançamento de efluentes. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/praias/res_conama_357_05.pdf >. Acesso em 12 de julho de 2011.

CAMPOS, João B.; SOUZA, Maria C. Vegetação. In: VAZZOLER, Anna E. A.M; AGOSTINHA, Angelo A; HAHN, Norma S. **A planície de inundação do Alto Rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. Maringá: UEM, 1997. p. 330 – 342.

CANESSO, Renata. **Impacto Socioambiental e aspectos da Geografia da Saúde em Porto Rico (PR), Alto Rio Paraná**. (Dissertação de Mestrado). Londrina, 2009.

CARVALHO, Márcia S; ZEQUIM, Maria A; IWAKURA, Maria L.H. Geoprocessamento em Saúde: uma ferramenta de auxílio as gestores de saúde. In: CARVALHO, Márcia S. **Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Londrina, 2003. p.127-140.

CASTRO, Paulo H.M. **Caracterização e mapeamento em escala 1:100.000 dos solos das Ilhas Mutum e Porto Rico, Alto Rio Paraná, PR/MS**. (Dissertação de Mestrado), Londrina, 2012.

CENTENO, Jose. A; MULLICK, Florabel G; ISHAK, Kamal G; FRANKS, Teri J; BURKE, Allen; KOSS, Michael N; PERL, Daniel P; TCHOUNWOU, Paul B; PESTANER, Joseph P. Environmental Pathology. In: SELLINUS, Olle; ALLOWAY, Bryan; CENTENO, Jose A; FILKELMAN, Robert B; FUGE, Roun; LINDH, Ulf; SMEDLEY, Pauline. **Essentials of Medical Geology: impacts of the natural environment of public health**. California: ELSEVIER, 2005. p. 563 – 594

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Províncias hidrogeológicas do Brasil. 2009. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br>.

CHASIN, Alice A. M; CARDOSO, Luisa M. N. Cádmiu. In: AZEVEDO, Fauto A; CHASIN, Alice A.M. **Metais gerenciamento de toxicidade**. São Paulo: Ed. Atheneu .p.263-298. 2003

CORTECCI, G. **Geologia e Salute**. Disponível em <http://www.igg.cnr.it/geologia_e/geologia&salute.htm>. Acesso em 15/05/2011.

CUSTODIO, E. LHAMAS, M.R. **Hidrologia subterrânea**. Barcelona: Omega, 2ª ed., v.1, 1983.

DAHI, E. **Water supply in developing countries: problems and solutions**. Lyngby: Eds. Technical, University of Denmark, 1992.

DATASUS. Banco de dados do Ministério da Saúde. Disponível em: <<http://www.datasus.gov.br>>. Acesso em 27/08/2011.

EMBRAPA(Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2005.

FERNANDES, Luis A. **Estratigrafia e evolução geológica da parte oriental da Bacia Bauru (Ks, Brasil)**. (Tese de Doutorado). Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

FERNANDES, Luis A.; CASTRO, Alice B.; BASILICI, Giorgio. Seismitis in continental sand sea deposits of the late Cretaceous Caiua Desert, Bauru Basin, Brazil. **Sedimentary Geology**, v. 199, p.51-64, 2007.

FERNANDES, L.A.; COIMBRA, A.M. Revisão estratigráfica da parte oriental da Bacia Bauru (Neocretáceo). **Revista Brasileira de Geociências**, v.30, p. 723-724, 2000.

FERREIRA, M. E. M. Costa. **“Doenças Tropicais”: o clima e a saúde coletiva**.

Alterações climáticas e ocorrência de malária na área de influência do reservatório de Itaipu, PR. Terra Livre, SP: ano 19, v. I, nº 20, jan./jul. 2003.

FRANÇA, Valmir. **Análises das influências dos pulsos das inundações no Geossistema da subbacia do Alto Curso do Rio Paraná, região de Porto Rico (PR) e Taquaruçú (MS)** (Tese de Doutorado). 1998. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, p. 54- 120, 1998.

FIGUEIREDO, B. R. **Minérios e Ambiente**. Campinas: Editora UNICAMP, 2000.

FREITAS, Carlos Machado; PORTO, Marcelo Firpo. **Saúde, Ambiente e Sustentabilidade**. Rio de Janeiro, Editora FIOCRUZ, 2006. 124 p.

FRIZZO, Sergio J. Elementos químicos em águas de abastecimento público no estado do Ceará. In: SILVA, Cássio R; FIGUEIREDO, Bernardino R; CAPITANI, Eduardo M; CUNHA, Fernanda G. **Geologia Médica no Brasil: efeitos dos materiais e fatores geológicos da saúde humana, animal e meio ambiente**. Rio de Janeiro: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, p.183 – 191. 2006.

GARCIA, Felipe F. **Manual de climatologia aplicada. Clima, Meio Ambiente y Planificación**. Madrid: Editorial Sintesis S.A, 1996.

GARRET, Robert G. Natural Distribution and abundance of elements. In: SELLINUS, Olle; ALLOWAY, Bryan; CENTENO Jose A; FILKELMAN, Robert B; FUGE, Roun; LINDH, Ulf; SMEDLEY, Pauline. **Essentials of Medical Geology: impacts of the natural environment on public health**. Califórnia: ELSEVIER, 2005. p.17-41.

GUIDICINI, G.; FERNANDES DA SILVA, R. Sobre a existência de uma extensa bacia de acumulação de rudáceos na região de Três Lagoas, sudeste de Mato Grosso. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA**, 26., 1972, Belém. Anais. Belém, PA: SBG, 1972. p. 155-165.

GUTIERREZ, P.R.; OBERDIECK, H. Concepções sobre a saúde e a doença. IN: ANDRADE, S.M.; SOARES, D.A.; CORDONI JR., Luiz. **Bases da Saúde Coletiva**. Londrina: UEL, 2001.

GUYTON, A.C. **Fisiologia Humana**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 1988.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – 2000. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>. Acesso 12/03/2011.

INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais); CPTEC (Centro de Previsão de Tempo e estudos climáticos). Disponível em <<http://www.enos.cptec.inpe.br>. Acesso 16/08/2010.

JUNQUEIRA, R.D. Geografia Médica e Geografia da Saúde. **HYGEIA – Rev. Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, ____, v.5, n.8, p. 57 – 91, junho.2010.

JUSTUS, J.O. **Subsídios para interpretação morfogênética através da utilização de imagens de radar**. 1985. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Salvador.

LICHT, OTÁVIO A. B. **Prospecção Geoquímica: Princípios, Técnicas e Métodos**. Curitiba: Edição CRPM – Serviço Geológico do Brasil, 1995.

LITCH, OTAVIO A.B. **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 saúde no**

estados do Paraná, Brasil. 2001. Tese de Doutorado – Universidade Federal do Paraná, Curitiba – Paraná.

LICHT, OTAVIO A. B. Geologia Médica. In: SILVA, Cássio R; FIGUEIREDO, Bernardino R; CAPITANO, Eduardo M; CUNHA, Fernanda, G. **Geologia Médica no Brasil: efeitos dos materiais e fatores geológicos na saúde humana, animal e meio ambiente.** Rio de Janeiro: CPRM – Serviço Geológico do Brasil. p. 21-35. 2006.

LIMA NETO, J.E. **Geografia e Saúde.** 2000. Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo, São Paulo. 2000.

MARTINS, Isarita. Manganês. In: AZEVEDO, Fauto A; CHASIN, Alice A. M. **Metais gerenciamento da toxicidade.** São Paulo: Ed. Atheneu, 2003. p. 67 -97.

MARTINS JR., J.C.G.; PINESE, J.P.P. Meio ambiente e saúde coletiva: abordagens em geologia geral. In: SIQUEIRA, Márcia S. **Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento.** Londrina: a AUTORA, 2003. p. 105 – 125.

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

MINERAIS DO PARANÁ S.A – MINEROPAR. **Geoquímica do solo – Horizonte B:** relatório final de projeto. Curitiba, 2005.

NASAKU, L. **Recursos minerais do rio Paraná a montante de Guaíra.** 1998. Tese de Doutorado - IGCE, UNESP, Rio Claro, 1998.

ODUM, Eugene. P. **Fundamentos de Ecologia.** 7 ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2004.

OMS. **Elementos traço na nutrição e saúde humanas.** Organização Mundial da 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. Título Original: Trace Elements in human nutrition and health.

_____. Guidelines for drinking water quality, 2 nd. Volume 1. Recommendations. Volume 2. Healt criteria and other suportyng information. Geneva, World healt Organization, v.1, 1993; vol.2 in press. In OMS. **Elementos traço na nutrição e saúde humanas.** Organização Mundial da Saúde;|tradução Andréa Favano|. São Paulo: ROCA, 1998.

OKA – FIORI, Chisato; SANTOS, Leonardo J.C.; CANALI, Naldi E.; FIORI, Alberto R.; SILVEIRA, Claudinei T.; BRISKI, Sandro J.; FELIPE, Rogério S. **Atlas Geomorfológico do Estado do Paraná.** Curitiba: MINEROPAR, 2006.

OLIVEIRA, Janaina P. Níquel. In: AZEVEDO Fauto A; CHASIN, Alice A.M. Metais gerenciamento da toxicidade. São Paulo: Ed. Atheneu, 2003. p. 127 – 142.

Organização Mundial da Saúde, Genebra. **Elementos traço na nutrição e saúde humanas.** São Paulo: Ed. Roca, 1998.

PARANÁ (Estado). Secretaria de Estado de Saúde. Disponível em < www.sesa.pr.gov.br>. Acesso em 15/07/2012.

PEDROZO, Maria. F.M. Cobre. In: AZEVEDO, Fauto A; CHASIN, Alice A.M. **Metais gerenciamento da toxicidade**. São Paulo: Ed. Atheneu, p. 143- 185. 2003.

PEITER, Paulo C. A geografia da Saúde na faixa de fronteira continental do Brasil na passagem do milênio. 2005. 314f. Tese de Doutorado – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2005.

PETRI, S; FÚLFARO, V.J. **Geologia do Brasil (Fanerozóico)**. Editora da Universidade de São Paulo. São Paulo:1983.

PIRES, J.D. **Legislação Ambiental: Recursos Hídricos – finalidades, aplicações, eficácia e abrangência**. Monografia (Especialização em Análise Ambiental em Ciências da Terra). Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2006.

PIRES, Ewerton O. **Geografia da Saúde e Geologia Médica com instrumento de planejamento e gestão em saúde ambiental: o caso de anomalias de flúor e da fluorose dentária em Itambaracá – PR**. (Dissertação de Mestrado), Londrina, 2008.

PINESE, J.P.P.; MARTINS JR, J.C.G. Riscos ambientais geogenéticos na utilização das águas subterrâneas para o consumo humano sem análise geoquímica prévia. In: CARVALHO, Márcia Siqueira de (Org.). **Geografia, Meio Ambiente e Saúde em Londrina**. Londrina: Edições Humanidades, 2005.

RIBEIRO, H. Geografia da saúde e da doença aplicada à poluição do ar em São Paulo. IN: RIBEIRO, H. **Olhares Geográficos: meio ambiente e saúde**. São Paulo: SENAC, 2004.

RIBEIRO, Eduardo A.W. Perspectiva dos Pesquisadores da Geografia Médica e da Saúde: Entrevista com Prof. Samuel Carmo Lima. **Rev. Brasileira da Geografia Médica e da Saúde**, Presidente Prudente, v. 6, n.10, p. 90- 92, junho. 2010.

ROCHA, P.C.; FERNANDEZ, O.V.Q.; SOUZA FILHO, E.E., Abrangência de Enchentes Sobre a Planície Aluvial do Rio Paraná Entre Porto Primavera-MS e Porto Camargo-PR. Bol Resumos **IV Simpósio de Geologia do Sudeste**. Águas de São Pedro-SP. 1995.

ROEKENS, Z.K; GRIELI, V.R. **Analysis of rain water by differential pulse stripping voltammetry in nitric acid medium**. Acta, 2004. p. 179-187, 1988.

ROJAS, L.I. Geografia y salud: temas y perspectivas em América Latina. In: **Caderno de Saúde Pública**. Rio de Janeiro, v.14, n.4, p. 701-711, 1998.

ROJAS, L.I. Geografía y salud. Entre Historias, Realidades y Utopias. **Caderno Prudentino de Geografia**. n.25, 2003

SANTOS. Noções de Hidrogeoquímica in Feitosa, F.A.C & FILHO J.M. **Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações**. Fortaleza: CRPM, p. 81- 108. 1997.

SANTOS, C.R. Alumínio. In. AZEVEDO, F.A.; CHASIN, A.A.M. **Metais Gerenciamento da Toxicidade**. São Paulo: Ed. Atheneu, p.1-34. 2003.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; OLIVEIRA, J.B.; COELHO, M.R.; LUMBRERAS, J.R.; CUNHA, T.J.F. (Ed.). **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

SCARPELI, W. **Introdução à Geologia Médica**. São Paulo: I FENAG. IG/USP, 2003. Disponível em <[http:// www.cprm.gov.br/pgagem.artigoind.html](http://www.cprm.gov.br/pgagem.artigoind.html)>. Acesso em 12/03/2011.

SCLIAR, M. História do Conceito de Saúde. *Physis: Rev. Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, 17 (1): 29 – 41, 2007.

SECRETARIA DO ESTADO DE SAÚDE DO PARANÁ. SESA/PR. **Indicadores de saúde do Estado do Paraná**. período 2001 a 2011. 2012.

SELLINUS O. Geologia Médica. In SILVA, Cássio R; FIGUEIREDO, Bernardino R; CAPITANI, Eduardo M; CUNHA, Fernanda G. **Geologia Médica no Brasil: efeitos dos materiais e fatores geológicos na saúde humana, animal e meio ambiente**. Rio de Janeiro: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, p. 01-05. 2006.

SILVA, Carlos S. Cromo. In: AZEVEDO, Fauto A; CHASIN, Alice A.M. **Metais gerenciamento de toxicidade**. São Paulo: Ed. Atheneu, 2003. p. 35 – 66.

SILVA, Cássio R.; FIGUEIREDO, Bernardino R; CAPITANI, Eduardo M; CUNHA, Fernanda G. Geologia Médica no Brasil. In: **Geologia Médica no Brasil: efeitos dos materiais e fatores geológicos na saúde humana, animal e meio ambiente**. Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, p. 21-35. 2006.

SILVA, Erasmo S. Zinco. In: AZEVEDO, Fauto A; CHASIN, Alice. A.M. **Metais gerenciamento da toxicidade**. São Paulo: Ed. Atheneu, p.187- 202. 2003.

SKURIHIN, I.M. **Methods of analysis for toxic elements in food products. 1. Mineralization methods to determine heavy metal and arsenic**. Journal association of analytical chemistry, v. 72, p.294, 1989.

SOUZA FILHO, Edvard E; CORREA, Geraldo T; DESTEFANI, Edilaine V. TEIXEIRA, Aracy E; ROCHA, Paulo C. Bank erosion downstream Porto Primavera Dam. In: AGOSTINHO, Ângelo A; RODRIGUES, Liliana; GOMES, Luis C; THOMAZ, Sidinei M; MIRANDA, Leandro E. **Structure and functioning of the Paraná River and its floodplain: LTER- Site 6 - (PELD – Sítio 6)**. Maringá: EDUEM, 2004. p. 25 – 30.

SOUZA FILHO, Edvard E; STEVAUX, Jose C. **A planície alagável do Alto Rio Paraná: aspectos geológicos e morfológicos**. Universidade Estadual de Maringá, 2003. Disponível em: <<http://www.peld.uem.br/Relat2003/pdf/Geologia.pdf>> Acesso em 02/08/2010.

SOUZA FILHO, Edvard E; STEVAUX, Jose C. **O componente físico da Planície Alagável do Alto Rio Paraná**. Universidade Estadual de Maringá, 2000. Disponível em: <http://www.peld.uem.br/Relat2000/peld-reltec-Comp_fisico> Acesso em 02/08/2010.

SOUZA FILHO, Edvard E.; STEVAUX, Jose C. Geologia e Geomorfologia do complexo rio Baía, Curutuba e Ivinheima. IN: VAZZOLER, Anna E.A.M.; AGOSTINHO Ângela A.; HAHN, Norma S. **A planície de inundação do Alto Rio Paraná. : aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. Maringá: UEM, 1997.

STEVAUX, J.C. O Rio Paraná: **Geomorfogênese, Sedimentação e Evolução Quaternária do seu Curso Superior** (região de Porto Rico – PR). 1993. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências/USP. São Paulo/SP, 1993.

SZIKSZAY, Maria. Dados Hidrogeoquímicos de rios da Bacia do Paraná. **Boletim IG:** Instituto de Geociências/USP, v.4. p.97-108, 1973.

TAMBELLINI, Anamaria T.; CÂMARA, Volney M. A temática saúde e ambiente no processo de desenvolvimento do campo da saúde coletiva: aspectos históricos, conceituais e metodológicos. **Rev. Ciência & Saúde Coletiva**, v.3. p.47 – 59, 1998.

TAMBELLINI, A.T. Notas provisórias sobre uma tentativa de pensar a saúde e suas relações com o ambiente. **Por uma rede de Trabalho, Saúde e Modos de Vida no Brasil**. Rio de Janeiro: Fiocruz 2 (1-2). p. 12-16.

THOMAZ, S.M., ROBERTO, M.C. & BINI, L.M. 1997. Caracterização Limnológica dos Ambientes Aquáticos e Influência dos Níveis Fluviométricos. In: Vazzoler, A.E.A.M., Agostinho, A.A. and Hahn, N.S. (eds), **A Planície De Inundação Do Alto Rio Paraná**. UEM-Nupelia, Maringá-PR.

TUNDISI, J.G. Gerenciamento integrado de bacias hidrográficas e reservatórios – Estudo de caso e perspectivas. In: **Ecologia de reservatórios: impactos comerciais, ações de manejo e sistemas em cascata**. São Carlos: Rima, 2005. p.01-21.

VIEITES, R.G.; FREITAS, I.A. de PAVLOVSKI e SORRE: Duas importantes Contribuições à Geografia Médica. **Ateliê Geográfico**, Goiânia – GO, v.1, n.2, dez/2007.

ZANETTI, K. **Considerações hidroclimáticas e hidrogeoquímicas do município de Porto Rico(PR) e relações com a saúde coletiva no Alto Rio Paraná**. Dissertação (Mestrado em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento). Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2009.

WHO – World Health Organization, 1991. Nickel. Geneva, Environmental Health Criteria, 180. Disponível em: <http://incchem.org/documents/ehc/ehc/ehc180.htm>>. Acesso: 17/07/2011.

WHO – World Health Organization, 1995. Inorganic Lead. Geneva, Environmental Health Criteria, 165. Disponível em: <http://incchem.org/documents/ehc/ehc/ehc165.htm>¹ >. Acesso: 17/07/2011.

WHO – World Health Organization, 1997. Aluminium. Geneva, Environmental Health Criteria, 194. Disponível em: <http://incchem.org/documents/ehc/ehc/ehc180.htm>. Acesso: 17/07/2011.