



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

DOUGLAS AMBIEL BARROS GIL DUARTE

**GEOGRAFIA DA SAÚDE NOS MUNICÍPIOS LINDEIROS
DAS MARGENS PARANAENSE E SUL-MATO-GROSSENSE
DO ALTO RIO PARANÁ E A HIDROGEOQUÍMICA DAS
ILHAS JAPONESA E FLORESTA (PR – MS)**

Londrina
2014

DOUGLAS AMBIEL BARROS GIL DUARTE

**GEOGRAFIA DA SAÚDE NOS MUNICÍPIOS LINDEIROS
DAS MARGENS PARANAENSE E SUL-MATO-GROSSENSE
DO ALTO RIO PARANÁ E A HIDROGEOQUÍMICA DAS
ILHAS JAPONESA E FLORESTA (PR – MS)**

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

Orientador: Prof. Dr. José Paulo P. Pinese

Londrina
2014

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

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

D812g Duarte, Douglas Ambiel Barros Gil.
Geografia da saúde nos municípios limieiros das margens paranaense e sul-
matogrossense do alto rio Paraná e a hidrogeoquímica das ilhas Japonesa e
Floresta (PR – MS) / Douglas Ambiel Barros Gil Duarte. – Londrina, 2014.
159 f. : il.

Orientador: José Paulo Piccinini Pinese.

Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina,
Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2014.

Inclui bibliografia.

1. Geografia médica – Teses. 2. Hidrogeoquímica – Teses. 3. Água –
Análise – Teses. 4. Saúde pública – Geografia – Teses. 5. Paraná – Fronteiras –
Mato Grosso do Sul – Teses. I. Pinese, José Paulo Piccinini. II. Universidade
Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação
em Geografia. III. Título.

CDU 911.3:614

DOUGLAS AMBIEL BARROS GIL DUARTE

**GEOGRAFIA DA SAÚDE NOS MUNICÍPIOS LINDEIROS DAS
MARGENS PARANAENSE E SUL-MATO-GROSSENSE DO ALTO RIO
PARANÁ E A HIDROGEOQUÍMICA DAS ILHAS JAPONESA E
FLORESTA (PR – MS)**

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. André Celligoi
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Paulo Cesar Rocha
Universidade Estadual Paulista – UNESP

Londrina, 26 de agosto, 2014.

*Dedico este trabalho
à minha família*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus

Aos meus pais Antonio e Mafalda, pelo amor, ensinamentos, educação e dedicação que me permitiu atingir os objetivos.

Ao meu orientador, professor Dr. José Paulo P. Pinese, por ter aceitado me orientar, pela paciência, inteligência, colaboração e amizade.

Aos meus avós, pelo convívio e ajuda na minha criação.

Aos meus irmãos Francisco, Alexandre, por serem meus primeiros amigos e pelas minhas irmãs Caroline e Isabelle por florirem a nossa família.

Aos meus tios Moacir Ambiel e Monica Ambiel

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

Aos amigos do laboratório de geoquímica do Departamento de Geociências da UEL, em especial a Naibi pelo auxílio nos programas de geoprocessamento.

Aos amigos da graduação e do mestrado: Jerônimo Neto, Felipe Fávaro, Vinícius Carmello, Lindberg Júnior, Felipe Paiva, Gustavo Nascimento, Leonardo Formigoni, Carlos Lopes, Rosalba Rosa e Vinícius Cocada.

Ao coordenador de Geoquímica (Labogeo) UNESP de Rio Claro, prof. Dr. Antonio José R. Nardy, que disponibilizou o laboratório. E ao Dr. Adilson Roberto Fontanetti, que auxiliou nas análises químicas. Um excelente profissional, apesar de ser palmeirense.

Aos estudantes da república Mansão de Rio Claro pela acolhida e hospedagem.

Aos professores do Departamento de Geociências, em especial os professores do bloco da Geologia, 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 infraestrutura de alojamento e laboratório em Porto Rico – PR.

A Capes pelo financiamento da pesquisa através da bolsa e da Fundação Araucária do Estado do Paraná, Brasil, pelo suporte financeiro através dos projetos 9527/2006, 14354/2009 e 13015/2008.

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.

DUARTE, Douglas A. B. G.. **Geografia da Saúde nos municípios lindeiros das margens paranaense e sul-mato-grossense do Alto Rio Paraná e a hidrogeoquímica das ilhas Japonesa e Floresta (PR – MS)**. 2014. 159 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina - 2014.

RESUMO

O presente trabalho objetiva estudar a relação da saúde coletiva dos municípios lindeiros no Alto Rio Paraná com as características da geoquímica das águas. Inicialmente realizados em pesquisas anteriores nas Ilhas Mutum e Porto Rico (2009) e no entorno do Arquipélago Carioca (2012) o 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 e a montante de usinas hidrelétricas que através de sua construção modificaram a dinâmica fluvial e a qualidade da água e, 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. Os dados de saúde foram coletados através do sistema de informação de saúde do Datasus; enquanto a organização para os trabalhos de campo de coletas de água iniciou-se com o georreferenciamento e análise da área de estudo para os determinados pontos de coleta que ocorreram efetivamente em novembro (2012) e em março (2013). Nos municípios lindeiros os índices maiores de mortalidade proporcional por grupos de causa, foram as doenças do aparelho circulatório (35,2%), neoplasias (14,8%), doenças do aparelho respiratório (9,4%), doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas (7,0%), doenças do aparelho digestivo (5,7%), doenças infecciosas e parasitárias (3,9%), doenças do aparelho geniturinário (2,2%) e doenças do sistema nervoso (1,5%). Nas coletas de água “in situ” alguns parâmetros foram analisados como temperatura da água, potencial hidrogeniônico e condutividade elétrica. Após coleta, adicionou-se ácido nítrico nas amostras mantidas em refrigeração, para posterior preparo e análise laboratorial para metais, através da técnica de Espectrometria de Emissão Atômica com Fonte de Plasma e Argônio Indutivo (ICP – AES). Os elementos químicos analisados foram Fe (0,003 – 2,23 mg/L), Mg (0,96 – 3,45 mg/L), K (1,6 – 4,1 mg/L), Na (1,6 – 3,6 mg/L), Si (3,71 – 18,95 mg/L), Ca (2,21 – 7,64 mg/L), Sr (0,019 – 0,038 mg/L), Mn (0,001 – 0,226 mg/L), Cu (0,001 – 0,013 mg/L), Al (0,005 – 0,174 mg/L), Ba (0,027 – 0,249 mg/L), P (0,004 – 0,061 mg/L), e Zn (0,001 – 0,025 mg/L). Fatores climáticos podem variar as concentrações dos elementos químicos, por isso as coletas foram realizadas em condições climáticas diferenciadas para possíveis comparações e alterações hidrogeoquímicas. Sendo assim, ao avaliar os índices dos grupos de doenças nos municípios lindeiros do Alto Rio Paraná, há indícios de que eles podem estar relacionados a presença de elementos químicos oriundos de ações naturais e antropogenéticas. Expondo a população local a riscos ambientais, pois Al, Cu, Fe, P e Mn encontram-se acima do valor máximo permitido (VMP) segundo CONAMA 357/2005 nas ilhas investigadas. Além desses, as ilhas a montante assinalam Zn, Cd e Pb acima do VMP. Tais elementos estão ligados a doenças do aparelho circulatório, neoplasias, doenças do sistema nervoso e do aparelho digestivo, bem como evidenciam uma constância espacial e temporal no âmbito do Alto Rio Paraná.

Palavras-chave: Alto Rio Paraná. Hidrogeoquímica. Saúde coletiva. Paraná/Mato Grosso do Sul.

DUARTE, Douglas A. B. G.. **Health geography in the counties near by the Paraná and Mato Grosso do Sul riverbanks in Upper Paraná river and the hydrogeochemical analyses from Japonosa and Floresta islands (Paraná – Mato Grosso do Sul)**. 2014. 159 p. Dissertation (Masters in Geography) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina - 2014.

ABSTRACT

This work aims to study the relationship between collective health of surrounding counties in the Upper Parana River with the geochemical characteristics of the waters. Initially made in previous research in Mutum Islands and Porto Rico (2009) and around the Carioca Archipelago (2012), the hydrogeochemical study has great relevance because the Upper Paraná River is an area which has changed over the years through a natural process and also because it is located downstream and upstream of hydroelectric dams which through their construction changed the river dynamics and water quality and, furthermore, it is known that other factors may have influenced all hydrogeochemical quality such as discharge of wastewater and contamination by pesticides in sites where there are agriculture areas. Health data were collected through the health information system Datasus; while the organization for the fieldworks of water sampling began with georeferencing and analysis of the study area for determined collection points that effectively occurred in November (2012) and March (2013). In the surrounding cities the greater proportional mortality rates for groups of causes, were circulatory system diseases (35.2%), tumors (14.8%), respiratory system diseases (9.4%), endocrine, nutritional and metabolic diseases (7.0%), digestive system diseases (5.7%), infectious and parasitic diseases (3.9%), diseases of the genitourinary system (2.2%) and nervous system diseases (1.5 %). In the "in situ" collections of water some parameters were analyzed such as water temperature, hydrogenionic potential and electrical conductivity. After the collection, nitric acid was added in the samples kept refrigerated, for further preparation and laboratory analysis for metals, through the of Atomic Emission Spectrometry technique with Plasma Source and Inductive Argon (ICP - AES). The chemical elements analyzed were Fe (0.003 - 2.23 mg / L), Mg (0.96 - 3.45 mg / L), K (1.6 - 4.1 mg / L), Na (1.6 - 3.6 mg / L), Si (3.71 - 18.95 mg / L), Ca (2.21-7.64 mg / L), Sr (0.019 - 0.038 mg / L), Mn (0,001 - 0.226 mg / L), Cu (0.001 - 0.013 mg / L), Al (0.005 - 0.174 mg / l), Ba (0.027 - 0.249 mg / L), P (0.004 - 0.061 mg / L), and Zn (0.001 - 0.025 mg / L). Climatic factors may vary the chemical elements concentrations, so that is why the collections of the data were performed in differentiated climatic conditions for possible comparisons and hydrogeochemical changes. Thus, when evaluating the rates of disease groups in the surrounding cities of the Upper Paraná River, there are evidences that they may be related to the presence of chemicals elements derived from natural and anthropogenetic actions. Exposing the local population to environmental risks, as Al, Cu, Fe, P and Mn are above the maximum allowed value (VMP) according to CONAMA 357/2005 on the investigated islands. Besides these, the upstream islands indicate Zn, Cd and Pb above the VMP. These elements are linked to circulatory system diseases, tumors, nervous system and digestive system diseases, as well as show a spatial and temporal constancy within the Upper Paraná River.

Keywords: Upper Paraná River. Hydrochemistry. Public health. Paraná / Mato Grosso do Sul.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Localização da área de estudo do rio Paraná, seus afluentes e ilhas Floresta e ilha Mutum.....	43
Figura 2 – Localização da área investigada com a Ilha Japonesa e Ilha Floresta no Alto Rio Paraná	44
Figura 3 – Mapa Geológico da parte oriental da Bacia Bauru, que inclui o Grupo Caiuá onde se destaca a Formação Rio Paraná.....	46
Figura 4 – Limite basal da Formação Rio Paraná em contato com o basalto subjacente	47
Figura 5 – Grupo Caiuá: A) Formação Rio Paraná; B) Formação Goio- Erê; C) Formação Santo Anastácio	48
Figura 6 – Localização dos municípios limieiros nas proximidades das ilhas Japonesa e Floresta– Alto Rio Paraná.....	57
Figura 7 – Área de entrada de moradia – prévio georreferenciamento e ponto de coleta de água	59
Figura 8 – Localização dos pontos amostrados (águas baixas) no entorno das ilhas Japonesa Floresta e margens do estado do Paraná e do estado do Mato Grosso do Sul – Alto Rio Paraná.....	60
Figura 9 – Localização dos pontos amostrados (águas cheias) no entorno das ilhas Japonesa Floresta e margens do estado do Paraná e do estado do Mato Grosso do Sul – Alto Rio Paraná.....	61
Figura 10 – Mortalidade por doenças do aparelho circulatório no período de 2001 – 2011 nos municípios limieiros do Alto Rio Paraná	73
Figura 11 – Mortalidade por neoplasia nos municípios limieiros do Alto Rio Paraná no período de 2001 – 2011	80
Figura 12 – Mortalidade por doenças do aparelho respiratório nos municípios limieiros do Alto Rio Paraná no período de 2001 – 2011	86
Figura 13 – Mortalidade por doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas nos municípios limieiros do Alto Rio Paraná no período de 2001 – 2011.....	89
Figura 14 – Mortalidade por doenças do aparelho digestivo nos municípios limieiros do Alto Rio Paraná no período de 2001 – 2011	90
Figura 15 – Mortalidade por doenças infecciosas e parasitárias nos municípios limieiros do Alto Rio Paraná	92

Figura 16 – Mortalidade por doenças do aparelho geniturinário nos municípios lindeiros do Alto Rio Paraná	93
Figura 17 – Mortalidade por doenças do sistema nervoso nos municípios lindeiros do Alto Rio Paraná	94
Figura 18 – Mapa de uso e ocupação do solo das Ilhas Japonesa e Floresta e seus arredores no ano de 2011.....	96
Figura 19 – Temperatura das amostras no período de águas baixas em 2012 nas ilhas Japonesa e Floresta no Alto Rio Paraná	104
Figura 20 – Temperatura das amostras no período de águas altas em 2013 nas ilhas Japonesa e Floresta no Alto Rio Paraná	105
Figura 21 – pH das amostras no período de águas baixas em 2012.....	108
Figura 22 – pH das amostras no período de águas altas em 2013	109
Figura 23 – Condutividade Elétrica das amostras no período de águas baixas em 2012	111
Figura 24 – Condutividade Elétrica das amostras no período de águas altas em 2013	111
Figura 25 – Concentração de alumínio (Al) das amostras no período de águas baixas em 2012	117
Figura 26 – Concentração de alumínio (Al) das amostras no período de águas altas em 2013	117
Figura 27 – Concentração de bário (Ba) das amostras no período de águas baixas em 2012	120
Figura 28 – Concentração de bário (Ba) das amostras no período de águas altas em 2013	120
Figura 29 – Concentração de cálcio (Ca) das amostras no período de águas baixas em 2012	122
Figura 30 – Concentração de cálcio (Ca) das amostras no período de águas altas em 2013	123
Figura 31 – Concentração de cobre (Cu) das amostras no período de águas baixas em 2012	125
Figura 32 – Concentração de cobre (Cu) das amostras no período de águas altas em 2013	125
Figura 33 – Concentração de estrôncio (Sr) das amostras no período de águas baixas em 2012	127
Figura 34 – Concentração de estrôncio (Sr) das amostras no período de águas altas em 2013	128

Figura 35 – Concentração de Ferro (Fe) das amostras no período de águas baixas em 2012	130
Figura 36 – Concentração de Ferro (Fe) das amostras no período de águas altas em 2013	131
Figura 37 – Concentração de potássio (K) das amostras no período de águas baixas em 2012	134
Figura 38 – Concentração de potássio (K) das amostras no período de águas altas em 2013	134
Figura 39 – Concentração de magnésio (Mg) das amostras no período de águas baixas em 2012.	137
Figura 40 – Concentração de magnésio (Mg) das amostras no período de águas altas em 2013	137
Figura 41 – Concentração de manganês (Mn) das amostras no período de águas baixas em 2012	139
Figura 42 – Concentração de manganês (Mn) das amostras no período de águas altas em 2013	140
Figura 43 – Concentração de sódio (Na) das amostras no período de águas baixas em 2012	142
Figura 44 – Concentração de sódio (Na) das amostras no período de águas altas em 2013	143
Figura 45 – Concentração de silício (Si) das amostras no período de águas baixas em 2012	145
Figura 46 – Concentração de silício (Si) das amostras no período de águas altas em 2013	145
Figura 47 – Concentração de zinco (Zn) das amostras no período de águas baixas em 2012	147
Figura 48 – Concentração de zinco (Zn) das amostras no período de águas altas em 2013	148

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Número total de óbitos por cada grupo de causas em Batayporã no período de 2001 – 2011	67
Gráfico 2 – Número total de óbitos por cada grupo de causas em Naviraí no período de 2001 – 2011.....	67
Gráfico 3 – Número total de óbitos por cada grupo de causas em Taquarassu no período de 2001 – 2011	68
Gráfico 4 – Número total de óbitos por cada grupo de causas em Querencia do Norte no período de 2001 – 2011	69
Gráfico 5 – Número total de óbitos por cada grupo de causas em Marilena no período de 2001 – 2011.....	69
Gráfico 6 – Número total de óbitos por cada grupo de causas em São Pedro do Paraná no período de 2001 – 2011	70
Gráfico 7 – Número total de óbitos por cada grupo de causas em Porto Rico no período de 2001 – 2011	70
Gráfico 8 – Número total de óbitos por cada grupo de causas em Brasil no período de 2001 – 2011	71
Gráfico 9 – Número total de óbitos por cada grupo de causas no Mato Grosso do Sul no período de 2001 – 2011	72
Gráfico 10 – Número total de óbitos por cada grupo de causas no Paraná no período de 2001 – 2011	72
Gráfico 11 – Óbitos por doença do aparelho circulatório no Brasil de 2001 a 2011.....	74
Gráfico 12 – Óbitos por doença do aparelho circulatório em Naviraí de 2001 a 2011	75
Gráfico 13 – Óbitos por doença do aparelho circulatório em Batayporã de 2001 a 2011 ...	76
Gráfico 14 – Óbitos por doença do aparelho circulatório em Taquarassu de 2001 a 2011	76
Gráfico 15 – Óbitos por doença do aparelho circulatório em Marilena de 2001 a 2011	77
Gráfico 16 – Óbitos por doença do aparelho circulatório em Porto Rico de 2001 a 2011	77
Gráfico 17 – Óbitos por doença do aparelho circulatório em Querência do Norte de 2001 a 2011.....	78
Gráfico 18 – Óbitos por doença do aparelho circulatório em São Pedro do Paraná de 2001 a 2011.....	79

Gráfico 19 – Óbitos por neoplasia no Brasil de 2001 a 2011	81
Gráfico 20 – Óbitos por neoplasia no estado do Paraná de 2001 a 2011.....	81
Gráfico 21 – Óbitos por neoplasia no Mato Grosso do Sul 2001 a 2011	82
Gráfico 22 – Óbitos por neoplasia em Naviraí de 2001 a 2011	82
Gráfico 23 – Óbitos por neoplasia em Batayporã de 2001 a 2011	83
Gráfico 24 – Óbitos por neoplasia em Querência do Norte de 2001 a 2011	83
Gráfico 25 – Óbitos por neoplasia em São Pedro do Paraná de 2001 a 2011.....	84
Gráfico 26 – Óbitos por doenças do aparelho respiratório nos municípios limieiros de 2001 a 2011.....	86
Gráfico 27 – Óbitos por doença do aparelho respiratório no estado do Mato Grosso do Sul de 2001 a 2011	87
Gráfico 28 – Óbitos por doença do aparelho respiratório no estado do Paraná de 2001 a 2011.....	87
Gráfico 29 – Óbitos por doença do aparelho respiratório no Brasil de 2001 a 2011.....	88
Gráfico 30 – Alturas de precipitação diárias em 2012.....	98
Gráfico 31 – Alturas de precipitação diária em 2013	98
Gráfico 32 – Alturas de precipitação diária no mês de Novembro de 2012.....	99
Gráfico 33 – Alturas de precipitação diária no mês de Março de 2013.....	100
Gráfico 34 – Temperatura das amostras no período de águas baixas em 2012	103
Gráfico 35 – Temperatura das amostras nas águas altas em 2013.....	105
Gráfico 36 – pH das amostras no período de águas baixas em 2012.....	107
Gráfico 37 – pH das amostras no período de águas altas em 2013.....	108
Gráfico 38 – Condutividade Elétrica das amostras no período de águas baixas em 201.....	110
Gráfico 39 – Condutividade Elétrica das amostras no período de águas altas em 2013	110
Gráfico 40 – Concentração de alumínio (Al) das amostras no período de águas baixas em 2012	116
Gráfico 41 – Concentração de alumínio (Al) das amostras no período de águas altas em 2013	116
Gráfico 42 – Concentração de bário (Ba) das amostras no período de águas baixas em 2012	119
Gráfico 43 – Concentração de bário (Ba) das amostras no período de águas altas em 2013	119
Gráfico 44 – Concentração de cálcio (Ca) das amostras no período de águas baixas em 2012	121

Gráfico 45 – Concentração de cálcio (Ca) das amostras no período de águas altas em 2013	122
Gráfico 46 – Concentração de cobre (Cu) das amostras no período de águas baixas em 2012	124
Gráfico 47 – Concentração de cobre (Cu) das amostras no período de águas altas em 2013	124
Gráfico 48 – Concentração de estrôncio (Sr) das amostras no período de águas baixas em 2012	126
Gráfico 49 – Concentração de estrôncio (Sr) das amostras no período de águas altas em 2013	127
Gráfico 50 – Concentração de Ferro (Fe) das amostras no período de águas baixas em 2012	129
Gráfico 51 – Concentração de Ferro (Fe) das amostras no período de águas altas em 2013	130
Gráfico 52 – Concentração de potássio (K) das amostras no período de águas baixas em 2012	133
Gráfico 53 – Concentração de potássio (K) das amostras no período de águas altas em 2013	133
Gráfico 54 – Concentração de magnésio (Mg) das amostras no período de águas baixas em 2012	136
Gráfico 55 – Concentração de magnésio (Mg) das amostras no período de águas altas em 2013	136
Gráfico 56 – Concentração de manganês (Mn) das amostras no período de águas baixas em 2012	138
Gráfico 57 – Concentração de manganês (Mn) das amostras no período de águas altas em 2013	139
Gráfico 58 – Concentração de sódio (Na) das amostras no período de águas baixas em 2012	141
Gráfico 59 – Concentração de sódio (Na) das amostras no período de águas altas em 2013	142
Gráfico 60 – Concentração de silício (Si) das amostras no período de águas baixas em 2012	144
Gráfico 61 – Concentração de silício (Si) das amostras no período de águas altas em 2013	144

Gráfico 62 – Concentração de zinco (Zn) das amostras no período de águas baixas em 2012	147
Gráfico 63 – Concentração de zinco (Zn) das amostras no período de águas altas em 2013	147

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Mortalidade por doença do aparelho circulatória no período de 2001 – 2011 nos municípios lindeiros do Alto Rio Paraná.....	73
Tabela 2 – Mortalidade por neoplasia nos municípios lindeiros do Alto Rio Paraná no período de 2001 – 2011	80
Tabela 3 – Mortalidade por doença do aparelho respiratório nos municípios lindeiros do Alto Rio Paraná no período de 2001 – 2011	85
Tabela 4 – Mortalidade por doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas nos municípios lindeiros do Alto Rio Paraná no período de 2001 – 2011	89
Tabela 5 – Mortalidade por doenças do aparelho digestivo nos municípios lindeiros do Alto Rio Paraná no período de 2001 – 2011	90
Tabela 6 – Mortalidade por doenças infecciosas e parasitárias nos municípios lindeiros do Alto Rio Paraná no período de 2001 – 2011	91
Tabela 7 – Mortalidade por doença do aparelho geniturinário nos municípios lindeiros do Alto Rio Paraná no período de 2001 – 2011	93
Tabela 8 – Mortalidade por doença do sistema nervoso nos municípios lindeiros do Alto Rio Paraná no período de 2001 – 2011	94
Tabela 9 – Amostras dos elementos químicos que tiveram constância local e temporal.....	148

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
2	OBJETIVOS	21
2.1	Objetivo Geral.....	21
2.2	Objetivos específicos	21
3	REFERENCIAL TEÓRICO	23
3.1	Geografia da Saúde e o ambiente.....	23
3.2	A Geografia da Saúde	23
3.3	Geologia Médica.....	24
3.4	Os elementos químicos e saúde humana.....	27
3.5	Riscos Ambientais	29
3.6	Uma discussão dos conceitos de risco, perigo e desastre	32
3.7	Hidrogeoquímica nas águas superficiais e os riscos ambientais.....	33
3.8	O estudo hidrogeoquímico no Alto Rio Paraná.....	35
	3.8.1 Ferro	36
	3.8.2 Manganês	36
	3.8.3 Alumínio	37
	3.8.4 Bário	37
	3.8.5 Sódio	38
	3.8.6 Potássio	38
	3.8.7 Magnésio	38
	3.8.8 Cálcio	39
	3.8.9 Zinco	39
	3.8.10 Cobre	39
	3.8.11 Estrôncio	40
	3.8.12 Fósforo	40
	3.8.13 Silício	41
4	CONTEXTO GEOGRÁFICO E DO MEIO FÍSICO	42
4.1	Localização da área investigada.....	42
4.2	Aspectos regionais	45

4.2.1	Geologia	45
4.2.2	Geomorfologia	50
4.2.3	Solos	51
4.2.4	Vegetação	52
4.2.5	Caracterização Hidrográfica	52
4.2.6	Áreas inundadas	53
4.2.7	Clima	54
5	MATERIAIS E MÉTODOS	55
5.1	Materiais	55
5.1.1	Imagens e Referências	55
5.1.2	Programa de Tratamento de Imagens	55
5.1.3	Materiais de Campo	55
5.1.4	Dados de Saúde Coletiva dos municípios lindeiros do Alto Rio Paraná	56
5.1.5	Dados das alturas pluviométricas	57
5.1.6	Materiais de laboratório	58
5.2	Metodologia	58
5.2.1	Preparo e planejamento de Amostragem	58
5.2.2	Procedimentos de Campo	58
5.3	Constituição da base cartográfica	62
5.3.1	Mapeamento do uso do solo	62
5.4	Metodologia Analítica	63
5.4.1	Preparação das Amostras	63
5.4.2	Procedimentos Analíticos	63
6	DISCUSSÕES DOS RESULTADOS	65
6.1	Dados de saúde dos municípios lindeiros	65
6.2	Uso e ocupação do solo	95
6.3	Dados pluviométricos	96
6.4	Análise dos parâmetros físico-químicos	100
6.4.1	Temperatura da água	103
6.4.2	Potencial hidrogeniônico (pH)	106
6.4.3	Condutividade Elétrica	109

6.5	Dados hidrogeoquímicos	112
6.5.1	Alumínio (Al).....	115
6.5.2	Bário (Ba).....	118
6.5.3	Cálcio (Ca).....	121
6.5.4	Cobre (Cu).....	123
6.5.5	Estrôncio (Sr).....	126
6.5.6	Ferro (Fe).....	128
6.5.7	Fósforo (P).....	131
6.5.8	Potássio (K).....	132
6.5.9	Magnésio (Mg).....	135
6.5.10	Manganês (Mn).....	138
6.5.11	Sódio (Na).....	140
6.5.12	Silício (Si).....	143
6.5.13	Zinco (Zn).....	146
6.5.14	Riscos ambientais dos dados hidrogeoquímicos.....	148
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	150
	REFERÊNCIAS	153

1 INTRODUÇÃO

Estudos relacionados à qualidade de vida da população se desenvolveram em diversos ramos da Geografia. Uma das linhas de estudo, a Geografia da Saúde, cresceu nas últimas décadas e mostra-se essencial ao relacionar diversos aspectos da população (modo de vida, educação, moradia, saneamento básico, infraestrutura em saúde) com a saúde da população.

A Geografia da Saúde pode identificar anomalias nas diversas formas de propagação de doenças, que podem ser por meios naturais como água, ar e solo. Um dos meios de propagação de doenças mais importantes são as águas superficiais. Esta tem sua qualidade definida por seus constituintes e as consequências que seus elementos podem causar à saúde humana através da alimentação, inalação, contato físico e também do consumo direto (SANTOS, 1997). Muitos fatores interferem na qualidade que podem ter como origem os ambientes por onde percolam ou ainda por aspectos tecnogênicos, ou seja, a interferência humana (SANTOS, 1997).

A água é considerada um importante solvente e de fácil acesso à população. Muitas substâncias podem estar ligadas a esta molécula e a partir do contato com os minerais, provenientes de forma natural a partir do intemperismo das rochas e erosão do solo ou ainda por ação humana (LICHT, 1995). Sendo a água, um recurso natural muito ativo, tem a grande facilidade de reagir e se dissolver com muitas substâncias orgânicas e inorgânicas (LICHT, 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, 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 desta forma 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 águas naturais as substâncias dissolvidas podem estar na forma molecular ou iônica. Nas águas superficiais os elementos dispersos na forma de íons são

considerados mais reativos e os gases, matéria orgânica e inorgânicos menos reativos (LICHT, 1995).

Entre os elementos disponíveis em águas superficiais, os elementos químicos - metais - podem estar presentes. As fontes de origem como atividades agrícolas, mineração, urbana e atividades industriais determinam as maiores concentrações, as quais podem afetar o ambiente e o ser humano. O organismo humano possui alguns metais, e este necessita de pequenas quantidades para o seu desenvolvimento, auxiliando suas funções em diversos tecidos e órgãos e facilitando os processos fisiológicos diversos. Os indivíduos podem adquirir estes metais através da alimentação, inalação e contato físico do consumo direto de águas superficiais. Estes elementos químicos podem estar na forma dissolvida, coloidal ou em suspensão e suas concentrações podem variar conforme suas propriedades e características químicas e físicas da água, e ainda ser considerados tóxicos na forma livre.

Muitos elementos químicos têm suas concentrações alteradas ao longo do ano. Determinadas concentrações podem indicar poluição no ambiente, comprometendo sua qualidade natural. Os indivíduos podem ingerir águas que apresentam concentrações de metais além de padrões limites estabelecido pelo CONAMA 357/2005 e pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde e desta forma poderá afetar toda fisiologia celular e causar prejuízos maiores sobre os órgãos. Muitos fatores podem aumentar ou reduzir tal toxicidade, como por exemplo, interação entre elementos químicos e físicos, comprometendo com maior ou menor intensidade os indivíduos (BRANCO, 1999).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral:

Este trabalho tem como objetivo estudar os dados de saúde coletiva dos municípios lindeiros do Alto Rio Paraná, a saber, Marilena/PR, São Pedro do Paraná/PR, Porto Rico/PR, Querência do Norte/PR, Batayporã/MS, Taquarassu/MS e Naviraí/MS, no período de tempo de 2001 – 2011, identificando as principais causas de óbitos, buscando uma correlação a partir de um levantamento hidrogeoquímico da ilha Japonesa, Floresta e com as margens próximas do Alto Rio Paraná, bem como as ilhas Porto Rico, Mutum e Carioca, entre outras, para demonstrar os riscos à saúde e ambientais para a área investigada. Assim como verificar a variação desses índices ao longo de um período de tempo (2009 – 2014).

2.2 Objetivos específicos:

- Analisar dados de saúde da população dos municípios lindeiros que envolvem as ilha Japonesa e Floresta no alto Rio Paraná;

- Realizar a análise dos parâmetros da qualidade de águas superficiais (elementos químicos incluindo metais pesados) e ainda potencial hidrogeniônico, condutividade elétrica, constituintes tóxicos e carcinógenos, com objetivos de detectar possíveis fontes de concentrações anômalas, espacializando-as;

- Correlacionar metais pesados das águas do entorno das ilhas Japonesa e Floresta com as margens próximas e ilhas locais com possíveis padrões de anomalias de saúde da população dos municípios lindeiros da área de estudo;

- Verificar e avaliar o efeito da sazonalidade (águas baixas e altas) na concentração e distribuição dos elementos químicos;

- Verificar os possíveis riscos ambientais da população dos municípios limítrofes perante a análise dos elementos químicos analisados.

- Verificar a variação ou não do comportamento hidrogeoquímico das águas superficiais e da saúde coletiva na área estudada.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Geografia da Saúde e o ambiente

O ambiente tem passado por transformações severas nos últimos anos e agravadas principalmente pelo advento das revoluções industriais e das Grandes Guerras Mundiais (ARAÚJO e PINESE, 2006). As preocupações com a problemática ambiental estão inseridas na Saúde Pública, apesar de só na segunda metade do século XX ter se estruturado uma área específica para tratar dessas questões (TAMBELLINI e CÂMARA, 1998). Essa área que trata da inter-relação entre saúde e meio ambiente foi denominada de Saúde Ambiental (Ribeiro, 2014). A relação entre o ambiente e o padrão de saúde de uma população define um campo de conhecimento referido como "Saúde Ambiental" ou "Saúde e Ambiente". (TAMBELLINI e CÂMARA, 1998).

As relações entre o ambiente e a saúde têm sido estudadas, através de diferentes abordagens cuja evolução foi paralela e no mesmo sentido do desenvolvimento da própria geografia (BARCELLOS e MACHADO, 1998). O uso do espaço geográfico como categoria de análise tem sido ressaltado em trabalhos recentes nas áreas de epidemiologia, geografia da saúde e análise ambiental (BARCELLOS e MACHADO, 1998).

3.2 A Geografia da Saúde

A Geografia é uma ciência que estuda o meio ambiente e seus componentes naturais e/ou antrópicos e a relação entre eles. A ciência geográfica e a ciência da saúde se associam quando o estudo da saúde coletiva busca interações ou interferências com o meio ambiente. Essa combinação pode auxiliar nas estratégias de abordagem, definição e localização de fontes de água que são realmente potáveis e no desenvolvimento de soluções econômicas baseadas em princípios geológicos/geográficos que podem ajudar a minimizar e principalmente prevenir doenças (ZANETTI, 2009; ARAÚJO e PINESE, 2013).

Nestas abordagens a Geografia da Saúde é a especialização que contribui com o serviço da análise da distribuição de agravos à saúde. Segundo Rojas (1998) a

Geografia da Saúde é uma antiga perspectiva e uma nova especialização que se ocupa da aplicação do conhecimento geográfico, dos métodos e técnicas na investigação em saúde, na perspectiva da prevenção de doenças. Seu desenvolvimento é considerado desde a Grécia antiga, principalmente com os estudos de Hipócrates, sendo que a partir do século XX os estudos da Geografia da Saúde desenvolveram-se consideravelmente (ALIEVI, 2012).

Os estudos em Geografia da Saúde vêm ganhando força nos últimos anos. No Brasil, pesquisas de autores como Araújo (2006), Zanetti (2009), Alievi (2012), e Martins Jr e Pinese (2003), demonstram a relação de fatores ambientais físicos e químicos com a saúde humana, e que os problemas ambientais refletem na saúde coletiva.

Portanto, o espaço geográfico tem sido cada vez mais, considerado por várias ciências, como a Medicina, a Epidemiologia, a Economia, a Sociologia e a Psicologia, que antes não o colocavam nas análises que realizavam sobre doença e saúde e todas elas faziam menção ao espaço, como uma aproximação entre outras possíveis, mas não lhe concediam uma prioridade absoluta, como sempre um atributo da ciência geográfica (VAZ e REMOALDO, 2011).

Por seu turno a Geografia da Saúde ganhou nas últimas décadas uma importância que não detinha antes, pelo simples fato de insistir na componente territorial e passar a dar importância ao lugar, por começar a utilizar ferramentas que permitem “ler” de forma mais sustentada o espaço, principalmente com os Sistemas de Informação Geográfica, e por ter passado a considerar, cada vez mais, as questões socioculturais (VAZ e REMOALDO, 2011).

3.3 Geologia Médica

Muitas populações vivem intimamente em contato com o ambiente geológico, obtendo a partir dele, comida e água para seu consumo. Esses ambientes tem assinalado uma forte influencia nas suas saúdes, dando origem a muitas doenças que afetam milhões de pessoas.

As relações entre ambiente e a corrente alimentar humana são controladas por fatores geológicos (litologia e mineralogia das rochas, o tempo e o clima), e processos geoquímicos relevantes, controladores da transferência dos elementos ao solo, às plantas, as

águas e aos homens, considerando a transferência secundária pelos animais (MARTINS JR e PINESE, 2003).

Quando os seres vivos se expõem ao meio físico, seja de forma acidental, seja de forma nutricional, dá-se em um primeiro momento, por conta de processo intempérico, em que as rochas sofrem o trabalho de desgaste por conta dos elementos atmosféricos, pelos escorregamentos por gravidade, além dos efeitos erosivos de água corrente e ventos, dependendo, portanto, de interações entre a água, as rochas e os minerais. (CORTECCI, 2013). Assim, os elementos químicos podem ser recristalizados em minerais neoformados, adsorvidos em minerais argilosos, incorporados em óxido-hidróxidos de ferro e manganês, precipitados como carbonatos ou postos em solução, ou então, quando são solubilizados, passam ao solo e são levados a águas superficiais e subterrâneas (MARTINS JR e PINESE, 2003).

Quando liberados pelo intemperismo, os elementos podem ser recristalizados em minerais neo-formados, adsorvidos em minerais argilosos, incorporados em óxido-hidróxidos de ferro e manganês, precipitados como carbonatos ou postos em solução (SCARPELLI, 2003). Quando solubilizados, ou passam ao solo e são levados a águas de sub-superfície ou são transportados pela drenagem; no solo, estando solubilizados, podem ser assimilados pelas raízes de plantas, entrando na cadeia alimentar (SCARPELLI, 2003). Também entra na cadeia alimentar quando carreados em solução pela drenagem, assimilados por seres aquáticos. Podem ser também assimilados pelos seres vivos por inalação ou por contato com a pele (SCARPELLI, 2003).

De modo geral, o solo, as águas correntes e as plantas refletem a composição das rochas do substrato, essa relação vem sendo muito usada em exploração mineral em depósitos metálicos (SCARPELLI, 2003). Ao alimentar-se da vegetação, os animais silvestres também refletem o quimismo da região onde vivem e essa relação é observada também com humanos, havendo casos clássicos de doenças acompanhando faixas geológicas litologicamente anômalas, que também são relacionadas a poluições naturais e antrópicas (SCARPELLI, 2003). Entre as poluições naturais mais frequentes estão as cinzas ejetadas em erupções vulcânicas e nuvens de pó geradas em áreas desérticas (SCARPELLI, 2003).

Assim, a Geologia Médica é definida como a ciência que estuda a influência de fatores geológicos ambientais relacionados à distribuição geográfica das doenças humanas e dos animais (SELLINUS, 2006). Conseqüentemente, a contribuição interdisciplinar é essencial e requer atuação de profissionais de diferentes áreas científicas, como geólogos,

médicos, geógrafos, veterinários, biólogos e agrônomos, entre outros (SELLINUS, 2006; CORTECCI, 2013).

Nosso ambiente é uma rede de interações geológicas e biológicas caracterizadas pelas relações entre a vida e o planeta Terra. Os elementos químicos formadores das rochas e dos solos podem representar riscos à saúde dos homens, dos vegetais e dos animais. Os teores desses elementos em nosso ambiente podem estar correlacionados com a deficiência e toxicidade dos mesmos nos organismos dos seres vivos. Alguns elementos que ocorrem naturalmente na crosta terrestre são essenciais para manutenção da nossa saúde, porém outros são tóxicos (SELLINUS, 2006, p. 1).

Antes de considerar a necessidade de “limpar” ou “proteger” uma área contaminada pelo homem, é prudente conhecer os níveis de *background* da região para determinar o grau de contaminação. Elementos que ocorrem naturalmente no meio ambiente podem produzir efeitos adversos à saúde quando são ingeridos em altas concentrações. Os processos geológicos associados com as atividades humanas podem redistribuir os metais de locais onde não são prejudiciais para outros locais onde podem afetar, negativamente, à saúde dos homens e dos animais (SELLINUS, 2006, p. 1).

Com o estabelecimento das principais relações das interações rocha – solo – água – planta – animal, a relação da geologia na saúde humana e animal logo se tornam evidente e a importância da relação da composição dos materiais geológicos tais como rochas, minerais, solos e água sobre as causas de uma doença são mais bem apreciadas quando o homem e animal são considerados como apenas uma parte de um sistema no ambiente (DISSANAYAKE e CHANDRAJITH, 2009). Os mecanismos de entrada dos elementos-traço da geosfera para os tecidos humanos e animais é de especial interesse científico e tem despertado a curiosidade de cientistas em várias disciplinas (DISSANAYAKE e CHANDRAJITH, 2009).

Os excessos e deficiências dos oligoelementos nas rochas e minerais do terreno são mostrados por sua geoquímica e por uma profunda compreensão da especiação química e dos ciclos geoquímicos (DISSANAYAKE e CHANDRAJITH, 2009).

Os elementos traço estão presentes naturalmente em solos e sistemas aquáticos superficiais e sub-superficiais, ainda que conforme os mesmos não haja perturbações antrópica.

Os princípios geoquímicos gerais regulam os processos de distribuição dos elementos, a acumulação e o esgotamento de elementos traço em ambientes específicos, e isso leva a situações em que os seres humanos e os animais encontram excessos minerais, deficiências ou desequilíbrios (DISSANAYAKE e CHANDRAJITH, 2009). Tais cenários são pouco claros em países em desenvolvimento, onde grande parte da população vive em contato próximo com os solos e direto com o ambiente do qual a cadeia alimentar e a absorção de

elementos traço são fortemente dependentes da geoquímica do lugar (DISSANAYAKE e CHANDRAJITH, 2009).

3.4 Os elementos químicos e saúde humana

Uma das principais preocupações da sociedade advém da relação com os elementos químicos, em especial os metais pesados, devido seus efeitos nocivos ao ambiente e à saúde humana, pois não são biodegradáveis e são cumulativos no organismo, uma vez produzidos tem-se que lidar com eles de uma maneira ou de outro (ARAUJO e PINESE 2006). Geoquimicamente, os elementos são frequentemente classificados como maior, menor e elementos traço dependendo da sua relativa abundância nos materiais geológicos, apesar de não possuir uma precisa definição. Os elementos são amplamente classificados como essenciais ou tóxicos dependendo dos seus impactos sobre a saúde humana e animal. Com novas pesquisas e descobertas, os níveis seguros e perigosos dos elementos frequentemente mudam e contra isso, com o avanço de técnicas de análise bem como nosso entendimento da importância fisiológica de diferentes elementos, novos elementos até então considerados como não sendo de importância fisiológica, foram recentemente classificados como essenciais (DISSANAYAKE e CHANDRAJITH, 2009).

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

Assim, a frase: "Nós somos o que nós comemos e bebemos", do ponto de vista geoquímico, indica uma base científica. Embora existam fatores complicadores, tais como estilo de vida, o sexo, a idade, as migrações e os hábitos alimentares, deficiências, excessos ou desequilíbrios na oferta de elementos inorgânicos, os quais podem exercer uma influência marcante sobre a saúde humana e animal e também sobre a suscetibilidade à doença; estes, por sua vez, são frequentemente atribuídos à influência da composição do solo e variáveis botânicas ou culturais sobre a composição inorgânica da dieta, sendo que anomalias de elementos traços tem um impacto significativo sobre a cadeia alimentar (DISSANAYAKE e CHANDRAJITH, 2009).

O que é de grande importância é o fato de que, seja qual for o elemento, é a dosagem que é perigosa. Elementos a qual são considerados como sendo verdadeiramente benéficos a saúde humana e animal, podem também levar a doenças debilitantes se ingeridas em grandes doses (DISSANAYAKE e CHANDRAJITH, 2009).

É interessante notar que Paracelsus (1493 – 1541) definiu a lei básica de toxicologia, nomeadamente “Todas as substâncias são venenos, não existe nada que não seja veneno. Somente a dose correta diferencia o veneno do remédio”.

No atual contexto histórico, além dos processos intempéricos (naturais), a mineração e a indústria de beneficiamento mineral tem provocado uma série de impactos ambientais pela exposição excessiva ou pela deficiência nos seres humanos, seja pelo processamento e armazenamento incorretos destes elementos metálicos, seja pelo isolamento geográfico a que estão submetidos alguns grupos de pessoas (ARAÚJO e PINESE, 2006). O uso comercial em larga escala dos metais também é um fator preocupante, pois coloca seres vivos em constante contato, principalmente através da alimentação, das embalagens e conservantes. A alimentação também sofre influência direta do solo que a mantém e da água que a irriga (ARAÚJO e PINESE, 2006; VAZ e LIMA, 2003).

Araújo e Pinese (2006) ainda citam vários trabalhos em que relacionam os elementos químicos e a saúde humana, como a geoquímica dos solos que, dependendo da acidez ou alcalinidade, da irrigação, da industrialização ou urbanização, podem afetar acentuadamente a captação de elementos específicos. A ingestão de solo, a geofagia, que pode inibir a absorção de ferro, zinco e cobre e em outras circunstâncias contribuir para a absorção do cobre, ferro, manganês e zinco (ARAÚJO e PINESE, 2006). A água potável que é responsável por algo entre 2 a 20% da ingestão dos elementos traço e podem influenciar acentuadamente as ingestões de cromo, flúor e chumbo e, em alguns locais, pode também favorecer muito as ingestões de arsênio, cádmio, cobre, mercúrio, selênio e zinco, e ainda há evidências também que as toxicoses de cobre e zinco resultam do consumo de água muito ácida contaminada por cobre de encanamentos ou por zinco de tanques galvanizados (ARAÚJO e PINESE, 2006)

Outro elemento importante na análise da alimentação é o fato de que as comunidades rurais estão mais expostas às variáveis hidrogeoquímicas e do solo do que as comunidades urbanas, pois a fonte de água e de alimentos muitas vezes se restringe a um único poço d'água e a uma única horta (ARAÚJO e PINESE, 2002). As comunidades urbanas estão menos suscetíveis, visto que tem acesso a uma alimentação muito mais variada de itens alimentares e água de uma variedade de fontes geográficas (ARAÚJO e PINESE, 2002).

3.5 Riscos Ambientais

O homem sempre esteve numa relação de risco com a natureza. Corre-se risco exercendo as mais simples atividades do cotidiano – levantar da cama, comer, lavar o carro, atravessar a rua, andar de bicicleta, até as atividades ditas mais “arriscadas”, como viajar de avião (ALMEIDA, 2012).

O crescimento demográfico e a concentração populacional são apontados como uma tendência à generalização dos riscos e perigos, devido ao fato de estarem em áreas ambientalmente instáveis e socialmente vulneráveis (ALMEIDA, 2012).

Quanto aos perigos naturais, não menos importantes e não menos catastróficos, se repetem com frequência e magnitudes cada vez mais devastadoras, tanto em função das mudanças ambientais empreendidas pelo homem quanto pela crescente concentração de população cada vez mais vulneráveis nas cidades, pelo crescimento demográfico, e pela globalização das desigualdades e segregação sociais (ALMEIDA, 2012). Porém, Rahn (1986) ao discutir este assunto, analisa que os fenômenos naturais não são riscos, mas tornam-se riscos por causa do homem, de sua ignorância ou de sua negligência.

A noção de risco é utilizada por diversos grupos da sociedade, desde a academia até o âmbito empresarial. É objeto de uso na economia, na engenharia, nos seguros, na saúde, ou seja, é um conceito consideravelmente utilizado da sociedade moderna (ALMEIDA, 2012).

Por ser empregado por diversas camadas da sociedade e por diversas ciências, seu conceito é vagamente e constantemente utilizado. A complexidade desse conceito advém, essencialmente, por ser também essa característica própria de uma sociedade contemporânea permeada pela incerteza, pelo medo e pela insegurança, e que muitas vezes é alimentada pela propaganda exacerbada da mídia quando apresenta alguns fatos e desastres naturais (ALMEIDA, 2012).

De acordo com a Oficina da Coordenação para o Socorro em Caso de Desastres, da Organização das Nações Unidas para a Redução de Desastres (United Nations Disaster Relief Organization – Undro), que contribui para a definição de vários conceitos relativos ao estudo dos desastres naturais, risco corresponde ao “grau de perda previsto devido a um fenômeno natural determinado e em função tanto do perigo natural quanto da vulnerabilidade” (ALMEIDA, 2012).

Porém, de forma geral este conceito que pode ser tomado como categoria de análise associada às noções de incerteza, exposição ao perigo, perda e prejuízos materiais e humanos, atrelados não só a processos naturais, mas também a processos oriundos das atividades humanas (ALMEIDA, 2012). Assim, para o autor, o risco “refere-se à probabilidade de ocorrência de processos no tempo e no espaço, não constantes e não determinados, e à maneira como estes processos afetam (direta ou indiretamente) a vida humana” (ALMEIDA, 2012).

Percebe-se que essa categoria de análise apresenta uma característica marcante de multidisciplinaridade o que dificulta o consenso quanto às ideias que possam representar (ALMEIDA, 2012; SOUZA e ZANELLA, 2009).

Nas geociências, presente na abordagem dos riscos geológicos na Geologia de Engenharia, o risco é analisado como um perigo potencial para a vida do homem e para suas propriedades e está frequentemente associado aos conceitos de acidente (quando o acontecimento se efetiva, gerando danos) e evento natural (uma ocorrência natural) (RAHN, 1986).

A esse respeito, é possível distinguir três principais eixos de abordagem dos riscos, uma abordagem relacionada às Geociências, cujo enfoque principal são os processos rápidos e catastróficos; uma outra abordagem trata dos riscos empresariais e financeiros; e uma terceira abordagem, onde se encaixam os estudos geográficos, que se baseiam nos riscos ambientais, sociais e tecnológicos (ALMEIDA, 2012).

Na Geografia, nem todos os diversos tipos de riscos são tratados e os riscos cuja percepção e gestão são acompanhadas de uma dimensão espacial, e por isso abordado pela ciência geográfica, são classificados de acordo com os processos que os engendram. Assim Almeida (2012) elaborou um quadro classificando os riscos (Quadro 1).

Quadro 1 - Tipos de risco.

Tipos de riscos		Definições, características, exemplos
Riscos ambientais	Riscos naturais	Riscos pressentidos, percebidos e suportados por um grupo social ou um indivíduo sujeito à ação possível de um processo físico natural; podem ser de origem litosférica (terremotos, desmoronamentos de solo, erupções vulcânicas), e hidroclimática (ciclones, tempestades, chuvas fortes, inundações, nevascas, chuvas de granizo, secas); apresentam causas físicas que escapam largamente à intervenção humana e são de difícil previsão.
Riscos ambientais	Riscos naturais agravados pelo homem	Resultado de um perigo natural cujo impacto é ampliado pelas atividades humanas e pela ocupação do território: erosão, desertificação, incêndios, poluição, inundações, etc.
Riscos tecnológicos		Distinguem-se em poluição crônica (fenômeno perigoso que ocorre de forma recorrente, às vezes lenta e difusa) e poluição acidental (explosões, vazamento de produtos tóxicos, incêndios).
Riscos econômicos, geopolíticos e sociais		Riscos atrelados à divisão e ao acesso a determinados recursos (renováveis ou não), que podem se traduzir em conflitos latentes ou abertos (caso das reservas de petróleo e água); podem ter ainda origem nas relações econômicas na agricultura (insegurança alimentar), causas da globalização (crises econômicas), insegurança e violência em virtude da segregação socioespacial urbana, riscos à saúde (epidemias, fome, poluição, consumo de drogas, etc.).
Outros tipos de riscos	Ex.: Riscos maiores	A compreensão do risco também depende da escala de análise; o risco maior é assim considerado quando o custo de recuperação e o número de perdas humanas são relevantemente elevados para os poderes públicos e seguradores; os riscos maiores correspondem a eventos de baixa frequência e grande magnitude e consequências (ex.: Chernobyl, Seveso, Bhopal, Katrina, etc.); há ainda exemplos de "territorialização" dos riscos, como é o caso específico dos riscos urbanos, em razão da complexidade e da multidimensionalidade de atores e variáveis das cidades.
	Ex.: Riscos urbanos	

Fonte: Almeida, 2012

3.6 Uma discussão dos conceitos de risco, perigo e desastre.

Brilhante e Caldas (1999) ao discutir a variedade do conceito de risco aponta para a inclusão da noção de probabilidade. Para Almeida (2012) o risco é um constructo eminentemente social, ou seja, é uma percepção humana. Risco é a percepção de um indivíduo ou grupo de indivíduos da probabilidade de ocorrência de um evento potencialmente perigoso e causador de danos, cujas consequências são uma função da vulnerabilidade intrínseca desse indivíduo ou grupo (ALMEIDA, 2012).

Observa-se que, em geral, confunde-se a noção de risco com a noção do próprio evento que causa ameaça ou perigo, o que dificulta sua percepção e sua gestão, assim, a noção de perigo, que é diferente da ideia de risco, tem relação com a possibilidade ou a própria ocorrência de um evento causador de prejuízo (ALMEIDA, 2012). Risco não é sinônimo de perigo. Descer uma escada, por exemplo, representa um risco real de acidente. De fato, essa é uma das causas mais comuns de acidentes ocorridos em residências e seria exagerado chamar esse ato de perigo (BRILHANTE e CALDAS, 1999).

Para Smith (2001, in ALMEIDA, 2012), o perigo é uma inelutável parte da vida e é um dos componentes do risco. Para o autor, perigo é uma ameaça potencial para as pessoas e seus bens, enquanto risco é a probabilidade da ocorrência de um perigo e de gerar perdas. De forma explicativa, o mesmo autor cita o exemplo de duas pessoas cruzando um oceano, uma num transatlântico e outra num barco a remo. O principal perigo (águas profundas e grandes ondas) é o mesmo em ambos os casos, mas o risco (probabilidade de naufrágio e afogamento) é muito maior para o indivíduo do barco a remo.

De acordo com Quarantelli (1998, in ALMEIDA, 2012), um desastre é um evento concentrado no tempo e no espaço, na qual uma comunidade experimenta severo perigo e destruição de seus serviços essenciais, acompanhado por dispersão humana, perdas materiais e ambientais, que frequentemente excedem a capacidade dessas comunidades em lidar com as consequências do desastre sem assistência externa. Brilhante e Caldas (1999) ao abordarem a questão do desastre relacionada às ascendências emotivas que atuam sobre os sujeitos, diz que tratando de fenômenos extremamente emocionais e afetivos, os desastres levantam algumas reações típicas de negação ou excepcionalidades e desamparo fatalista.

3.7 Hidrogeoquímica nas águas superficiais e os riscos ambientais

Sob o ponto de vista geológico e geoquímico, a Terra é um sistema dinâmico, onde os materiais são movimentados de um local para outro, mudando de forma e composição, sendo que tudo isso é feito por uma grande quantidade de processos tais como: fusão, cristalização, erosão, solução, precipitação, vaporização, decaimento radioativo e força de gravidade (LICHT, 1995).

Uma dada massa de material na Terra, normalmente, não mantém sua identidade à medida que passa pelas transformações do ciclo geoquímico, mas ao contrário, tende a ser redistribuída e fracionada e ainda misturada com outros materiais (LICHT, 1995).

Através da movimentação dos materiais de um para outro ambiente tem-se o ciclo geoquímico, no qual íons e partículas se movem para novos locais e ambientes geoquímicos, chamado de dispersão geoquímica (LICHT, 1995). Toda a dispersão ocorre em um sistema aberto e dinâmico, onde os materiais geológicos são submetidos a mudanças de quimismo do ambiente, temperatura, pressão, tensões mecânicas e outras condições físicas, assim as rochas ou minerais e os grãos ou íons neles contidos, estáveis em um determinado ambiente, são liberados e dispersos, tanto pela ação de processos químicos quanto físicos (LICHT, 1995).

A dispersão pode ser o resultado da atuação de agentes exclusivamente mecânicos, tais como a injeção de magmas ou movimentação de materiais superficiais por ação das águas das drenagens (LICHT, 1995).

Nos estudos em águas superficiais, a hidrogeoquímica, é amplamente discutida com trabalhos que identificam os meios por onde percolam, guardando uma estreita relação com os tipos de rochas drenados e também com os produtos das atividades humanas adquiridas ao longo de seu trajeto.

Junior (2012), ao analisar os riscos ambientais e a proteção das águas, toma como exemplo um rio, pois este favorece a observação de quais as possíveis e as reais fontes de poluição ou contaminação às quais está sujeito, sob a perspectiva do elemento do ambiente que está sendo ameaçado (o rio), e as pessoas que podem ser prejudicadas (por exemplo, os usuários dessa água). Nesse sentido, deve-se enfatizar também que nas constatações de situações de risco que envolvem os corpos d' água merece grande importância o ponto de vista do objeto que está sendo ameaçado. Daí a necessidade de que as vistorias e trabalhos de campo que investigam essas situações de risco devem incluir, sempre que possível, percursos

de barco pelos rios e represas, não se limitando apenas à observação a partir da terra em suas margens, o que propicia uma visão mais detalhada e completa dos problemas ambientais relacionados à água.

Dworkin (2003) caracterizou a química espacial e temporal das águas superficiais da bacia de drenagem do lago Waco, revelando que os controles sobre a química das águas superficiais são através do uso da terra, da geologia, e da dinâmica de fluxos de águas subterrâneas. A química dos quatro afluentes que deságuam no lago Waco é dominada por cálcio e bicarbonato e a água em três dos afluentes (Sul Bosque, Bosque Médio, e Hog Creek) apresentam elevadas concentrações de nitratos. Essas águas superficiais exibem também alterações na composição repetitivas que ocorrem sazonalmente. Dependendo dos teores dos elementos químicos formadores das rochas e dos solos, identificam-se riscos à saúde humana. Muitos elementos são essenciais para nossa saúde, no entanto, em baixas concentrações causam deficiências e, em altas concentrações, são tóxicos (SELINUS, 2006).

No estudo realizado por Gonçalves et al. (2007) no município de Ouro Preto, o abastecimento público domiciliar, bem como as fontes e chafarizes existentes nas ruas e praças, é feito através da captação de água superficial, de nascentes e também de águas subterrâneas provenientes de poços tubulares e de antigas minas de ouro. A possibilidade da ocorrência de contaminação dessas águas por Arsênio (As), em função dos litotipos constituintes dos aquíferos, as tornariam impróprias para o consumo humano. E em decorrência da existência de As nas águas subterrâneas utilizadas pela população de alguns bairros da cidade de Ouro Preto, providências dos órgãos municipais responsáveis pela distribuição de água se fazem necessárias (GONÇALVES et al., 2007).

Alvares et al. (2006) ao estudar o arsênio na mina de Santa Águeda (Espanha) concluiu que as concentrações em solos e águas superficiais são suficientemente elevadas para serem consideradas perigosas, e em relação à água, a lixiviação (dos montes de resíduos de arsênio) até à barragem não representa um risco ambiental significativo por causa de sua diluição com água limpa a partir de escoamento da bacia. Além disso, a entrada do fluxo a partir da área de mineração, em comparação com o total de água que a barragem Rianõ recebe é desprezível, não sendo prejudicial à saúde humana, mesmo porque não existem pessoas morando nesta área.

3.8 O estudo hidrogeoquímico no Alto Rio Paraná

Com o objetivo de caracterizar a geoquímica das águas superficiais, estabelecendo relações com o meio físico, e avaliar o risco ambiental para a saúde humana este estudo foi realizado na região de Porto Rico no Alto Rio Paraná. Os estudos hidrogeoquímicos iniciados em 2008, no Alto Rio Paraná, são importantes para manter um banco de dados, que permitem avaliar as relações entre hidrogeoquímica e saúde visando dar continuidade ao levantamento geoquímico de águas superficiais na região de Porto Rico – PR, bem como verificar temporalmente sua variação.

Zanetti (2009), constatou que elementos químicos apresentaram níveis acima do esperado em lagos 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 demonstram análises da Lagoa do Gavião (PR) que indicaram maiores concentrações de Na, K, Si, Mg, Ca, Sr, Ni, Mn, Fe, P e Ba. Também foram encontrados elementos acima do VMP: Al, Fe, Zn, Mn, Cd, Pb. Assim, as concentrações podem ter variações conforme a dinâmica hidroclimática e presença de barragens ao longo do rio.

Silva (2013) avaliou que 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 (Ilha das Pombas), ferro (acima do máximo permitido durante período de águas baixas e cheias nas Ilhas Carioca e Praia da Carioca), alumínio (Ilha Carioca e a das Pombas, devido a pouca mobilidade e fluxo de água), cádmio (Ilha 3), fósforo (Ilha Carioca e ressacos da Ilha das Pombas) e cobre.

As pesquisas citadas apresentam a composição química de alguns elementos na água e que podem causar danos ou benefícios à saúde em seres humanos. Esses elementos químicos possuem uma estrita relação com a população local que utiliza direta e indiretamente do rio. A abundância de recursos hídricos neste local aumenta a capacidade 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, sendo que em águas superficiais a forma iônica prevalece devido o contato frequente com solo, aumentando assim a concentração de minerais.

Para os humanos, são essenciais os macronutrientes, Ca, Cl, Mg, P, K, Na, S, O, H e S e, bem como micronutrientes, As, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Se, V e Zn, mais F, I e Si. (SCARPELLI, 2003). Todos esses nutrientes são importantes e sua falta ou excesso acarreta prejuízos à saúde (SCARPELLI, 2003).

Sendo assim, faz-se necessário o monitoramento geoquímico nesta área, verificando as quantidades ideais de substâncias químicas e relacioná-las a saúde coletiva para uma gestão adequada dos possíveis riscos ambientais.

Para tanto, são apresentados alguns dos elementos químicos apontados nestes estudos.

3.8.1 Ferro

O ferro é essencial para os processos fisiológicos de todos os seres vivos. Os papéis desempenhados pelo ferro na fisiologia são numerosos. O ferro nos solos está presente principalmente sob a forma de hidróxido ferroso, como nas lateritas. Nos animais, o ferro desempenha um papel vital no metabolismo como componente da hemoglobina e de certas enzimas; a deficiência conduz à anemia. O ferro se concentra nos animais e nos homens em teores elevados no fígado e no baço. Apenas uma pequena quantidade do ferro consumido pelos seres humanos é realmente utilizada, e para restaurar os estoques é necessária uma ingestão por período prolongado (MINEROPAR, 2001).

Na legislação, 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.

3.8.2 Manganês

O manganês é um micronutriente essencial para todos os organismos. As deficiências em manganês são comumente associadas com solos alcalinos onde ele ocorre sob forma de complexos solúveis. Em solos ácidos, o manganês está disponível para o consumo, podendo atingir até concentrações perigosas. Os animais necessitam dele para o desenvolvimento ósseo normal, para a reprodução e para o funcionamento do sistema nervoso central. Dentre os sintomas de deficiência em manganês estão as anormalidades esqueléticas, o crescimento mal proporcionado e dificuldades reprodutivas (KOLJONEN et al, 1992 In

MINEROPAR, 2001), assim, os compostos de Mn devem ser considerados com cuidado, sendo possivelmente carcinogênicos (causam câncer) e teratogênicos (causam malformações congênitas).

Na legislação, segundo RESOLUÇÃO CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005) e pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) em águas naturais o valor permitido é de 0,1mg/L.

3.8.3 Alumínio

O teor limite de Al para a água potável é estabelecido pela US-EPA (United States – Environmental Protection Agency) em 0,2 ppm, já que os teores mais elevados prejudicam o gosto e o cheiro da água (ATSDR, 1995, In MINEROPAR, 2001).

O papel desempenhado através dos alimentos e da água acredita-se que grande parte seja eliminada. O Al foi detectado nas células do cérebro de pacientes do mal de Alzheimer, muito embora a relação de causa e efeito entre a presença do metal e a doença ainda não seja clara (ATSDR, 1995, In MINEROPAR, 2001).

A RESOLUÇÃO CONAMA 357 (BRASIL, 2005), estabelece nos rios o valor máximo permitido de Alumínio de 0,1 mg/L. A portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) estabelece o valor máximo permitido de 0,2 mg/L para o organismo humano. A dosagem de 5 mg é considerada como tóxica (WINTER, 1998, In MINEROPAR, 2001).

3.8.4 Bário

Os compostos insolúveis de bário não são perigosos à saúde e são utilizados pela medicina como meio de contraste aos raios X. Entretanto, os compostos de Ba muito solúveis em água podem causar efeitos danosos à saúde humana, já que o bário não é considerado um nutriente e quando na forma iônica é altamente tóxico (KOLJONEN et al., 1992, IN MINEROPAR, 2001).

A RESOLUÇÃO 357 – CONAMA (BRASIL, 2005) e Portaria 2914/2011 (BRASIL, 2011) estabelece os valores limites de 0,7 mg/L em águas naturais.

3.8.5 Sódio

O sódio é um elemento vital essencial, não tóxico, que tem parte importante na regularização do equilíbrio das soluções celulares. A dieta humana deve conter uma quantidade considerável de sódio, o principal cátion extracelular dos animais e importante para as funções nervosas. Os sais de sódio, incluindo o sal de cozinha (NaCl), são relativamente inofensivos quando não ingeridos em excessos. Por esse motivo a dieta das pessoas hipertensas deve ser balanceada de modo a não conter sódio em demasia (MINEROPAR, 2001).

A portaria 2914/2011 (BRASIL, 2011) estabelece valores máximos permitidos de 200 mg/L para água de consumo humano. A ingestão por seres humanos via oral de 12g/kg de NaCl é tóxica (WINTER, 1998, In MINEROPAR, 2001).

3.8.6 Potássio

O potássio e seus sais são essenciais para os processos vitais. O potássio é o cátion mais importante nos fluídos intracelulares. É um macronutriente não tóxico que ativa as reações enzimáticas, participa nas funções musculares, é essencial para o sistema nervoso e funções cardíacas. Por outro lado, os sais de potássio são extremamente tóxicos quando injetados (MINEROPAR, 2001).

A quantidade média de K numa pessoa de 70 kg é de 140g e a ingestão média diária é de 1400 – 1700 mg. A dosagem de aproximadamente 4g na forma de cloreto de potássio é tóxica (WINTER, 1998, In MINEROPAR, 2001).

3.8.7 Magnésio

O magnésio é um elemento importante tanto para a vida animal quanto para a vida vegetal. Ele é um elemento necessário para a ativação de algumas enzimas. Os compostos de magnésio não são normalmente tóxicos. Os asbestos, minerais magnesianos, são cancerígenos não pela sua composição química, mas por sua forma fibrosa (MINEROPAR, 2001).

3.8.8 Cálcio

O cálcio é um nutriente essencial para todos os seres vivos e o constituinte mais importante de paredes celulares, fluidos do corpo e ossos (KOLJONEN et al, 1992, In MINEROPAR, 2001). Desempenha também um importante papel na coagulação sanguínea.

A quantidade média de cálcio em uma pessoa de 70 kg é de 1,00 kg e a ingestão diária é de 600-1.400 mg (MINEROPAR, 2001).

3.8.9 Zinco

O zinco é um elemento traço essencial em todos os sistemas vivos, desempenhando um papel importante nas atividades enzimáticas, metabolismo do ácido nucleico, síntese de proteínas, manutenção da estrutura e função da membranas atividade hormonal, reprodução e maturidade sexual. Animais com deficiência de zinco necessitam de 50% mais de alimentos para adquirir o mesmo peso que os animais com suplemento adequado do metal (MINEROPAR, 2001).

O zinco metálico é um irritante da pele humana, no entanto não é considerado como tóxico. Os compostos de zinco mais comuns não são tóxicos, mas certos sais de zinco podem ser carcinogênicos. A poluição por emissões aéreas industriais podem causar câncer de pulmão.

O zinco é encontrado em todos os tecidos e fluídos do corpo humano e é essencial para o crescimento, desenvolvimento e reprodução. As desordens metabólicas provocadas pelo zinco são geralmente devidas mais às suas carências que aos seus excessos (KOLJONEN et al, 1992, In MINEROPAR, 2001).

Segundo a resolução CONAMA 357 (BRASIL, 2005) as concentrações máximas permitidas estabelecidas para os rios são de 0,18 mg/L.

3.8.10 Cobre

O cobre como outros metais é, também, distribuído através do meio ambiente pela precipitação e fluxo das águas que transportam as partículas e dependendo deste fluxo, as partículas se depositam e formam os sedimentos. A ingestão do sulfato de cobre pode causar vômitos, diarreia, sensação de ardência epigástrica, anemia hemolítica

aguda, dano renal e hepático, neurotoxicidade, aumento da pressão sanguínea e frequência respiratória (PEDROZO, 2003).

O cobre é um micronutriente essencial para todos os organismos. Nas plantas, tende a ocorrer complexado com compostos orgânicos de baixo peso molecular. Os animais podem absorver cerca de 50% do cobre ingerido que vai se acumular no fígado, cérebro e rins. Têm sido encontradas carências de cobre no gado, mas que ocorrem apenas raramente nos seres humanos, como nas carências alimentares infantis ou nas desordens metabólicas de fundo genético (KOLJONEN et al, 1992, In MINEROPAR, 2001).

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) e os valores permitidos são de 0,009 mg/L para as águas naturais segundo a RESOLUÇÃO CONAMA 357 (BRASIL, 2005).

3.8.11 Estrôncio

O estrôncio não é tóxico, exceto em suas formas radioativas produzidas artificialmente, e não tem papel biológico. Devido sua semelhança química com o cálcio ele pode substituir o cálcio nos processos biológicos. O estrôncio assemelha-se ao cálcio e os processos fisiológicos do corpo humano não são capazes de distingui-los com exatidão. Assim, o Sr é absorvido pelo corpo e armazenado nos ossos onde deveria estar o cálcio. Isso ocorre também com isótopo radioativo ^{90}Sr produzido pelas explosões nucleares subterrâneas realizadas na década de 1950. Infelizmente o ^{90}Sr está muito disseminado no ambiente (WINTER, 1998, In, MINEROPAR, 2001).

3.8.12 Fósforo

O fósforo é um nutriente primário e, como um constituinte do DNA e do RNA, é essencial para a vida. Na forma de fosfato de cálcio é o principal componente da parte esquelética dos animais, como ossos e dentes. O fósforo elementar é extremamente tóxico, sendo a variedade branca mais que a vermelha. O envenenamento crônico de trabalhadores que manipulam fósforo branco sem proteção causa a necrose da mandíbula. Ésteres fosfatados agredem o sistema nervoso central e fosfatos inorgânicos são relativamente pouco perigosos (WINTER, 1998, In MINEROPAR, 2005).

3.8.13 Silício

O Si não é particularmente tóxico, mas quando finamente moído, pode causar danos aos pulmões. Exposições, em longo prazo, de silicatos em asbestos podem causar sérios problemas de saúde, como o câncer (WINTER, 1998, In MINEROPAR, 2005).

4 CONTEXTO GEOGRÁFICO E DO MEIO FÍSICO

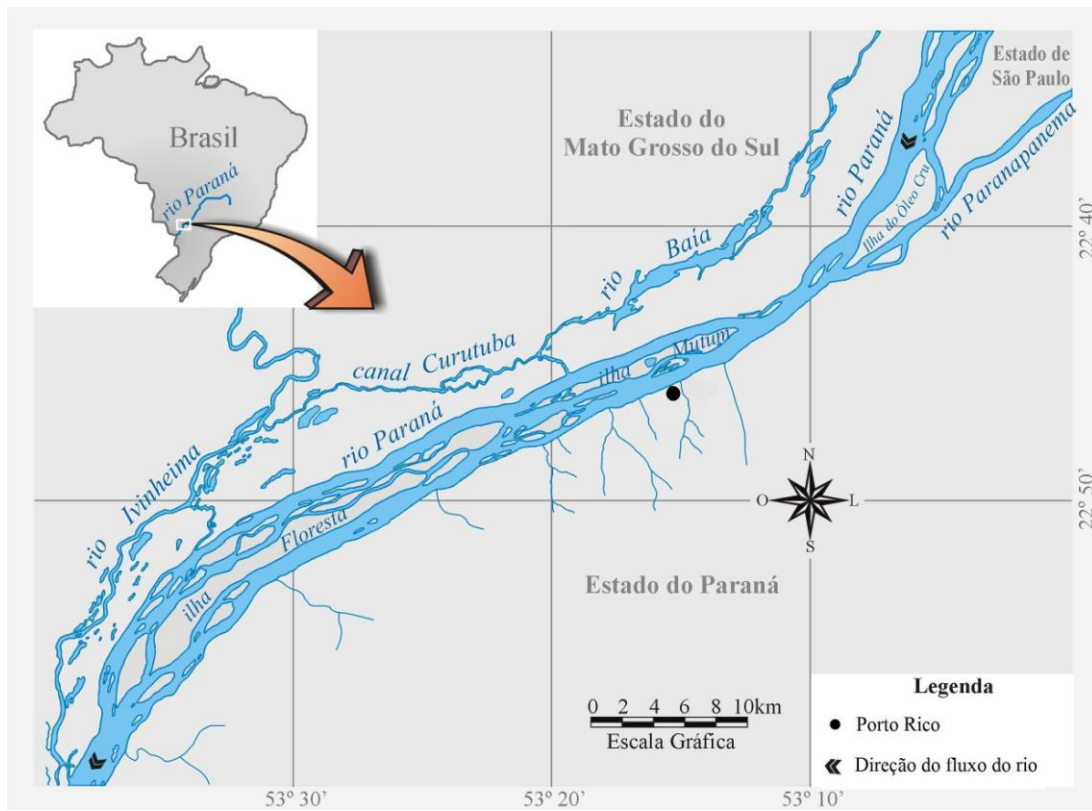
4.1 Localização da área investigada

As ilhas Japonesa e Floresta estão em uma área contemplada por um trecho não represado do rio Paraná em território brasileiro, assegurando a presença de recursos naturais com grande valor e significância. Posiciona-se a sul das Ilhas Mutum, Porto Rico e Carioca no rio Paraná, todas próximas ao município de Porto Rico no estado do Paraná (Figura 1 e 2). Este município foi fundado em 05 de Julho 1963 e está localizado noroeste do Estado do Paraná, limitando-se com o Estado de São Paulo e Mato Grosso do Sul, ocupa uma área de 217,67 Km², com uma população de 2.530 habitantes, faz limites municipais com Loanda, Santa Cruz de Monte Castelo, São Pedro do Paraná, Querência do Norte e com o município de Bataiporã na divisa com o Mato Grosso do Sul. O complexo fluvial situa-se entre a foz do rio Paranapanema e a foz do rio Ivinheima, sendo a parte central constituída pelo rio Baía na bacia hidrográfica do alto rio Paraná. Porto Rico fica a 604 km de distancia de Curitiba/PR pela BR-376 e a 260 km de Londrina/PR pelas rodovias BR-369 e BR-372.

A área investigada faz divisa entre os estados do Paraná e do Mato Grosso do Sul abrangendo os municípios lindeiros: Batayporã/MS, Naviraí/MS, Taquarussu/MS, Marilena/PR, Porto Rico/PR, Querência do Norte/PR e São Pedro do Paraná/PR.

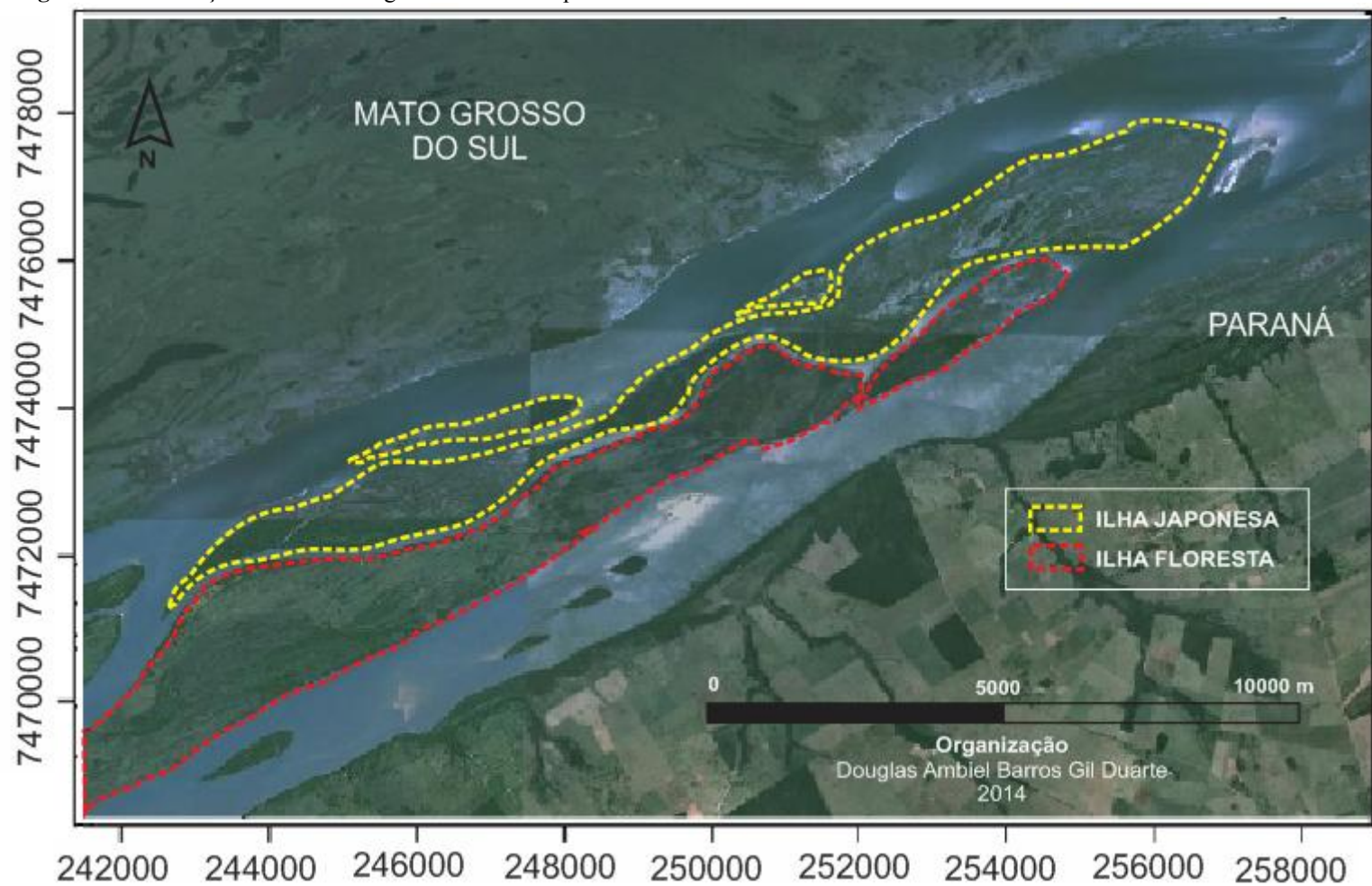
O rio Paraná é um rio sul-americano que nasce no Planalto Brasileiro. Portanto, trata-se de um rio de planalto, ao longo do qual ocorrem várias corredeiras e quedas d'água. As regiões superiores da bacia do Paraná são montanhosas e atingem, nas cabeceiras a leste, elevações de cerca de 1.000m. Adjacente à bacia do Paraguai a topografia não ultrapassa 600m e, à medida que o rio se desenvolve para as planícies centrais, a bacia se torna menos acidentada (GODOY, 1986), favorecendo a formação de ilhas.

Figura 1 - Localização da área de estudo do rio Paraná, seus afluentes e ilhas Floresta e ilha Mutum.



Fonte: adaptado de NUPÉLIA (2012).

Figura 2 - Localização da área investigada com a Ilha Japonesa e Ilha Floresta no Alto Rio Paraná.



Fonte: o próprio autor

A ilha Japonesa se encontra próxima a Ilha Floresta formando desta forma, um arquipélago, sendo este, separado por canais profundos e largos, bem como, por canais mais rasos e de menores dimensões, cujo talvegue muda de posição ao longo do tempo, definindo áreas deposicionais e erosivas, podendo apresentar barras fluviais de diversos tipos. As ilhas deste trecho do rio Paraná podem atingir grandes dimensões, como é o caso da ilha Floresta e Japonesa, que superam 30 km de extensão (BORGES, 2004).

4.2 Aspectos regionais

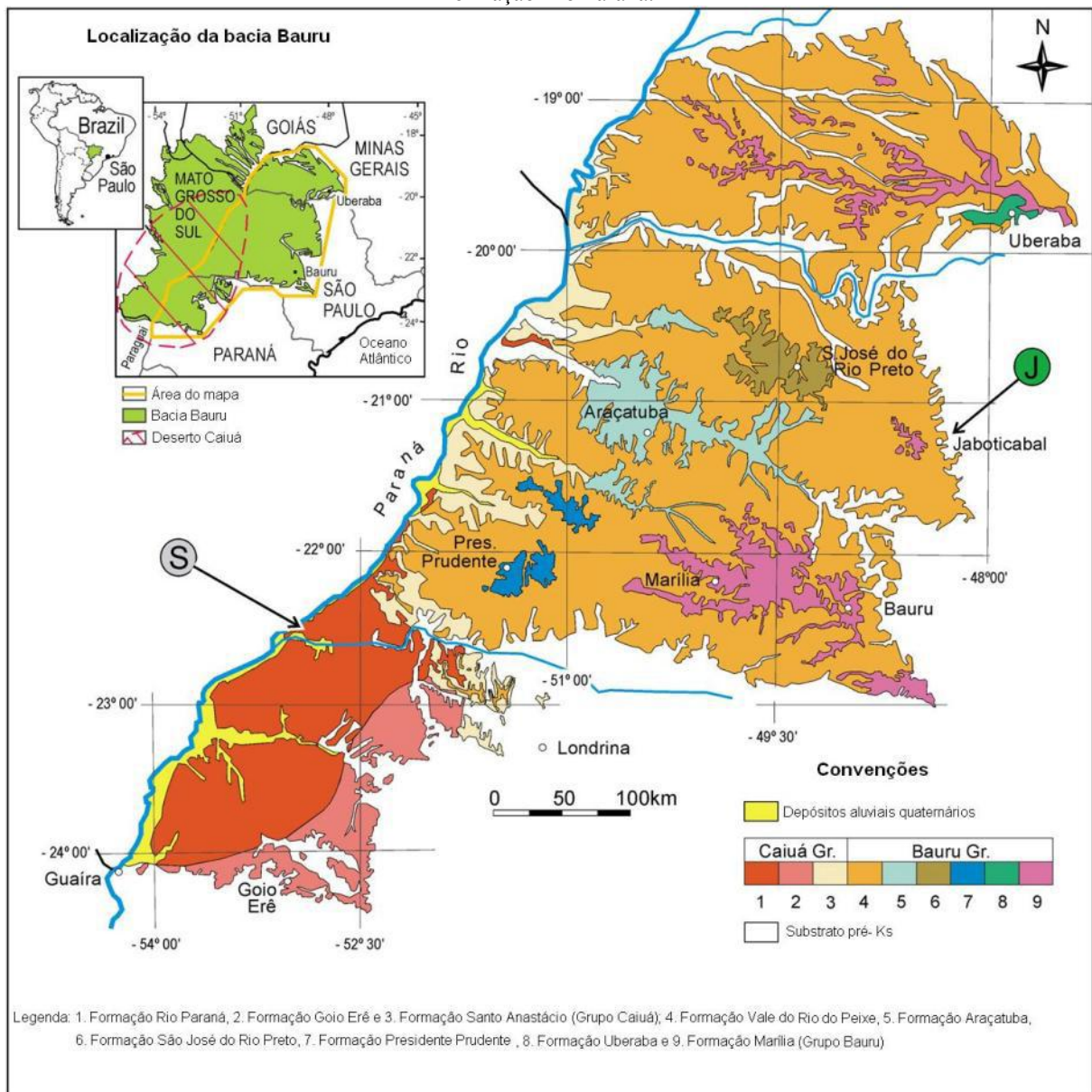
4.2.1 Geologia

A formação geológica predominante do noroeste paranaense, sudoeste paulista e do sudeste do Mato Grosso do Sul é o Grupo Caiuá (Bacia do Paraná) assentando-se discordantemente sobre unidades do Grupo São Bento e apresentando passagem transicional e interligada para o Grupo Bauru (FERNANDES, 1998 e FERNANDES, CASTRO e BASILICI, 2007).

A bacia Bauru formou-se no Cretáceo Superior, por subsidência termomecânica, na ruptura do continente gondwânico, na parte centro-sul da Plataforma Sul-americana, que posteriormente acumulou uma sequencia sedimentar essencialmente arenosa (atualmente com espessura máxima de quase 300 m) em uma área de 370.000 km² e têm por substrato, rochas vulcânicas da Formação Serra Geral, principalmente basaltos (FERNANDES, 1998 e FERNANDES, CASTRO e BASILICI, 2007).

Segundo Fernandes (1998) a Bacia Bauru é dividida em dois grupos: 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 as sub-formações Rio Paraná, Goio Erê e Santo Anastácio. (Figura 3).

Figura 3 - Mapa Geológico da parte oriental da Bacia Bauru, que inclui o Grupo Caiuá onde se destaca a Formação Rio Paraná.

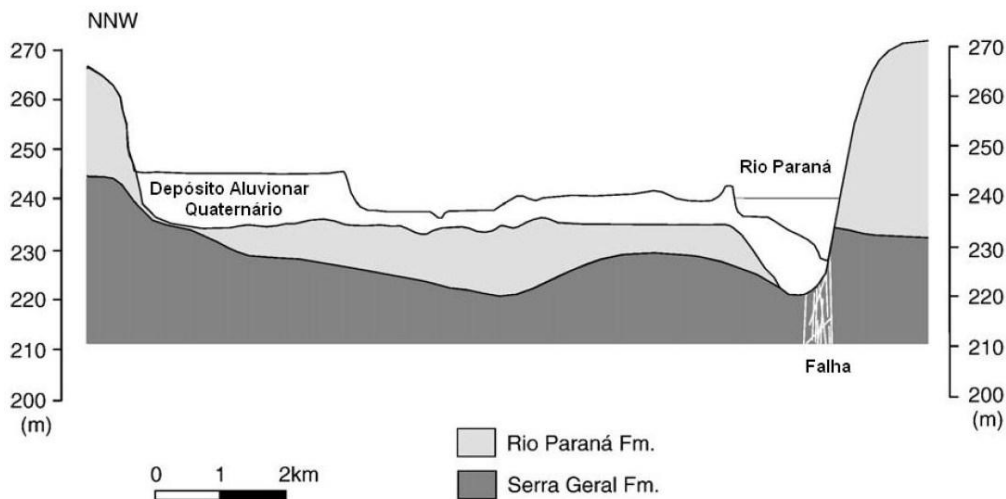


Fonte: Fernandes, Castro, Basilici, 2007.

Para Souza Filho e Stevaux (2000) o substrato geológico da calha fluvial do alto curso do rio Paraná, pertence ao embasamento dos basaltos da Formação Serra Geral e por arenitos do Grupo Bauru (SOARES e LANDIM, 1976).

Na margem esquerda do rio Paraná, em Porto Rico, é constituída pela Formação Rio Paraná (Figura 4), conforme destaca Fernandes, Castro e Basilici (2007).

Figura 4 - Limite basal da Formação Rio Paraná em contato com o basalto subjacente.

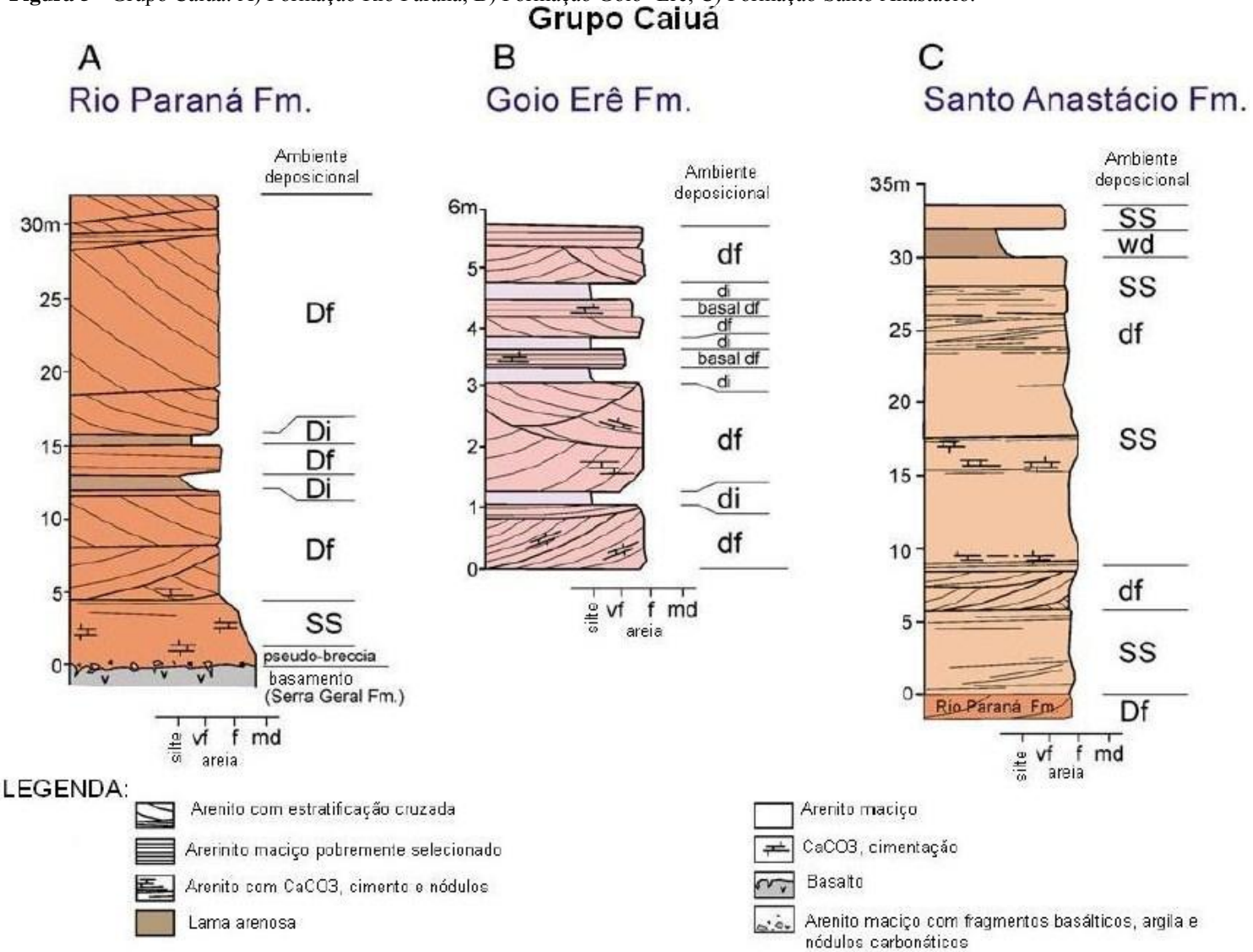


Fonte: adaptado de Maranesi et al, 1983 appud Fernandes, Castro, Basilici, 2007.

Na parte sul da bacia Bauru, foi desenvolvido, em condições quentes típicas de deserto, grande quantidade de areia com cerca de 100.000 km². As camadas de areia do deserto incluem: A) os depósitos de lençóis de areia secos (Formação Santo Anastácio); B) Os depósitos de dunas de tamanho médio e interdunas úmidas nas zonas periféricas marítimas areia (Formação Goio Erê); e C) os depósitos de grandes dunas e draas eólicos complexos, correspondente à parte central da areia do mar interior (Formação Rio Paraná). Estas formações em conjunto formam o grupo Caiuá (FERNANDES, CASTRO, BASILICI, 2007) (Figura 5).

Os basaltos da Formação Serra Geral ocorrem a montante, até a região de Três Lagoas, e a jusante, a partir de Guáira para o sul. A área de menor taxa de soerguimento é responsável pela preservação dos arenitos do Grupo Bauru (SOARES E LANDIM, 1976), sobre os quais o rio corre por mais de 450 km, até Guáira (AGOSTINHO e ZALEWSKI, 1996).

Figura 5 - Grupo Caiuá: A) Formação Rio Paraná; B) Formação Goio- Erê; C) Formação Santo Anastácio.



DF, df= frentes de dunas (foresets); DI, di= interdunas, SS= depósitos de areias em camadas; wd= wadi

Fonte: Fernandes, Castro, Basilici, 2007.

Os diferentes substratos rochosos impõem características distintas a partes diversas do rio. Nas áreas de ocorrência de basalto o vale é mais fechado, com corredeiras e saltos, como os de Urubupungá e de Sete Quedas, atualmente encobertos pelos reservatórios de Jupuí e de Itaipu (SOUZA FILHO e STEVAUX, 1997). Na área de ocorrência dos arenitos do Grupo Bauru (SOARES e LANDIM, 1976) o quadro é bastante distinto, pois não há corredeiras, e o vale é bastante aberto. Em alguns locais as águas do rio tornam-se mais rápidas, graças à modificação do gradiente imposta por movimentos tectônicos recentes ao longo de estruturas transversais (SOUZA FILHO e STEVAUX, 1997).

As estruturas geológicas também exercem importante papel no controle da distribuição dos depósitos aluvionares. Apesar de tais depósitos ocorrerem no trecho entre Três Lagoas e Guaíra, controlados pelas rochas do Grupo Bauru (SOARES e LANDIM, 1976) e pelo posicionamento do nível de base dado pelo salto de Sete Quedas, sua disposição ao longo da calha é fruto dos movimentos recentes sofridos pelos blocos compartimentados pelos alinhamentos estruturais (SOUZA FILHO e STEVAUX, 1997). De acordo com Souza Filho e Stevaux (1997), o Alinhamento de Guapiara, que controla o rio Feio (Aguapei), limita um conjunto a norte, denominado “compartimento lagoa São Paulo”, que ocorre a norte de Presidente Epitácio, e as falhas do rio Ivaí e do rio Amambaí separam um compartimento central, chamado de “rio Baía”, de um outro colocado a sul, cujo nome é “ilha Grande”.

O “compartimento rio Baía” estende-se por pelo menos 250 km, de Presidente Epitácio até a foz do rio Ivaí, próximo da cidade de Icaraíma. Sua largura varia entre 9 km a montante e 25 a jusante, com estreitamento para 6 km na região da cidade de Anaurilândia e alargamento para até 30 km na área do rio Ivinheima; dispõe-se sempre na margem direita, exceto no trecho mais a jusante, onde ocorre também na margem esquerda; nesse conjunto são bem definidos três grupos de depósitos: os de terraço médio, os de terraço baixo e os de planície fluvial (SOUZA FILHO e STEVAUX, 1997).

A planície fluvial ocupa a parte mais baixa da calha fluvial; sua faixa de abrangência é a planície de inundação. O terraço baixo ocupa os níveis médios da calha fluvial e sua ocorrência é generalizada junto à ruptura de declive entre os terraços baixo e médio, principalmente nos locais em que há cursos d'água. O terraço médio que ocupa os níveis médios da calha fluvial, ocorrendo em altitudes que variam de 235m a 245m (SOUZA FILHO e STEVAUX, 2000).

4.2.2 Geomorfologia

O relevo da bacia do alto Paraná é acidentado na parte leste e sudeste graças à ocorrência de rochas cristalinas e à taxa de ascensão mais elevada; nas demais áreas dominam formas tabulares onduladas, com inclinação suave em direção ao rio Paraná, interrompidas localmente por escarpas das “cuestas” da serra Geral (SOUZA FILHO e STEVAUX, 2003). A parte central desse segundo conjunto foi denominada inicialmente “Bacia do Alto Rio Paraná” e, por fim, “Planalto Central da Bacia do Paraná”. A área ribeirinha à calha do rio Paraná foi designada pelo IBGE como “Planície do Rio Paraná” (SOUZA FILHO e STEVAUX, 2003).

O processo de formação das ilhas não é ainda muito estudado, mas devem ter origem dupla associada à formação de barras centrais, ao desenvolvimento lateral de barras anexadas e pela tectônica de placas. Entre as ilhas Japonesa, Carioca, Mutum, Chapéu Velho e Porto Rico encontram-se dois canais principais, dos quais o esquerdo é sempre maior e mais profundo. Inúmeros canais secundários separam as ilhas, permitindo uma configuração de padrão multicanal (SOUZA FILHO e STEVAUX, 2003).

Neste trecho, no alto rio Paraná, apresenta um amplo canal anastomosado, com reduzida declividade (0,09m/km), ora com extensa planície aluvial e grande acúmulo de sedimento em seu leito, dando origem a barras e pequenas ilhas, ora com grandes ilhas e planície alagável mais restrita (AGOSTINHO e ZALEWSKI, 1996). É o décimo maior do mundo em descarga, e o quarto em drenagem (5,0x108m³/ano; 2,8x106km², respectivamente) drenando todo o centro-sul da América do Sul, desde as encostas dos Andes até a Serra do Mar, nas proximidades da costa atlântica (AGOSTINHO et al., 1995).

Os dois rios formadores do rio Paraná (Grande e Paranaíba) apresentam características gerais de rios de planalto, com declividade média em torno de 0,8m/km, atenuando-se em direção às suas porções mais baixas (0,3 e 0,4m/km, respectivamente) (PAIVA, 1982 appud AGOSTINHO e ZALEWISKI, 1996).

O Alto Rio Paraná possui uma declividade média de 0,18 m/km, sendo sua declividade acentuada menor em relação aos rios Grande e Paranaíba. A partir de Três Lagoas (MS), uma ampla planície alagável pode chegar a 20 km, especialmente em sua margem direita, sendo que este trecho representa o único remanescente livre de barragem do Paraná em território brasileiro, excluindo-se cerca de 30 km a jusante do reservatório de Itaipu (AGOSTINHO e ZALEWSKI, 1996).

Assim, dentro do sistema da ilha Japonesa e Floresta, a área de inundação é favorecida pela baixa declividade, principalmente na margem direita do rio Paraná e pela precipitação na estação de verão, desta forma a flutuação dos níveis fluviométricos ainda mantêm a sazonalidade e têm amplitude média de 2,5 metros, mesmo sendo alterado pelo represamento das usinas hidrelétricas (NUPÉLIA, 2012).

No trecho da área de estudo, o rio Paraná apresenta canais múltiplos, com largura total de 4,5 km e vazão média de 8.600m³/s. Sua planície de inundação se desenvolve apenas na margem direita com largura de 8 a 10 km de extensão até sua borda, com o terraço Fazenda Boa Vista (STEVAUX, 1994). A margem esquerda é formada por um paredão de 10 a 20 m de altura constituída por arenito do período Cretáceo da Formação Rio Paraná (FERNANDES, CASTRO, BASILICI, 2007), ou Formação Caiuá (SOUZA FILHO e STAVEUX, 2000).

As áreas inundadas situam-se nas partes baixas que compreendem canais ativos e lagoas associados à paleocanais; no trecho superior do rio Paraná existe um conjunto à jusante de áreas associadas à bacia de inundação e durante os períodos de cheias, oscilações nos níveis hidrométricos podem provocar vários pulsos de inundação durante um mesmo ciclo hidrológico (THOMAZ; ROBERTO; BINI, 1997). A ocorrência desses pulsos de cheias não permite delimitar com precisão as fases de enchente e vazante do rio Paraná. Oscilações em curto período de tempo, com intervalos semanais e até mesmo diários, são frequentes durante os períodos de baixa, que ocorrem normalmente durante o inverno, devido às oscilações das usinas hidrelétricas de Porto Primavera, Rosana e Itaipu que serve como um controlador (THOMAZ; ROBERTO; BINI, 1997).

4.2.3 Solos

No mapeamento proposto por Bhering e Santos (2008), as ilhas localizadas no Alto Rio Paraná foram predominantemente identificadas como sendo Neossolos Flúvicos Tb Distróficos, e Gleissolos Háplicos.

Castro (2012) ao mapear as ilhas Mutum e Porto Rico identificou quatro classes de solos, definidas até o terceiro nível categórico, com base no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), sendo elas: Neossolos Flúvicos Ta Distróficos, Neossolos Flúvicos Psamíticos, Gleissolos Háplicos Ta Distróficos e Cambissolos Flúvicos Ta Distróficos.

Neste trabalho, Castro (2012) considerou que os solos das ilhas do alto Rio Paraná ainda sejam pouco evoluídos, em sua maioria Neossolos Flúvicos, decorrentes de processos deposicionais recentes, revelando também, solos com horizontes mais evoluídos e com relações pedogenéticas entre si, como no caso dos horizontes diagnósticos B incipiente e Glei, presentes nos Cambissolos e Gleissolos e com base nos levantamentos de campo e no SiBCS foram identificados, até o 3º nível categórico, Cambissolos Flúvicos Ta Distróficos, Gleissolos Háplicos Ta Distróficos e Neossolos Flúvicos Psamíticos.

4.2.4 Vegetação

O alto rio Paraná está inserido na região fitoecológica de Floresta Estacional Semidecidual, cuja ecologia consiste em dupla estacionalidade climática, tropical, com intensas chuvas no verão seguidas de estiagem acentuada e subtropical, sem período seco, mas com seca fisiológica devido ao intenso frio (CAMPOS e SOUZA, 1997).

Neste tipo de vegetação, a porcentagem de árvores caducifólias no conjunto florestal, e não das espécies que perdem as folhas individualmente, situa-se entre 20% e 50% (IBGE, 1992).

Balestrini (2012) verificou que em apesar da relação de similaridade ecológica entre a mata ciliar do rio Paraná e a vegetação da sua área de estudo, a ilha Carioca, em ambiente alagável, as espécies desenvolvem-se de maneiras diferentes, devido a pequenas variações ambientais como o tipo de solo, topografia e, até mesmo, por antropismo ocorrido no passado.

A floresta estacional semidecidual aluvial, situada na área da Formação Arenito Caiuá, cobria parte do oeste e, sobretudo o extremo noroeste do Estado do Paraná. Atualmente, na região, essa formação florestal está praticamente extinta e os remanescentes existentes sofreram forte antropização, principalmente pela exploração seletiva de madeiras, como a peroba e o ipê (CAMPOS e SOUZA, 1997).

4.2.5 Caracterização Hidrográfica

O rio Paraná faz parte da bacia do Paraná. Este rio é o décimo sétimo do mundo em extensão, com 2.940 km. Nascido na confluência de dois outros rios importantes – o Paranaíba, que separa Minas Gerais de Goiás, e o rio Grande, que separa Minas Gerais de

São Paulo –, ele toma a direção sul e separa São Paulo de Mato Grosso do Sul. O rio Paraná é um rio sul-americano que nasce no Planalto Brasileiro. Portanto, trata-se de um rio de planalto, ao longo do qual ocorrem várias corredeiras e quedas d'água, ideal para a construção de usinas hidrelétricas.

Segundo Souza Filho e Stevaux, (2000), O principal contribuinte da região do Alto Rio Paraná, é o rio Paranapanema, que se localiza na margem esquerda e os rios da margem direita, Ivinheima, rio Samambaia, ribeirão Esperança e córrego Baile, sendo que os afluentes da margem direita formam um complexo contínuo, subparalelo ao rio Paraná, e com diversas ligações com o rio Ivinhema.

No trecho próximo a margem esquerda de Porto São José o rio Paraná apresenta canal único e no sentido para jusante, encontra-se dividido por extensos arquipélagos, entre eles a ilha Japonesa e Floresta, até as proximidades da segunda foz do rio Ivinheima e ao longo das ilhas possui dois canais principais, dos quais o esquerdo é sempre maior e mais profundo, permitindo uma configuração completa do padrão multicanal (SOUZA FILHO e STEVAUX, 2000).

4.2.6 Áreas inundadas

A partir de Três Lagoas (MS), uma ampla planície alagável pode chegar a 20 km, especialmente em sua margem direita. Este trecho representa o único remanescente livre de barragem do Paraná em território brasileiro, excluindo-se cerca de 30 km a jusante do reservatório de Itaipu (AGOSTINHO e ZALEWSKI, 1996).

A área de inundação é favorecida pela baixa declividade, principalmente na margem direita do rio Paraná e pela precipitação na estação de verão, desta forma a flutuação dos níveis fluviométricos ainda mantêm a sazonalidade e têm amplitude média de 2,5 metros, mesmo sendo alterado pelo represamento das usinas hidrelétricas (NUPÉLIA, 2012).

A planície de inundação e a vertente oposta e assimétrica, domínio da Formação Rio Paraná, mostram claramente às influências mecânicas da rede de drenagem nas duas vertentes, e os processos interconectivos rio-planície, nas épocas de potamofase (cheias) e de limnofase (águas baixas).

4.2.7 Clima

Na região do Alto Rio Paraná o clima se apresenta como tropical-subtropical, com temperaturas médias mensais superiores a 15°C e precipitações acima de 1500 mm (THOMAZ; ROBERTO; BINI, 1997).

Na classificação de Köppen a região climática é a Cfa apresentando desta forma, clima subtropical com temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida (IAPAR, 2014).

França (1998) através do método de Thornthwaite determinou o clima da região sub-úmido chuvoso, mesotérmico, com precipitação anual que varia 1.300 a 1.400mm. O regime pluviométrico apresenta características tropicais, iniciando o período de excedente hídrico no mês de outubro e indo até abril. Julho e agosto são meses secos, marcados pela deficiência hídrica.

No âmbito desses conceitos observa-se a adequação dos levantamentos pluviométricos que tipificam o período de águas altas e águas baixas (Veja item 6.3).

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Materiais

5.1.1 Imagens e Referências

As imagens utilizadas foram 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 neste trabalho.

5.1.2 Programa de Tratamento de Imagens.

Foi utilizado o software ArcGis desenvolvido pela ESRI (Environmental Systems Research Institute) na versão 9.3/2008, para a elaboração do banco de dados, georreferenciamento, classificação e edição de imagens, processamento de dados, análise espacial de informações e cartografia.

Foi realizado tratamento gráfico dos dados hidrogequímicos e confecção de mapas com variáveis a partir de dados espacialmente distribuídos, usando-se estatisticamente a Krigagem ordinária como padrão de análise, por meio do software Surfer, versão 8.0 desenvolvida pela Goldes Software Inc.

5.1.3 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 de condutividade elétrica e pH da marca Russel RL060C - Thermo Electron Corporation.

5.1.4 Dados de Saúde Coletiva dos municípios limieiros do Alto Rio Paraná.

A coleta de dados de saúde da população dos municípios limieiros buscou identificar os tipos de doenças de maior ocorrência e verificar sua distribuição nestes municípios limieiros do Alto Rio Paraná (Figura 6). Foram coletados óbitos de 8 grupos de doenças relacionados ao Código Internacional de Doenças (CID-10):

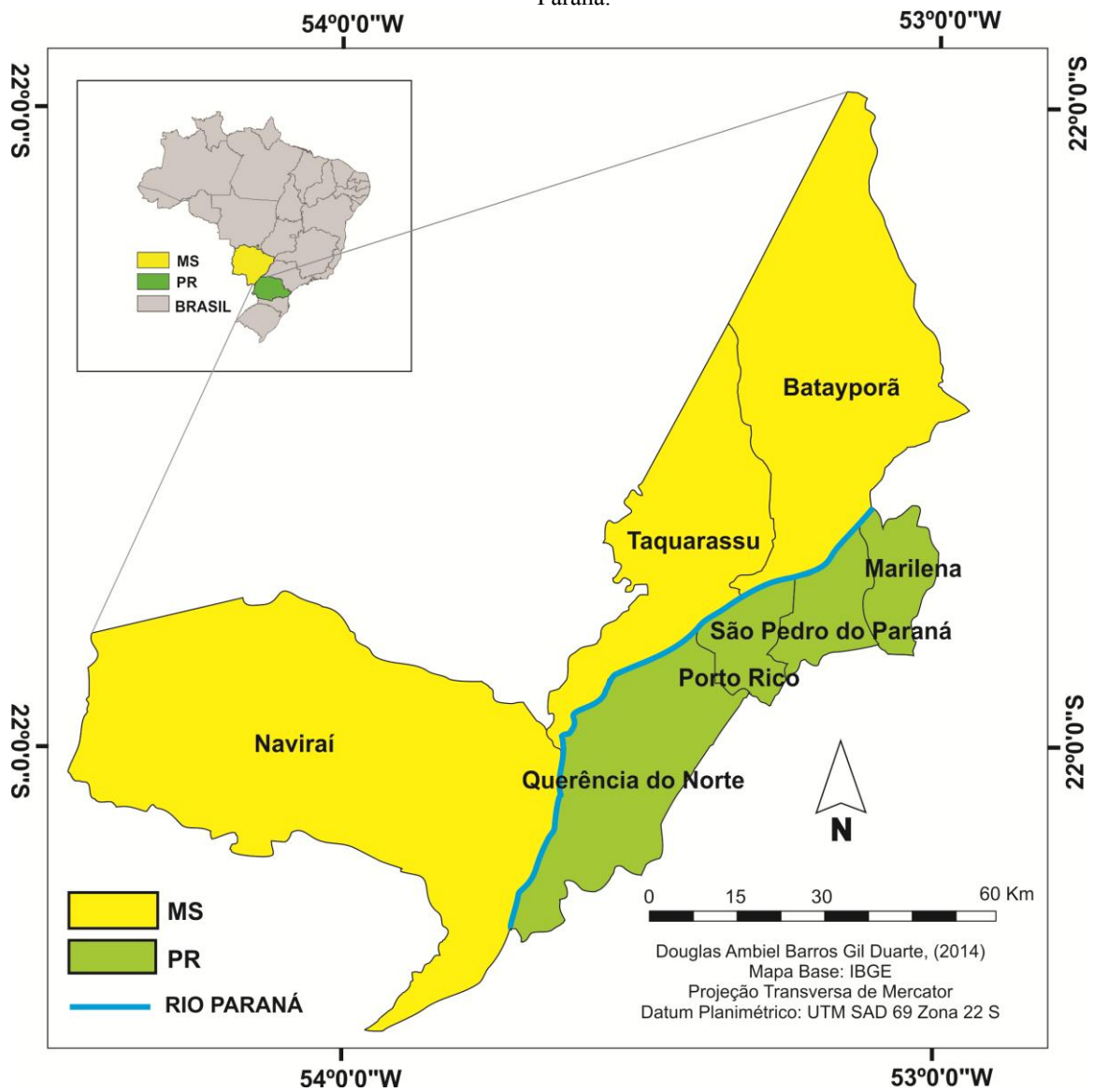
- I – Algumas doenças infecciosas e parasitárias.
- II – Neoplasia (Tumores).
- IV – Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas.
- VI – Doenças do sistema nervoso.
- IX – Doenças do aparelho circulatório.
- X – Doenças do aparelho respiratório.
- XI – Doenças do aparelho digestivo.
- XIV – Doenças do aparelho geniturinário.

Estes dados de saúde foram disponibilizados pelo banco de dados do DATASUS e foram coletados entre os anos de 2001 a 2011. Método do calculo para obtenção dos dados:

$$\frac{\text{Número de óbitos de residentes por grupo de causas } X}{\text{Número total de óbitos residentes}} \times 100$$

Número total de óbitos residentes

Figura 6 - Localização dos municípios limiados nas proximidades das ilhas Japonesa e Floresta– Alto Rio Paraná.



Fonte: o próprio autor

5.1.5 Dados das alturas pluviométricas.

Os dados pluviométricos foram obtidos no site do Instituto das Águas do Paraná. A estação analisada é de Porto Rico (Código ANA: 2253002) nos anos de 2012 e 2013, com relatório de alturas diárias de precipitação.

5.1.6 Materiais de laboratório.

Foram necessários: Frascos de Polietileno previamente lavados com HCl 20% (v/v), Filtros de papel comum, Kitasato de 1.000 ml e funil com placa porosa.

5.2 Metodologia

5.2.1 Preparo e planejamento de Amostragem.

O preparo e planejamento para as coletas foram pré-estabelecidas através de imagens de satélite Google Imagens IKONOS e trabalhos de campo previamente selecionados, no Alto Rio Paraná, nas margens próximas as ilhas Japonesa e Floresta , assim como no interior destas ilhas, tanto para o período de chuvas como os de secas. Trabalhos prévios aconteceram do dia 09 a 13/04/2012.

5.2.2 Procedimentos de Campo.

Nesta pesquisa é fundamental a obtenção de coordenadas geográficas da área de estudo e dos pontos de coleta. Áreas onde se localizam entradas de moradias (Figura 7) também foram devidamente demarcadas, pois a ilha Japonesa e Floresta e outras ilhas no Alto Rio Paraná são habitadas. Importante caracterizar também o campo de redes hidrográficas, áreas de ressacos e diferentes acessos às Ilhas.

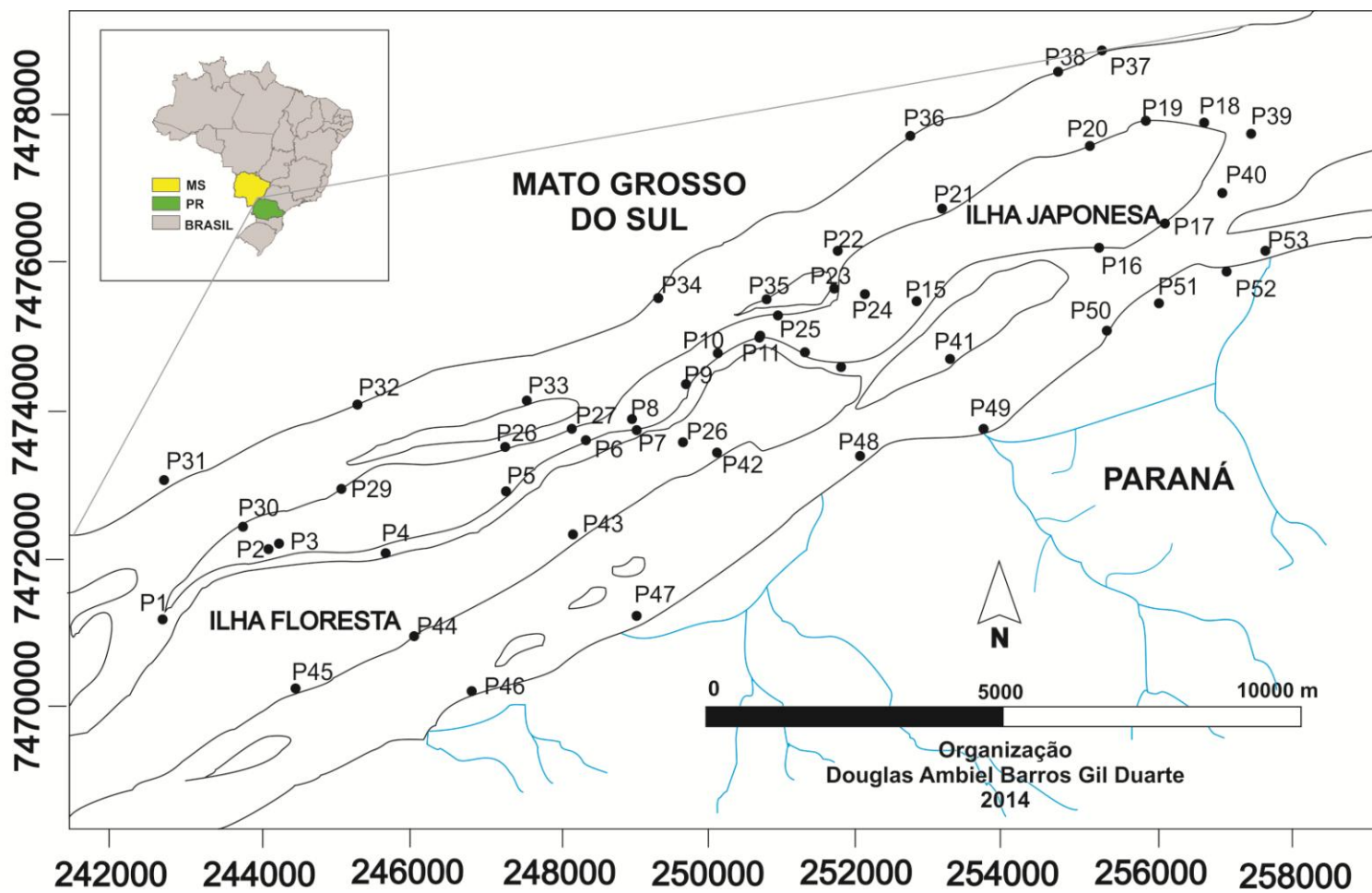
Figura 7 - Área de entrada de moradia – prévio georreferenciamento e ponto de coleta de água.



Fonte: o próprio autor

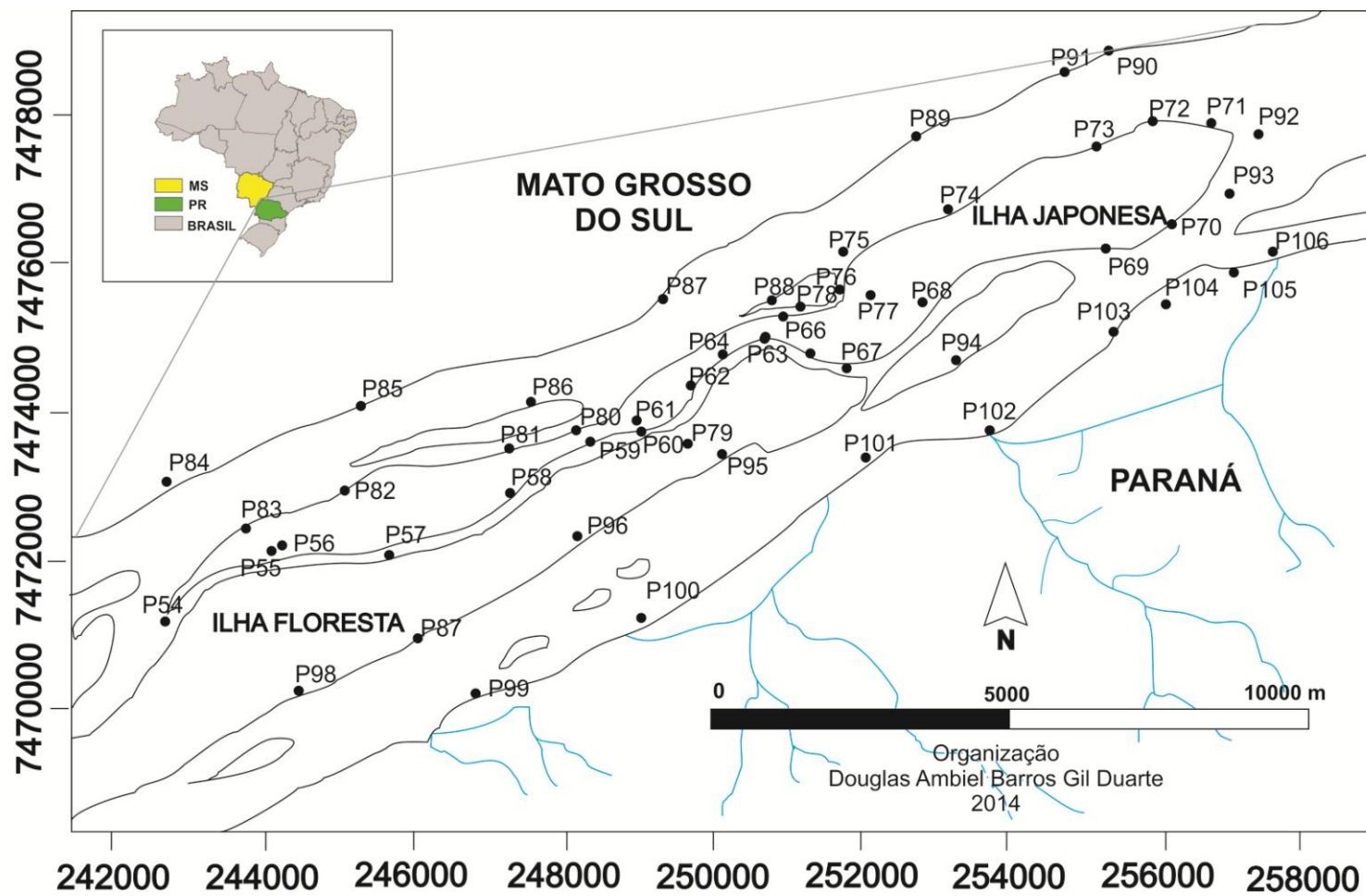
As amostragens de água tiveram seus pontos de coleta devidamente georreferenciados, buscando-se caracterizar posteriormente os parâmetros físico-químicos. A primeira fase de amostragem (Figura 8 e 9) ocorreu de 19 a 23/11/2012 no período de águas baixas e a segunda fase ocorreu entre 25 a 28/03/2013 em período de águas altas (ver dados pluviométricos na página 88). Uma fase de simples de reconhecimento ocorreu em outubro de 2013, mas ela se deu fora do período investigado na planície de inundação.

Figura 8 - Localização dos pontos amostrados (águas baixas) no entorno das ilhas Japonesa Floresta e margens do estado do Paraná e do estado do Mato Grosso do Sul – Alto Rio Paraná.



Fonte: o próprio autor

Figura 9 - Localização dos pontos amostrados (águas cheias) no entorno das ilhas Japonesa Floresta e margens do estado do Paraná e do estado do Mato Grosso do Sul – Alto Rio Paraná.



Fonte: o próprio autor

Para as coletas de água, os frascos foram previamente lavados com água destilada para obtenção de dados físico-químicos “in situ” através do aparelho Russel RL060C - Thermo Electron Corporation, que possui uma unidade de controle integrada a sensores para medições de potencial hidrogeniônico (pH), temperatura (°C) e condutividade elétrica (uS/cm). Após a análise de cada amostra, executava-se a limpeza do aparelho multiparâmetros com água deionizada, para que não houvesse contaminação de uma amostra para outra.

As amostras foram mantidas em caixa de isopor até a chegada ao local apropriado para não acontecer a perda de suas propriedades. Em laboratório as amostras foram acidificadas com HNO₃ 1% e mantidas em refrigerador no laboratório do Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura - NUPELIA em Porto Rico – PR, para conservação de suas características até o momento do preparo das amostras.

O transporte das amostras para o Departamento de Bioquímica e Biotecnologia da Universidade Estadual de Londrina – Londrina – PR, procedeu-se em caixas de isopor com gelo. Foram armazenadas em câmara fria do Laboratório de Pesquisa Bioquímica I – Departamento de Bioquímica (CCE/UEL) e em um refrigerador do Laboratório de geoquímica do Departamento de Geociências sob a temperatura aproximada de 4°C.

5.3 Constituição da base cartográfica

5.3.1 Mapeamento do uso do solo

Para o mapeamento do uso e ocupação do solo, foi selecionada a região que abrange o Alto Rio Paraná, próximo ao município de Porto Rico - PR, através da disponibilização no catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. A imagem se refere ao satélite LANDSAT 7 TM sob as coordenadas, 22° 45' 00''S e 53° 35' 00''O, do ano de 2011.

A imagem foi tratada através das aplicações realizadas pelo software SPRING, versão 5.2, desenvolvido pelo INPE. Foi realizado o processo de contraste das imagens nas bandas 3, 4 e 5.

No SPRING 5.2 foi ativado o banco de dados, e logo depois o projeto e na combinação das bandas gerou-se uma composição colorida da imagem. Com esta combinação obteve-se uma imagem com composição de cores onde foi possível identificar com mais nitidez as diferentes classes para a classificação final.

Posteriormente a imagem foi segmentada. Nesta etapa do trabalho, realizou-se a segmentação por regiões e depois a classificação supervisionada Bhattacharya.

Para realizar um processo de classificação pelo Bhattacharya, é preciso realizar o reconhecimento das classes de interesse, sendo conhecido como treinamento. Desta forma foram coletadas as classes de interesse existentes e definidas as seguintes classes: Água – azul; Mata – verde escuro; Pasto – verde claro; Agricultura – laranja escuro; Agricultura Plantio – laranja claro; Solo nu – nude; Areia – bege.

5.4 Metodologia Analítica

5.4.1 Preparação das Amostras.

As amostras armazenadas na câmara fria foram encaminhadas ao Laboratório de Pesquisa Bioquímica I – Departamento de Bioquímica (CCE/UEL) para preservação da sua qualidade. Posteriormente as amostras foram levadas para o departamento de Petrologia e Metalogenia da Unesp de Rio Claro. No laboratório da Unesp, as amostras foram filtradas por gravidade, com filtros comuns em funil, até atingirem o volume de aproximadamente 50 ml.

5.4.2 Procedimentos Analíticos.

Para a análise hidrogeoquímica, utilizou-se a técnica do ICP – AES (Espectrometria de Emissão Atômica com Fonte de Plasma de Argônio Indutivo) técnica capaz de identificar e quantificar mais de quarenta elementos químicos em concentrações na faixa de partes por bilhão (ppb). Trata-se de um equipamento que deve ser previamente calibrado utilizando padrões internacionais.

Foram analisados no ICP – AES os parâmetros para: cálcio (Ca), magnésio (Mg), manganês (Mn), fósforo (P), ferro (Fe), silício (Si), estrôncio (Sr), níquel (Ni), zinco

(Zn), chumbo (Pb), cádmio (Cd), cromo (Cr), alumínio (Al), bário (Ba), cobalto (Co) e cobre (Cu).

Os elementos sódio (Na) e potássio (K) foram analisados pela técnica de Espectrometria de Absorção Atômica (FAAS) que também é utilizado para determinar metais em solos, água e minérios. Possui um espectrofotômetro GBC 608 com lâmpadas específicas para elementos com Li, Na, K, Rb, Mg, Sr, Ba, V, Cr, Fe, Co, Ni, Cu, Na, Al, Sn e Pb. Cada amostra apresentou três leituras sequenciais e a partir destas faz-se uma média aritmética simples. As orientações para análise hidrogeoquímica baseiam-se no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19ª edição, 1995.

Os elementos cádmio (Cd), cromo (Cr), cobalto (Co), chumbo (Pb) e níquel (Ni) ficaram abaixo do limite de detecção (LD) da técnica do ICP – AES.

6 DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

6.1 Dados de saúde dos municípios lindeiros

Nos municípios lindeiros do Alto Rio Paraná (Figura 6), as doenças que apresentaram maiores óbitos foram as doenças circulatórias, seguidas pelos óbitos por neoplasia e pelo grupo de doenças pelo aparelho respiratório (Quadro 2). Os gráficos de 1 a 7 confirmam essas classes de óbitos.

Nos municípios lindeiros da margem direita (Mato Grosso do Sul) os menores números de óbitos estão nos grupos das doenças do sistema nervoso e pelas doenças do aparelho geniturinário (Gráficos 1 e 2). No município de Taquarassu, houve somente um óbito por doença do aparelho geniturinário em dez anos (Gráfico 3).

Quadro 2 - Número total de óbitos por cada grupo de causas nos municípios limieiros, em Mato Grosso do Sul, no Paraná e no Brasil no período de 2001 – 2011.

Municípios/Estados	CID-10 e número total de óbitos por cada grupo de causa nos municípios limieiros								Total de óbitos
	I	II	IV	VI	IX	X	XI	XIV	
Marilena/PR	22	68	29	8	155	35	22	16	442
Porto Rico/PR	9	30	21	2	75	19	9	4	193
Querência do Norte/PR	16	107	46	12	233	52	47	16	715
São Pedro do Paraná/PR	9	30	11	2	63	23	12	3	181
Batayporã/MS	24	90	49	5	234	62	35	24	676
Naviraí/MS	97	314	183	49	753	244	104	47	2542
Taquarassu/MS	8	35	12	6	95	21	12	1	231
Mato Grosso do Sul	5.995	21.097	8.807	2.857	44.645	14.020	6.955	2.797	141.440
Paraná	21.554	114.396	36.396	13.520	210.680	70.630	35.947	10.650	675.062
Brasil	514.191	1.698.774	651.913	206.900	3.285.189	1.154.962	570.732	209.671	11.544.594

I- Algumas doenças infecciosas e parasitárias

II- Neoplasias (tumores)

IV-Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas

VI- Doenças do sistema nervoso

IX - Doenças do aparelho circulatório

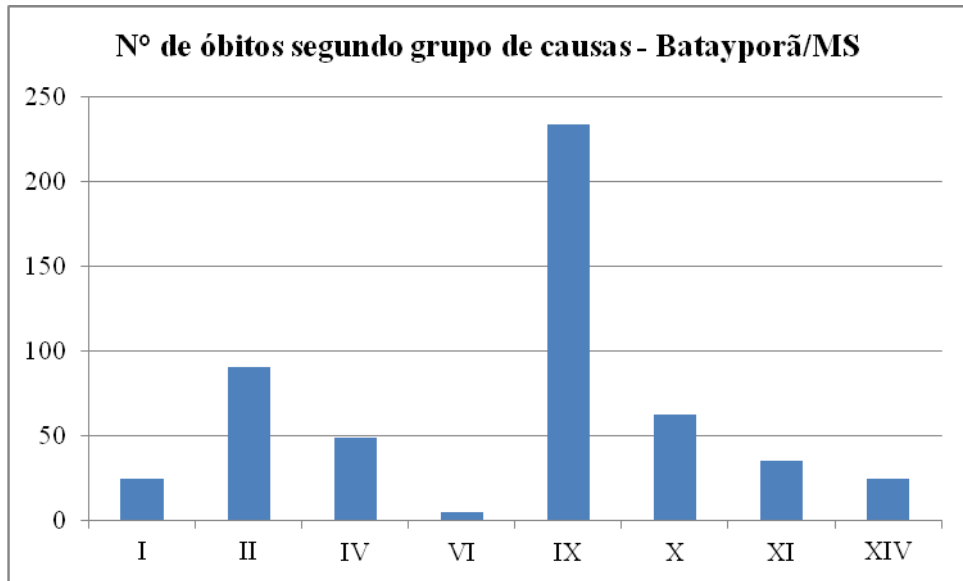
X- Doenças do aparelho respiratório

XI-Doenças do aparelho digestivo

XIV- Doenças do aparelho geniturinário

Fonte: DATASUS, 2013.

Gráfico 1 - Número total de óbitos por cada grupo de causas em Batayporã no período de 2001 – 2011.



I- Algumas doenças infecciosas e parasitárias

II- Neoplasias (tumores)

IV-Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas

VI- Doenças do sistema nervoso

IX - Doenças do aparelho circulatório

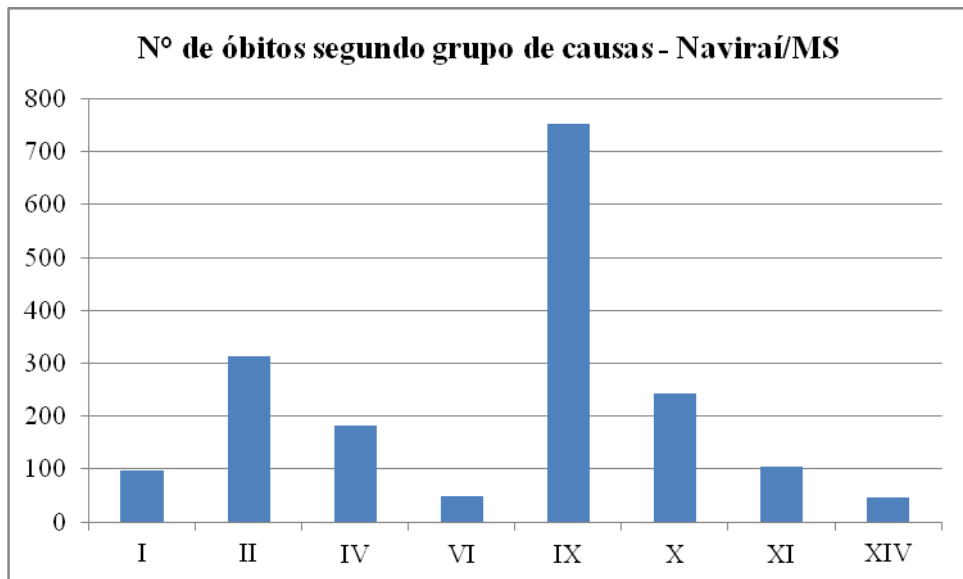
X- Doenças do aparelho respiratório

XI-Doenças do aparelho digestivo

XIV- Doenças do aparelho geniturinário

Fonte: DATASUS (2013).

Gráfico 2 - Número total de óbitos por cada grupo de causas em Naviraí no período de 2001 – 2011.



I- Algumas doenças infecciosas e parasitárias

II- Neoplasias (tumores)

IV-Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas

VI- Doenças do sistema nervoso

IX - Doenças do aparelho circulatório

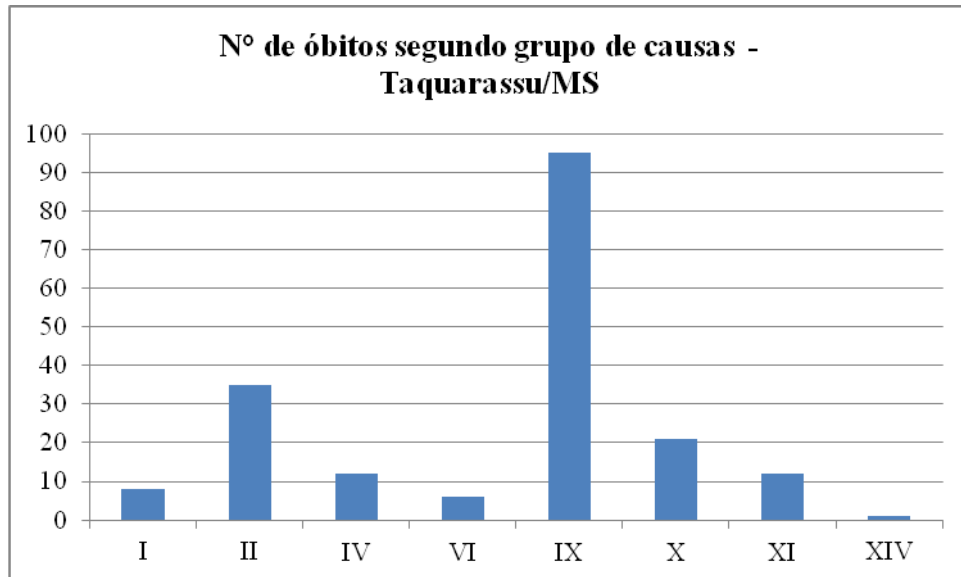
X- Doenças do aparelho respiratório

XI-Doenças do aparelho digestivo

XIV- Doenças do aparelho geniturinário

Fonte: DATASUS (2013).

Gráfico 3 - Número total de óbitos por cada grupo de causas em Taquarassu no período de 2001 – 2011.



I- Algumas doenças infecciosas e parasitárias

II- Neoplasias (tumores)

IV-Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas

VI- Doenças do sistema nervoso

IX - Doenças do aparelho circulatório

X- Doenças do aparelho respiratório

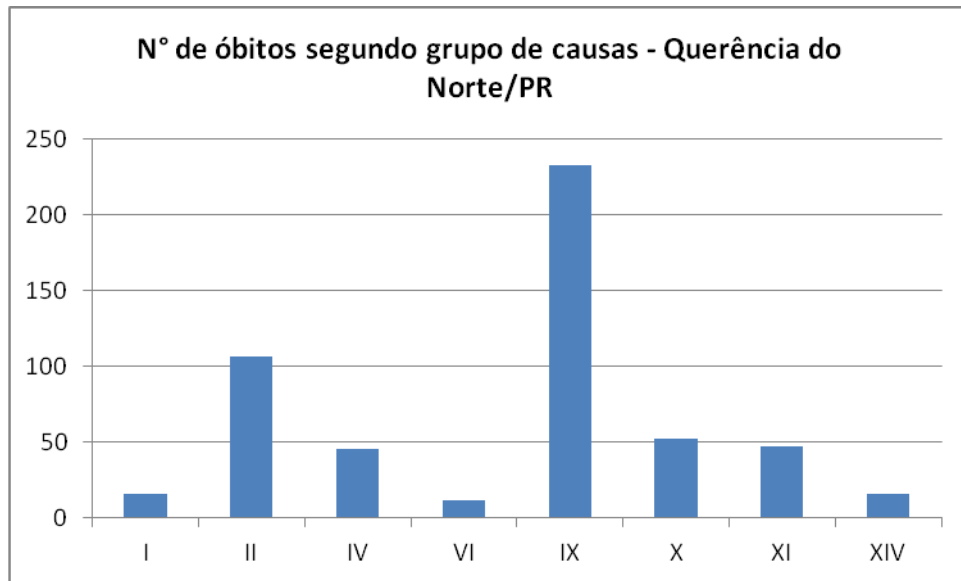
XI-Doenças do aparelho digestivo

XIV- Doenças do aparelho geniturinário

Fonte: DATASUS (2013).

Nos municípios lindeiros da margem esquerda (Paraná) os menores números de óbitos também estão nos grupos das doenças do sistema nervoso e das doenças do aparelho geniturinário (Gráficos 4, 5 e 7). No município de São Pedro do Paraná, houve somente dois óbitos por doença do sistema nervoso (Gráfico 6). De qualquer forma, os gráficos de 4 a 7 confirmam a tendência de crescimento dos óbitos pelas doenças do aparelho circulatório, neoplasias e do aparelho respiratório.

Gráfico 4 - Número total de óbitos por cada grupo de causas em Querência do Norte no período de 2001 – 2011.

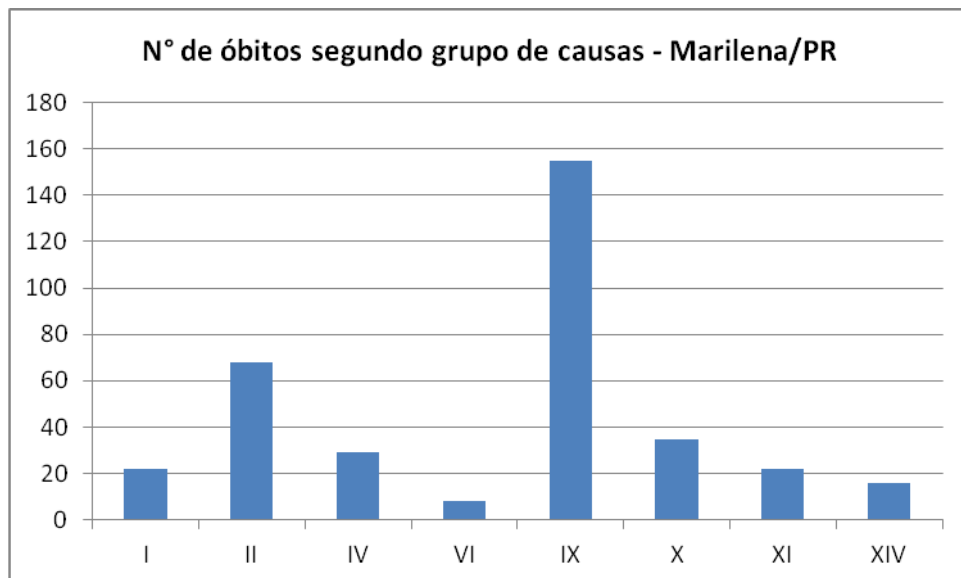


I- Algumas doenças infecciosas e parasitárias
 II- Neoplasias (tumores)
 IV-Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas
 VI- Doenças do sistema nervoso

IX - Doenças do aparelho circulatório
 X- Doenças do aparelho respiratório
 XI-Doenças do aparelho digestivo
 XIV- Doenças do aparelho geniturinário

Fonte: DATASUS (2013).

Gráfico 5 - Número total de óbitos por cada grupo de causas em Marilena no período de 2001 – 2011.

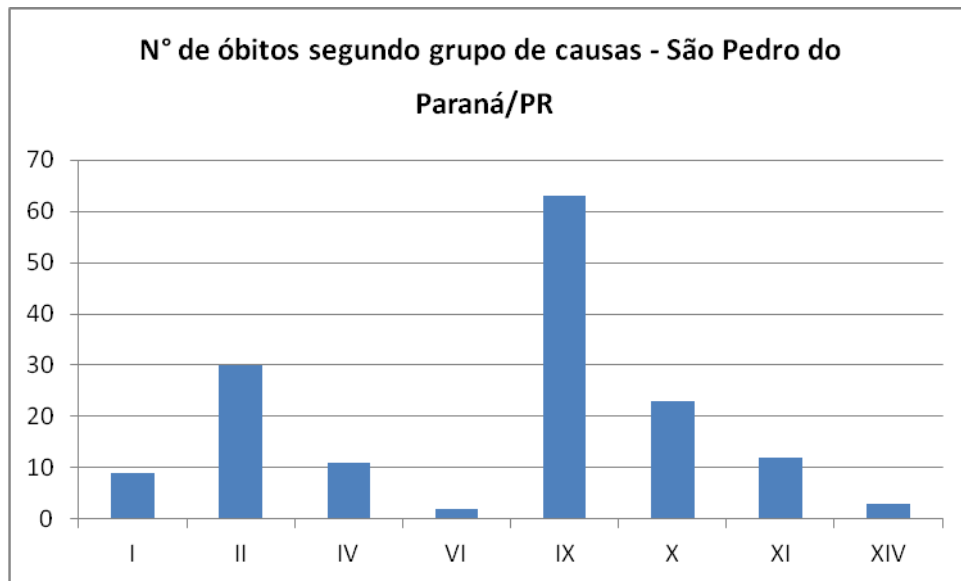


I- Algumas doenças infecciosas e parasitárias
 II- Neoplasias (tumores)
 IV-Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas
 VI- Doenças do sistema nervoso

IX - Doenças do aparelho circulatório
 X- Doenças do aparelho respiratório
 XI-Doenças do aparelho digestivo
 XIV- Doenças do aparelho geniturinário

Fonte: DATASUS (2013).

Gráfico 6 - Número total de óbitos por cada grupo de causas em São Pedro do Paraná no período de 2001 – 2011.



I- Algumas doenças infecciosas e parasitárias

II- Neoplasias (tumores)

IV-Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas

VI- Doenças do sistema nervoso

IX - Doenças do aparelho circulatório

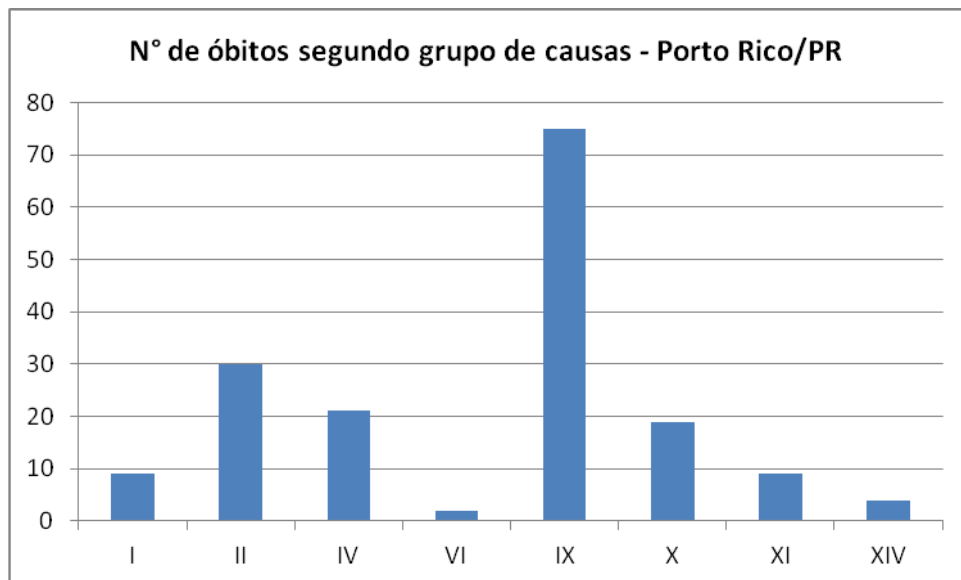
X- Doenças do aparelho respiratório

XI-Doenças do aparelho digestivo

XIV- Doenças do aparelho geniturinário

Fonte: DATASUS (2013).

Gráfico 7 - Número total de óbitos por cada grupo de causas em Porto Rico no período de 2001 – 2011.



I- Algumas doenças infecciosas e parasitárias

II- Neoplasias (tumores)

IV-Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas

VI- Doenças do sistema nervoso

IX - Doenças do aparelho circulatório

X- Doenças do aparelho respiratório

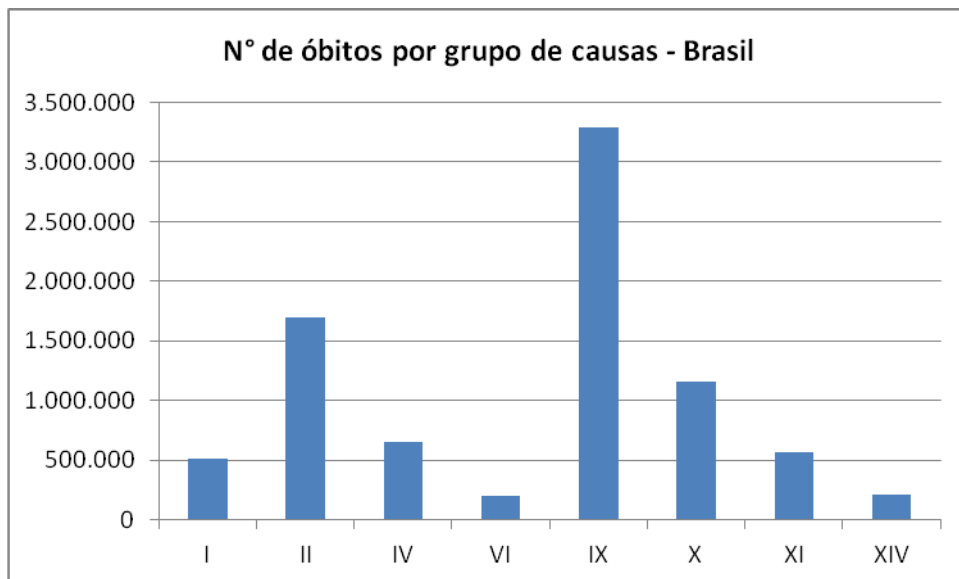
XI-Doenças do aparelho digestivo

XIV- Doenças do aparelho geniturinário

Fonte: DATASUS (2013).

Assim como nos municípios lindeiros do Alto Rio Paraná (Tabela1 e Figura 10), no Brasil (Gráfica 8) as doenças circulatórias constituem-se como a primeira causa de óbito na população (3.285.189 óbitos no período de 2001 a 2011, 28,5% da mortalidade geral). Os casos de Neoplasia aparecem em segundo lugar como causa de óbito (1.698.774 óbitos no período de 2001 a 2011, e 14,7% da mortalidade). No Mato Grosso do Sul (Gráfico 9) e Paraná (Gráfico 10) as maiores causas de morte também estão relacionados às doenças circulatórias (44.645 óbitos no período de 2001 a 2011, 31,5% da mortalidade geral) e (210.680 óbitos no período de 2001 a 2011, 31,2% da mortalidade geral), seguidas pelas neoplasias e doenças do aparelho respiratório.

Gráfico 8 - Número total de óbitos por cada grupo de causas em Brasil no período de 2001 – 2011.



I- Algumas doenças infecciosas e parasitárias

II- Neoplasias (tumores)

IV-Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas

VI- Doenças do sistema nervoso

IX - Doenças do aparelho circulatório

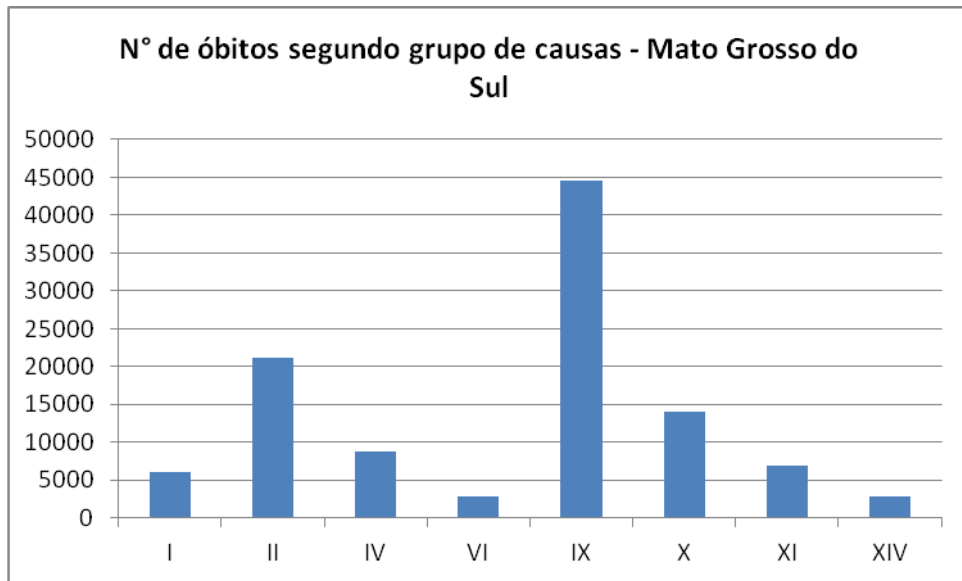
X- Doenças do aparelho respiratório

XI-Doenças do aparelho digestivo

XIV- Doenças do aparelho geniturinário

Fonte: DATASUS (2013).

Gráfico 9 - Número total de óbitos por cada grupo de causas no Mato Grosso do Sul no período de 2001 – 2011.



I- Algumas doenças infecciosas e parasitárias

II- Neoplasmas (tumores)

IV-Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas

VI- Doenças do sistema nervoso

IX - Doenças do aparelho circulatório

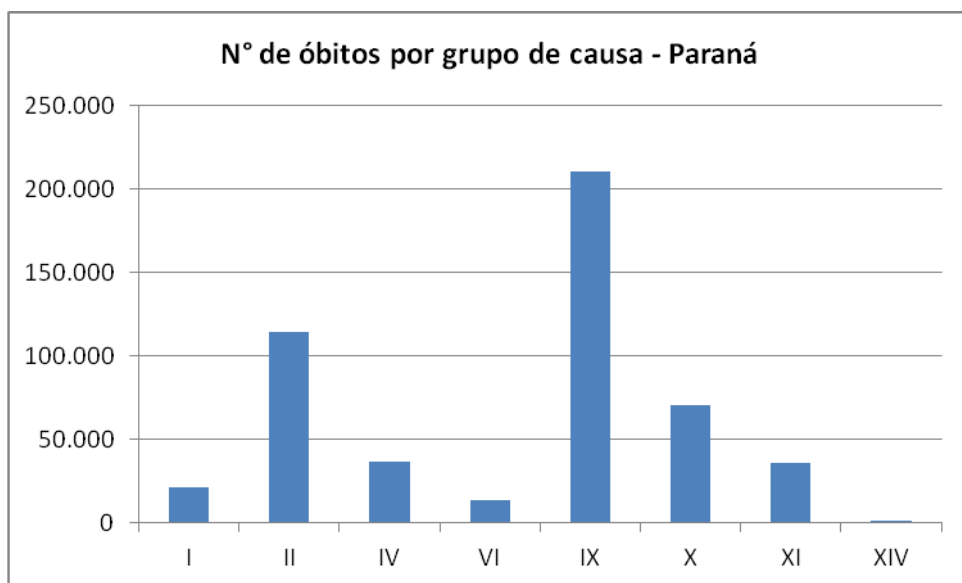
X- Doenças do aparelho respiratório

XI-Doenças do aparelho digestivo

XIV- Doenças do aparelho geniturinário

Fonte: DATASUS (2013).

Gráfico 10 - Número total de óbitos por cada grupo de causas no Paraná no período de 2001 – 2011.



I- Algumas doenças infecciosas e parasitárias

II- Neoplasias (tumores)

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

XIV- Doenças do aparelho geniturinário

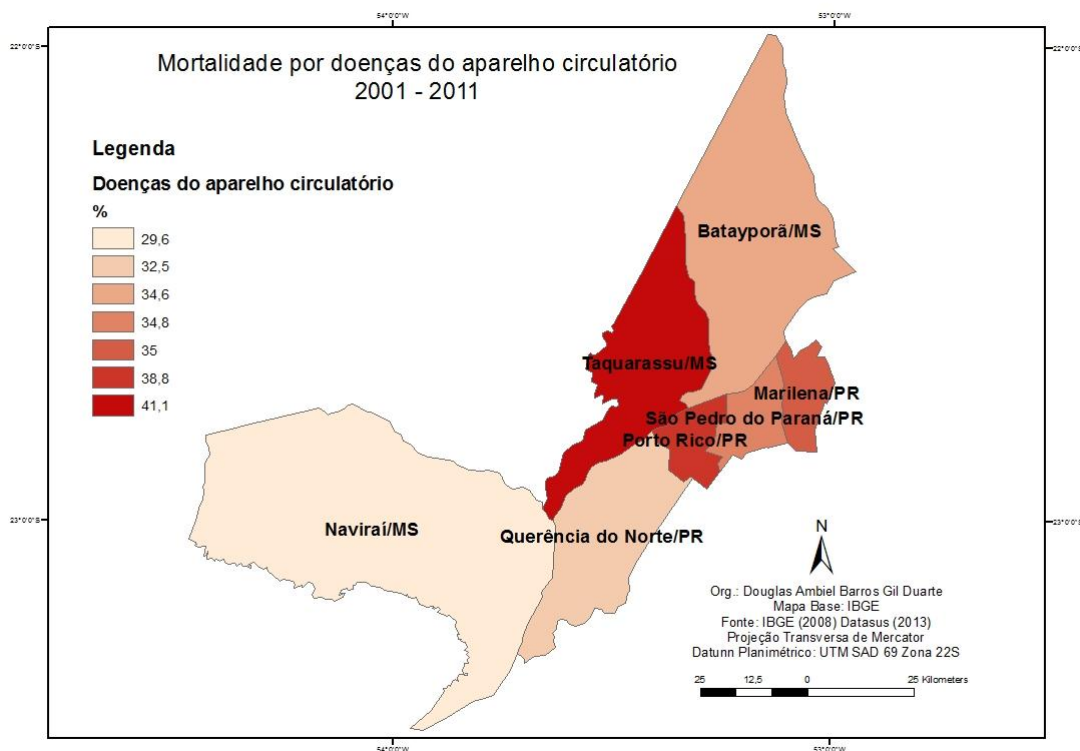
Fonte: DATASUS (2013).

Tabela 1- Mortalidade por doença do aparelho circulatória no período de 2001 – 2011 nos municípios lindeiros do Alto Rio Paraná.

Municípios Lindeiros	% de óbitos Doenças circulatórias	% de óbitos Doenças circulatórias BR	% de óbitos Doenças circulatórias PR	% de óbitos Doenças circulatórias MS
Marilena/PR	35,1			
Porto Rico/PR	38,9			
Querência do Norte /PR	32,6	28,5	31,2	31,5
São Pedro do Paraná/PR	34,8			
Batayporã/MS	34,6			
Naviraí/MS	29,6			
Taquarassu/MS	41,1			
Média	35,2			

Fonte: DATASUS, 2013

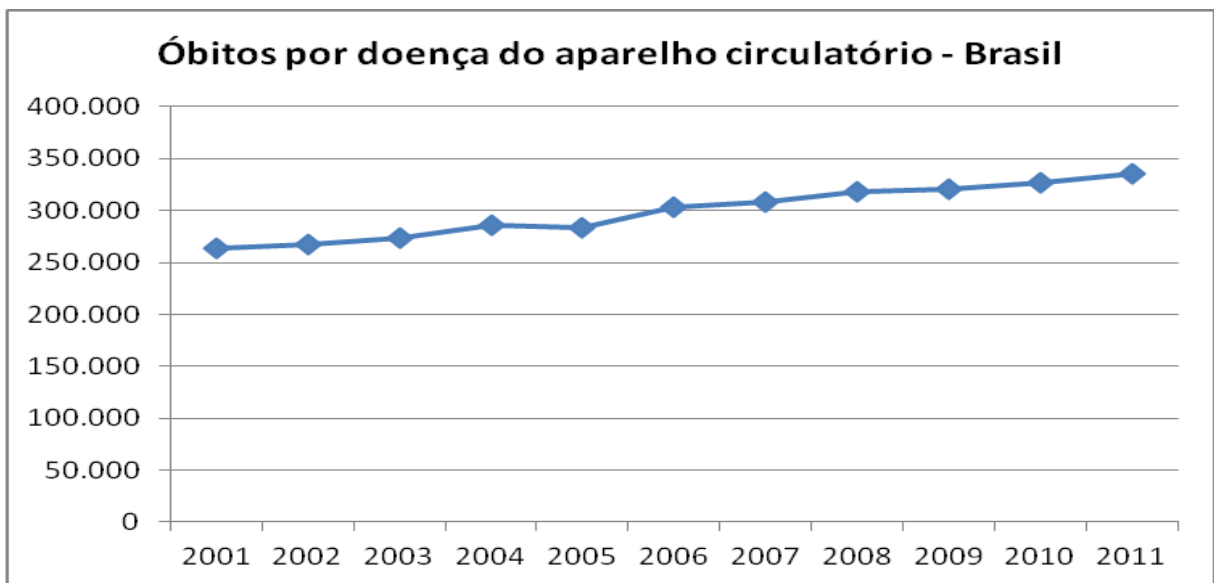
Figura 10 - Mortalidade por doenças do aparelho circulatório no período de 2001 – 2011 nos municípios lindeiros do Alto Rio Paraná.



Fonte: DATASUS, 2013.

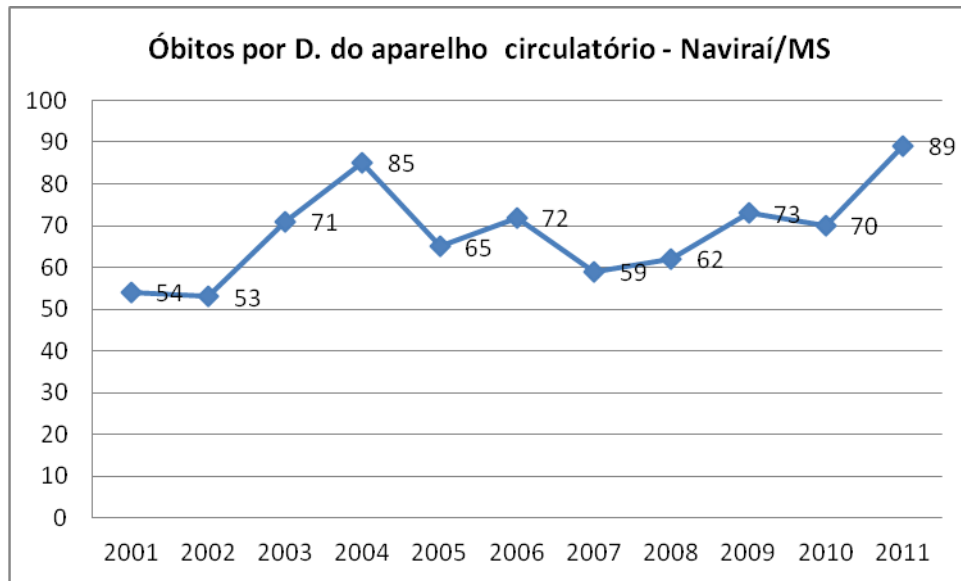
Ao analisar as mortes ao longo dos anos é perceptível um aumento de óbitos por doenças circulatórias (Gráfico 11). No Brasil esse número aumenta cada vez mais ao longo dos anos, onde em 2001 teve 263.417 óbitos e em 2011, 335.213 óbitos, resultando em um aumento de 27,26%. E a porcentagem de óbitos, tanto nos estados do Mato Grosso do Sul e do Paraná, quanto nos municípios lindeiros é superior à porcentagem de óbitos do Brasil (Tabela 1).

Gráfico 11 - Óbitos por doença do aparelho circulatório no Brasil de 2001 a 2011.



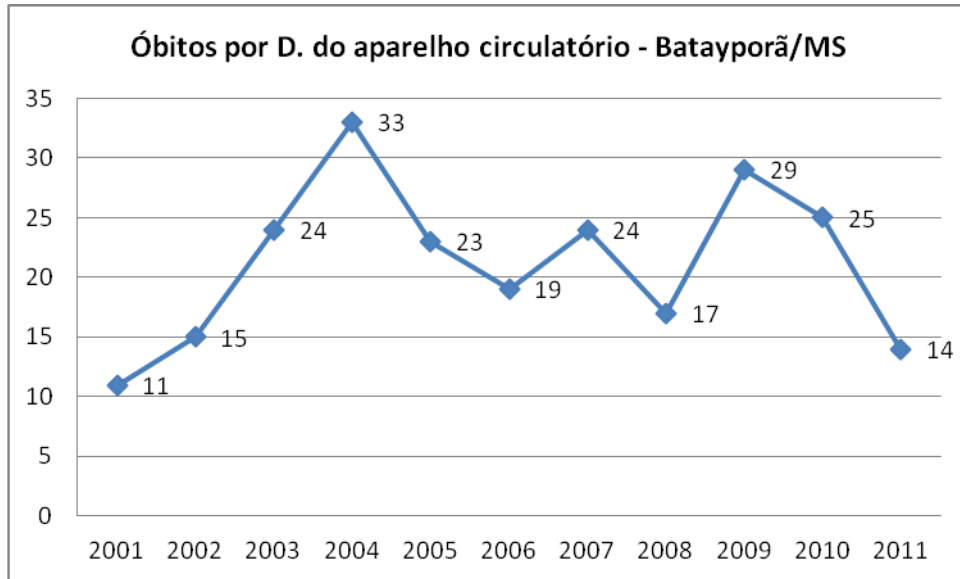
Fonte: DATASUS, 2013.

Nos municípios lindeiros da margem direita houve muita variação no número de óbitos ao longo dos anos. No município de Naviraí houve 54 óbitos em 2001 e 53 em 2002, nos anos seguintes, até 2004 o número de óbitos aumentou para 85. Em 2007 os óbitos chegaram ao seu menor número, 59. Nos anos seguintes apesar da variação o número aumentou para 89, o maior número de óbitos registrado (Gráfico 12).

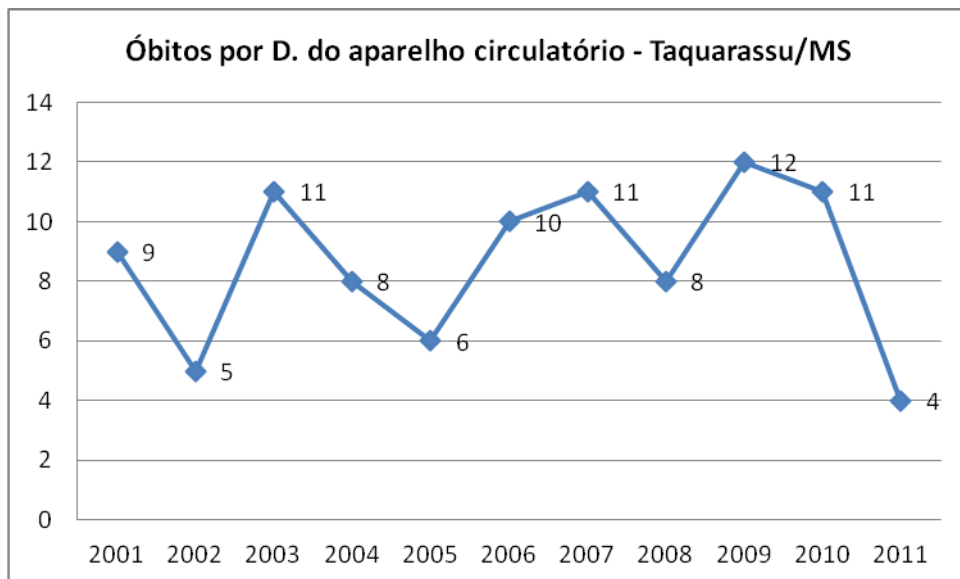
Gráfico 12 - Óbitos por doença do aparelho circulatório em Naviraí de 2001 a 2011.

Fonte: DATASUS, 2013.

Nos municípios de Batayporã e de Taquarassu a variação é ainda maior e a linha do gráfico forma uma sequencia semelhante entre os dois municípios. No ano de 2001 Batayporã teve 11 óbitos e teve um aumento sequencial ao longo dos anos até 2004, chegando a 33 óbitos (Gráfico 13). Em Taquarassu a partir de 2002 o número de óbitos passou de 5 para 11 em 2003 (Gráfico 14). Em sequencia nos dois municípios o número de óbitos caiu. Em Batayporã o número de óbitos passou de 33 óbitos em 2004 para 19 em 2006 e Taquarassu passou de 11 óbitos em 2003 para 6 em 2005. No ano de 2007 os dois municípios tiveram um aumento (Batayporã 24 óbitos e Taquarassu 11 óbitos), mas com uma queda no ano de 2008 e um aumento em 2009. A partir de 2009 os dois municípios apresentaram uma diminuição brusca no número de óbitos (Gráficos 13 e 14).

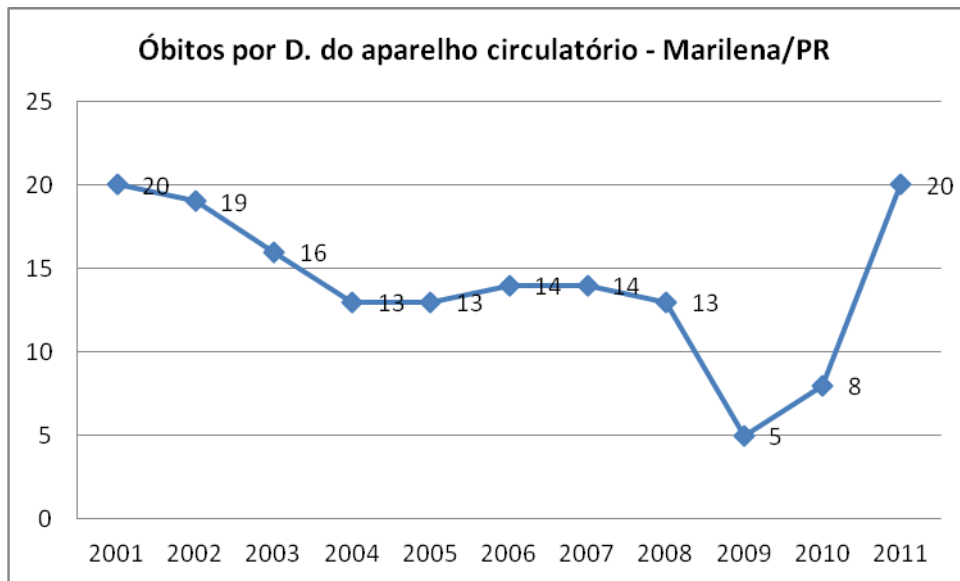
Gráfico 13 - Óbitos por doença do aparelho circulatório em Batayporã de 2001 a 2011.

Fonte: DATASUS, 2013.

Gráfico 14 - Óbitos por doença do aparelho circulatório em Taquarassu de 2001 a 2011.

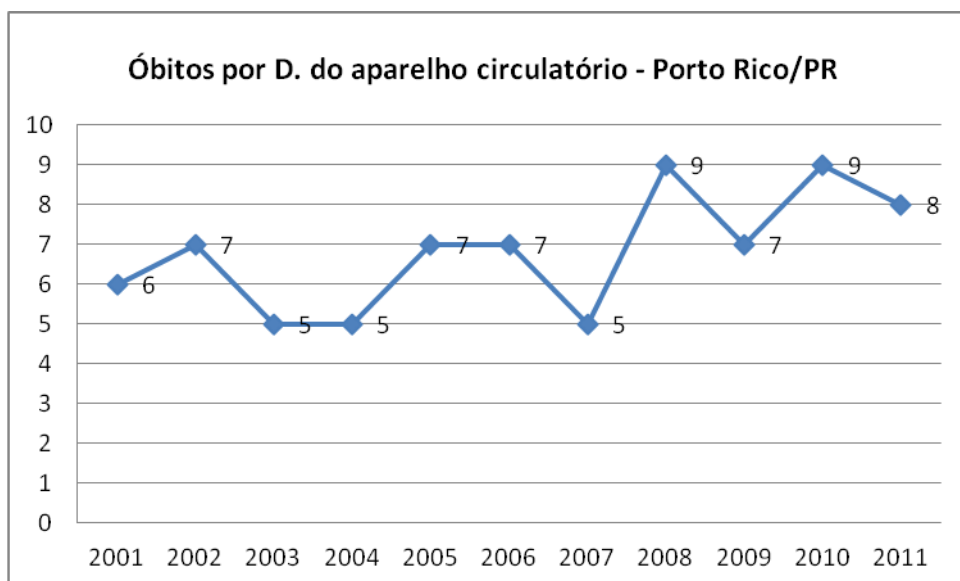
Fonte: DATASUS, 2013.

Nos municípios lindeiros da margem esquerda a variação no número de óbitos no período analisado é ampla, assim como nos municípios lindeiros da margem direita. No município de Marilena o número de óbitos teve uma diminuição de 2001 com 20 óbitos para 13 em 2004, aumentando em somente 1 óbito nos anos de 2006 e 2007 (14 óbitos), e que logo veio a diminuir para 5 óbitos em 2009 retornando a 20 no ano de 2011 (Gráfico 15).

Gráfico 15 - Óbitos por doença do aparelho circulatório em Marilena de 2001 a 2011.

Fonte: DATASUS, 2013.

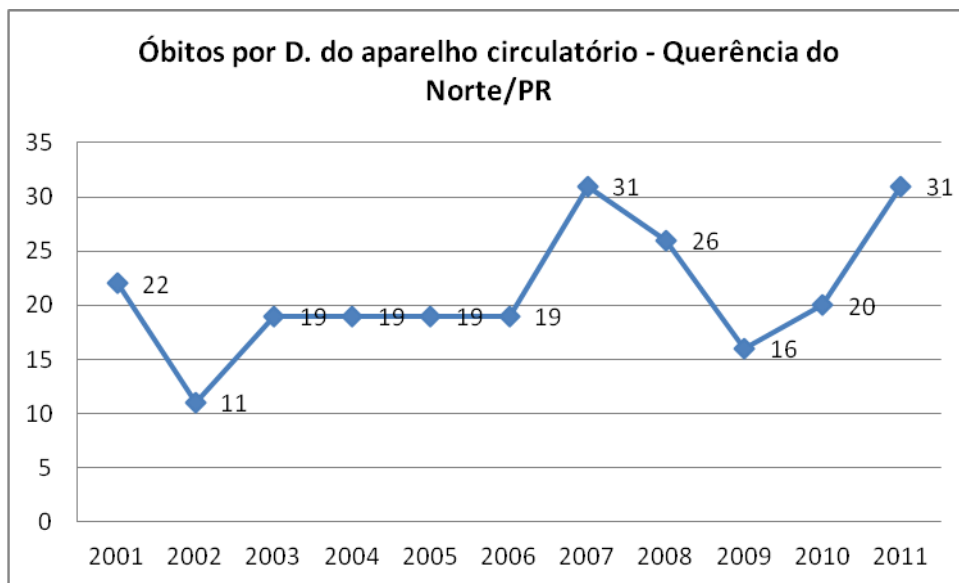
Em Porto Rico o número de óbitos por doenças circulatórias teve em 2001, 6 óbitos e passou para 7 óbitos em 2002, caiu para 5 óbitos em 2003 e manteve o mesmo número em 2004 (Gráfico 16). No ano de 2005 e 2006 ocorreram 7 óbitos. Em 2007 esse número caiu para 5 novamente e logo em 2008 aumentou para 9 óbitos. Em 2009 teve uma queda para 7 óbitos e em 2010 teve 9 óbitos. Em 2011 houve 8 óbitos (Gráfico 16).

Gráfico 16 - Óbitos por doença do aparelho circulatório em Porto Rico de 2001 a 2011.

Fonte: DATASUS, 2013.

No município de Querência do Norte (Gráfico 17), por exemplo, no ano de 2001 ocorreram 22 óbitos por doenças do aparelho circulatório, no ano seguinte houve uma queda para 11 óbitos e entre os anos de 2003 a 2006, houve um aumento para 19 óbitos por ano, atingindo 31 óbitos em 2007. Correspondendo a queda do número de óbitos da regional de saúde, no ano de 2009 os óbitos chegaram a 16, mas logo aumentaram nos anos seguintes e voltaram a ter 31 óbitos no ano de 2011 (Gráfico 17).

Gráfico 17 - Óbitos por doença do aparelho circulatório em Querência do Norte de 2001 a 2011.



Fonte: DATASUS, 2013.

Em São Pedro do Paraná o número de 7 óbitos iniciou-se em 2001. Em 2002 houve uma diminuição para 3 óbitos e logo em 2003 um aumento para 8 óbitos. Nos anos seguinte, até 2006 houve uma diminuição que chegou a 3 óbitos. Mas o que chama mais atenção no gráfico (Gráfico 18) é o aumento que o município de São Pedro do Paraná registrou de 2008 para 2009. Em 2008 o município teve 2 óbitos, o menor número no período analisado e passou para 11 óbitos em 2009, ou seja, um aumento de 9 óbitos em apenas um ano. Nos anos seguintes o número de óbitos diminuiu até chegar em 7 óbitos em 2011 (Gráfico 18).

Gráfico 18 - Óbitos por doença do aparelho circulatório em São Pedro do Paraná de 2001 a 2011.

Fonte: DATASUS, 2013.

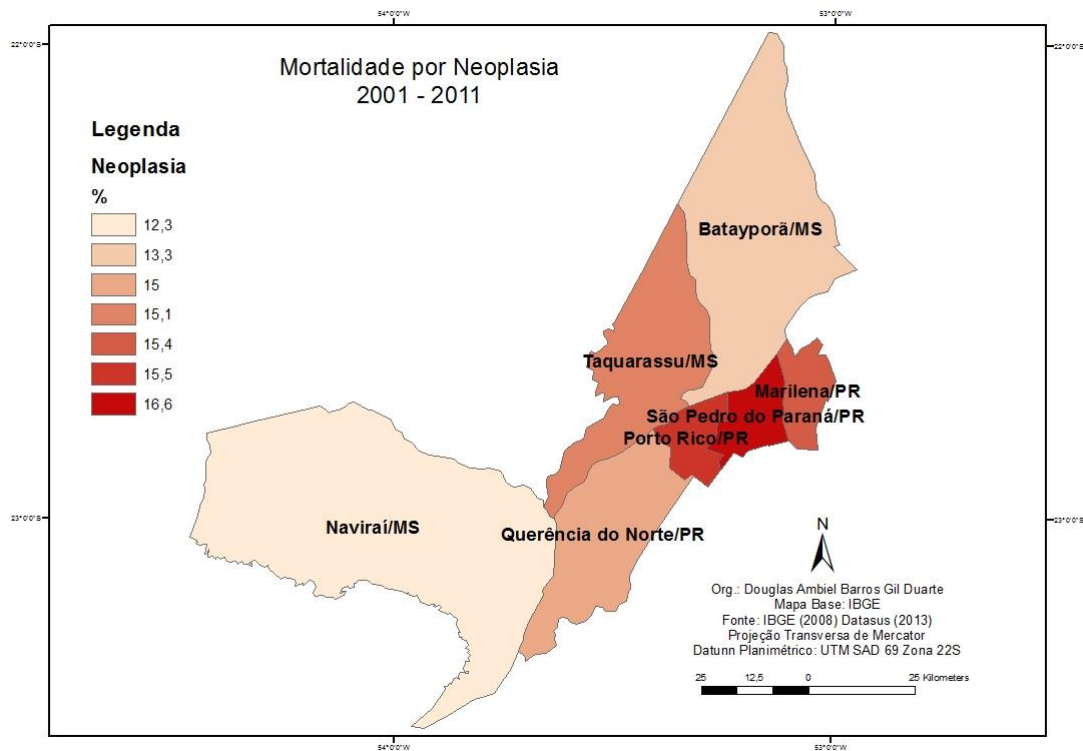
No grupo das doenças do aparelho circulatório, as doenças isquêmicas do coração e as doenças cerebrovasculares correspondem, em conjunto, por cerca de 60% das mortes, e um dos problemas maiores está associado à maior prevalência de fatores de risco, tais como fumo, hipertensão, obesidade, hipercolesterolemia, diabetes, sedentarismo, estresse, etc.

Os óbitos por neoplasia representam a segunda maior mortalidade nos municípios limieiros (Figura 11), com média de 14,7%. Essa média é igual a do Brasil com 14,7% (1.698.774 óbitos no período de 2001 a 2011). Contudo, no Paraná a porcentagem é de 16,9% (114.396 óbitos no período de 2001 a 2011) maior que a mortalidade brasileira. No Mato Grosso do Sul a porcentagem é de 14,9% (21.097 óbitos no período de 2001 a 2011). No Brasil, no estado do Paraná e no estado do Mato Grosso do Sul os óbitos por neoplasia também são a segunda maior mortalidade (Tabela 2).

Tabela 2 - Mortalidade por neoplasia nos municípios limieiros do Alto Rio Paraná no período de 2001 - 2011.

Municípios Lindeiros	% de óbitos por neoplasia	% de óbitos por neoplasia BR	% de óbitos por neoplasia PR	% de óbitos por neoplasia MS
Marilena/PR	15,4			
Porto Rico/PR	15,5			
Querência do Norte /PR	15,0	14,7	16,9	14,9
São Pedro do Paraná/PR	16,6			
Batayporã/MS	13,3			
Naviraí/MS	12,3			
Taquarassu/MS	15,1			
Média	14,8			

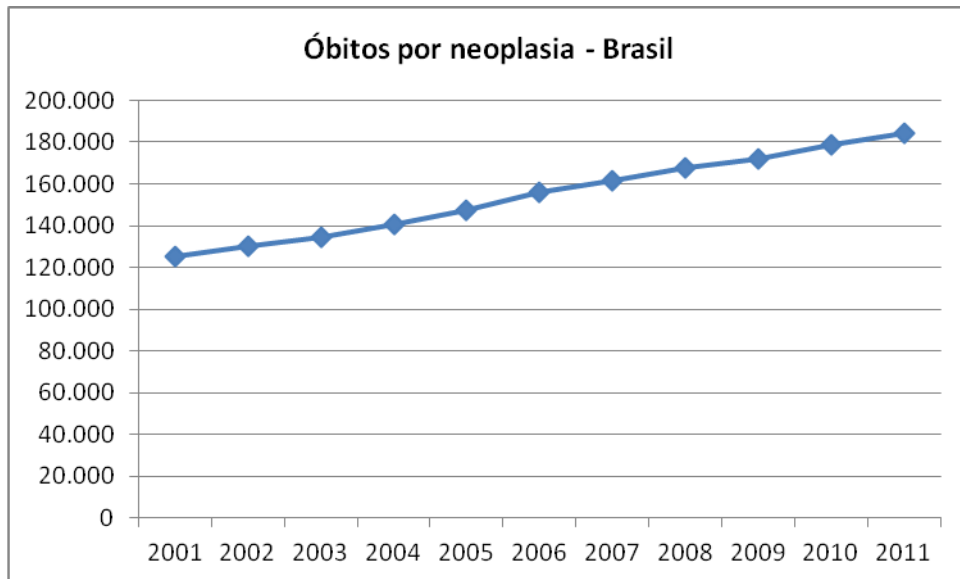
Fonte: DATASUS, 2013.

Figura 11 - Mortalidade por neoplasia nos municípios limieiros do Alto Rio Paraná no período de 2001 - 2011.

Fonte: DATASUS, 2013.

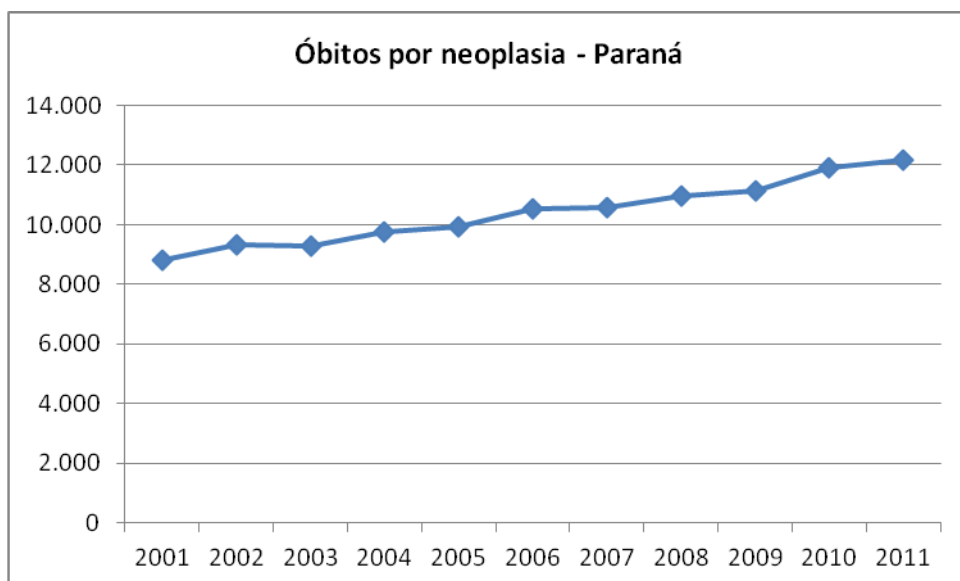
No Brasil, Paraná e no Mato Grosso do Sul os números de óbitos por neoplasia no período analisado aumentaram ano a ano. No Brasil (Gráfico 19) esse número passou de 125.348 em 2001 para 184.384 em 2011. No Paraná (Gráfico 20) o número de óbitos passou de 8.805 para 12.157 em 2011. No Mato Grosso do Sul (Gráfico 21) os óbitos passaram de 1.554 em 2001 para 2.200 em 2011.

Gráfico 19 - Óbitos por neoplasia no Brasil de 2001 a 2011.

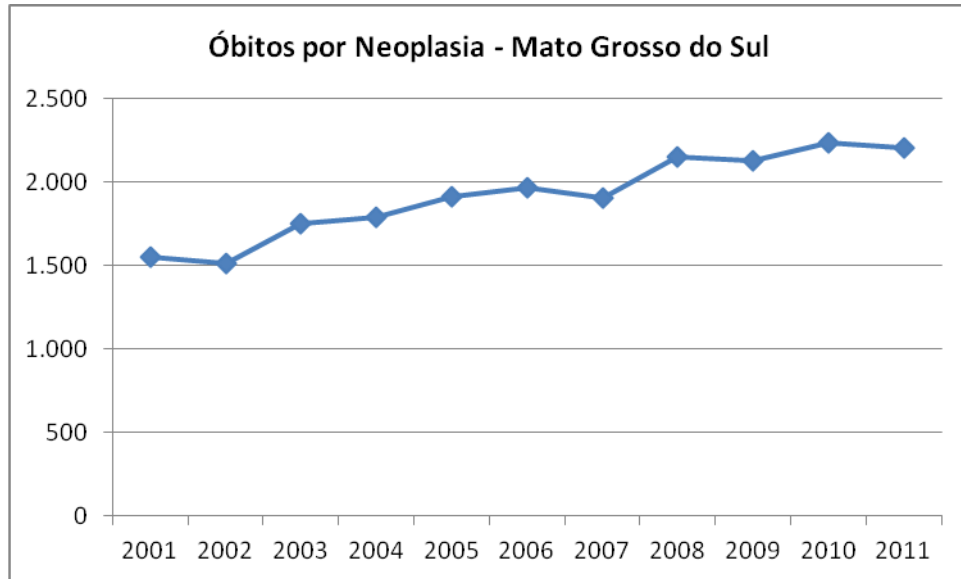


Fonte: DATASUS, 2013.

Gráfico 20 - Óbitos por neoplasia no estado do Paraná de 2001 a 2011.

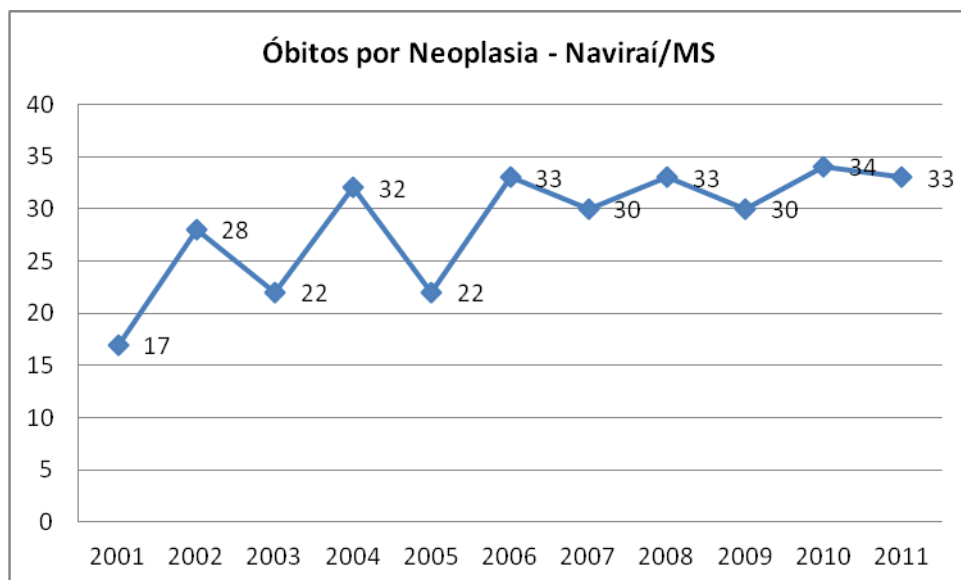


Fonte: DATASUS, 2013.

Gráfico 21 - Óbitos por neoplasia no Mato Grosso do Sul 2001 a 2011.

Fonte: DATASUS, 2013.

Nos municípios lindeiros da margem direita, Naviraí (Gráfico 22) chama a atenção pelo aumento no número de óbitos ao longo do tempo, apesar de sua variação. Em 2001 o número de óbitos era de 17 e em 2010 atingiu o maior número com 34 óbitos praticamente dobrando seus valores.

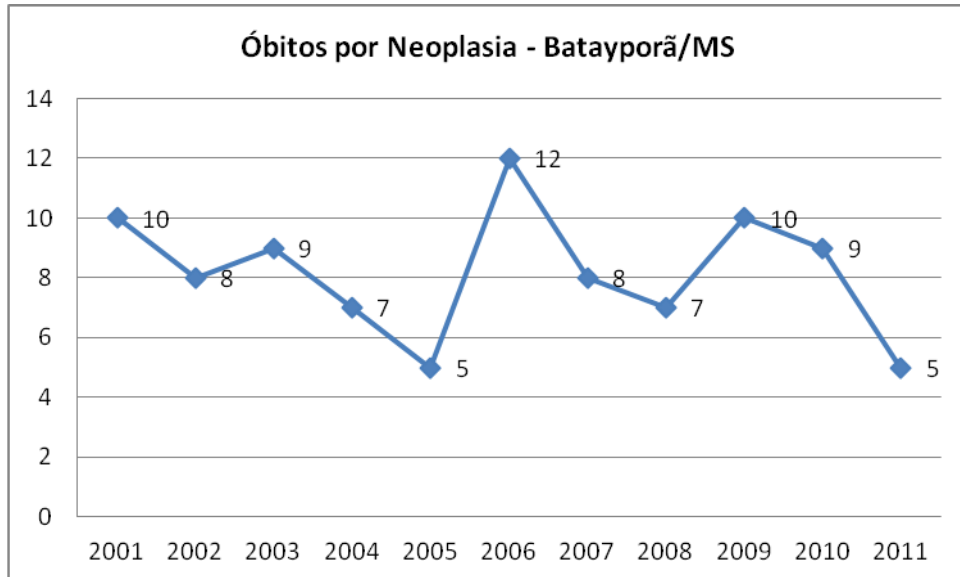
Gráfico 22 - Óbitos por neoplasia em Naviraí de 2001 a 2011

Fonte: DATASUS, 2013.

Batayporã teve os menores números de óbitos em 2005 e em 2011 com 5 óbitos nesses anos. O maior número de óbitos no período analisado foi em 2006 com 12. O

município apresenta uma grande variação no número de óbitos por neoplasia (Gráfico 23), mas no geral observa-se uma diminuição no local.

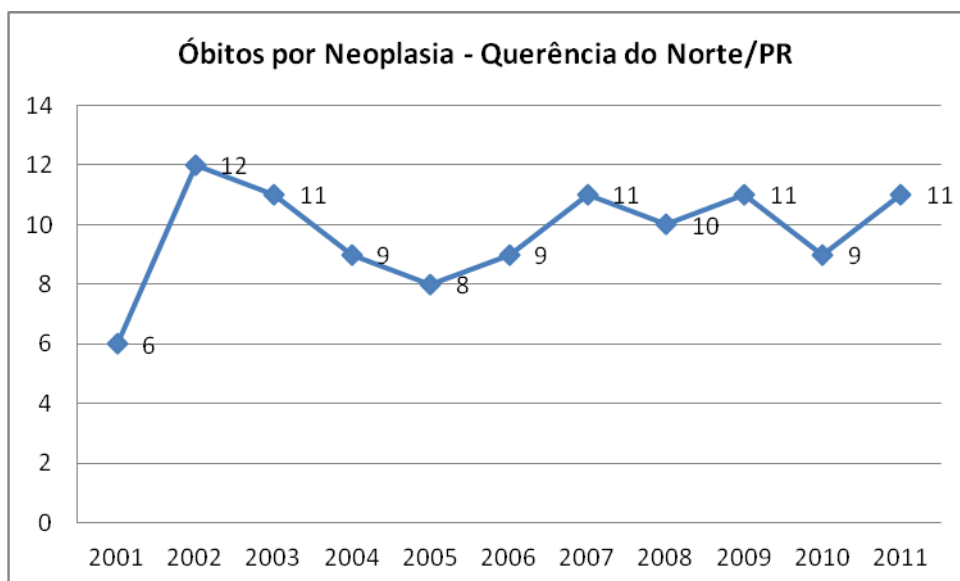
Gráfico 23 - Óbitos por neoplasia em Batayporã de 2001 a 2011.



Fonte: DATASUS, 2013.

Nos municípios limieiros da margem esquerda, Querência do Norte teve nos anos de 2001 e 2005 (Gráfico 24) os menores números de óbitos por neoplasia com 6 e 8 óbitos respectivamente. Os anos de 2002 (12 óbitos), 2007 (11 óbitos), 2009 (11 óbitos) e 2011 (11 óbitos) foram os anos com os maiores números de óbitos por neoplasia (Gráfico 24).

Gráfico 24 - Óbitos por neoplasia em Querência do Norte de 2001 a 2011.



Fonte: DATASUS, 2013.

O município de São Pedro do Paraná não apresentou óbitos por neoplasia em 2001, mas teve em 2002 (2 óbitos) aumentando para 3 óbitos em 2003 e manteve o mesmo número em 2004. Em 2009 foi o ano atípico em que o município teve mais óbitos por neoplasia (6 óbitos). Em 2011 registrou-se apenas 3 óbitos (Gráfico 25).

Gráfico 25 - Óbitos por neoplasia em São Pedro do Paraná de 2001 a 2011.



Fonte: DATASUS, 2013.

As mortes por neoplasia, antes eram vinculadas aos países desenvolvidos, principalmente europeus. Há poucas décadas esse cenário vem mudando, e a maior parte do ônus global das mortes por neoplasia pode ser observada em países em desenvolvimento, principalmente aqueles com poucos e médios recursos. Em países considerados desenvolvidos, predominam os cânceres de pulmão, mama, próstata e cólon enquanto em países de baixo e médio recursos, os cânceres predominantes são os de estômago, fígado, cavidade oral e colo do útero. Mesmo na tentativa de se criar padrões mais característicos de países ricos em relação aos de baixa e média rendas, o mesmo está mudando rapidamente, e vem sendo observado um aumento progressivo nos cânceres de pulmão, mama e cólon e reto, os quais, historicamente, não apresentavam essa importância e magnitude (Inca, 2013).

Depois das doenças circulatórias e neoplasias, as doenças que apresentam maior mortalidade são as doenças respiratórias com média nos municípios lindeiros de 9,3%, No Paraná a média é de 10,4%, no Mato Grosso do Sul a média é de 9,9% no Brasil a média é de 10% (Tabela 3). Desta forma, os municípios lindeiros apresentam porcentagens

semelhantes aos do Brasil, do estado do Mato Grosso do Sul e do estado do Paraná (Tabela 3). Porém o município de São Pedro do Paraná possui uma porcentagem acima dos dois estados (MS e PR) e do Brasil, apresentando 12,7% de óbitos por doenças respiratórias.

No gráfico (Gráfico 26) há uma variação nos óbitos por doenças respiratórias municípios lindeiros o maior número de mortes ocorreu em 2010 com 54 óbitos e o menor número de óbitos foi em 2001 com 25 óbitos.

Nos gráficos do estado do Mato Grosso do Sul (Gráfico 27) e do Paraná (Gráfico 28) é possível observar que no ano de 2005 houve uma queda nos números de óbitos por doenças respiratórias, mas que posteriormente continuou a aumentar. A maior porcentagem no período analisado se encontra no município de São Pedro do Paraná com 12,7% de óbitos, ou seja, 3,3% acima da média dos municípios lindeiros (Tabela 3 e Figura 12).

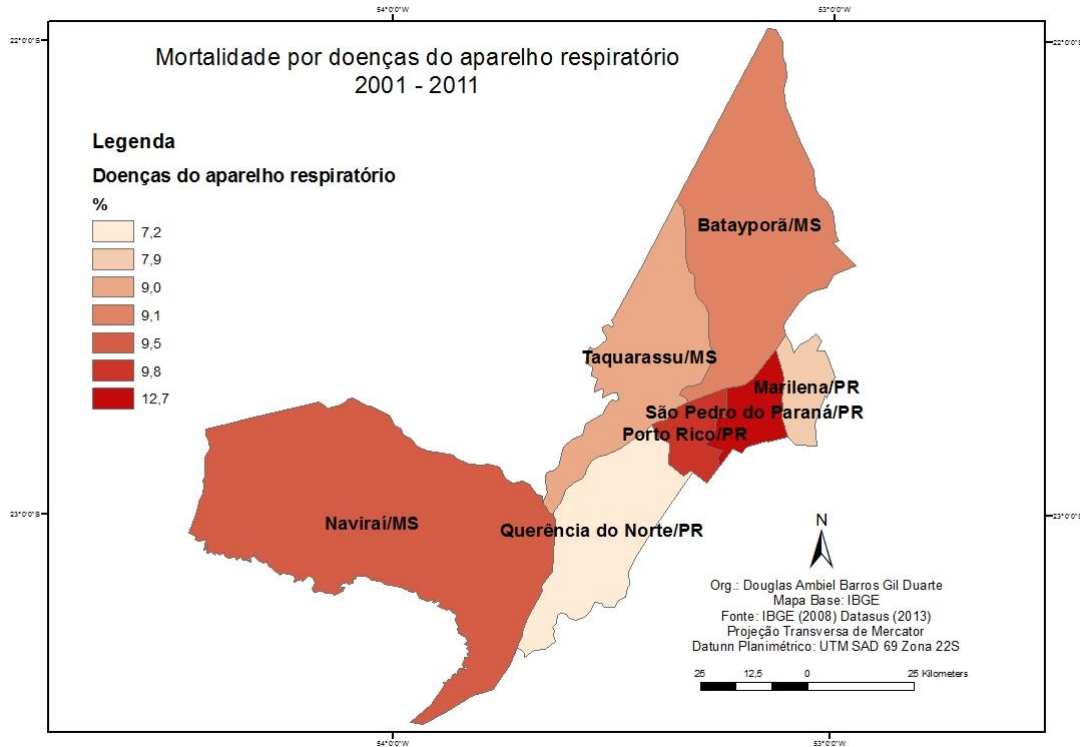
No Brasil os óbitos por doenças respiratórias passaram de 90.288 óbitos em 2001 para 126.693 óbitos em 2011 (Gráfico 29).

Tabela 3 - Mortalidade por doença do aparelho respiratório nos municípios lindeiros do Alto Rio Paraná no período de 2001 - 2011.

Municípios Lindeiros	% de óbitos por doenças do aparelho respiratório	% de óbitos por D. respiratório BR	% de óbitos por D. respiratório PR	% de óbitos por D. respiratório MS
Batayporã/MS	9,2			
Naviraí/MS	9,6			
Taquarassu/MS	9,1			
Marilena/PR	7,9			
Porto Rico/PR	9,8	10	10,4	9,9
Querência do Norte/PR	7,2			
São Pedro do Paraná/PR	12,7			
Média	9,4			

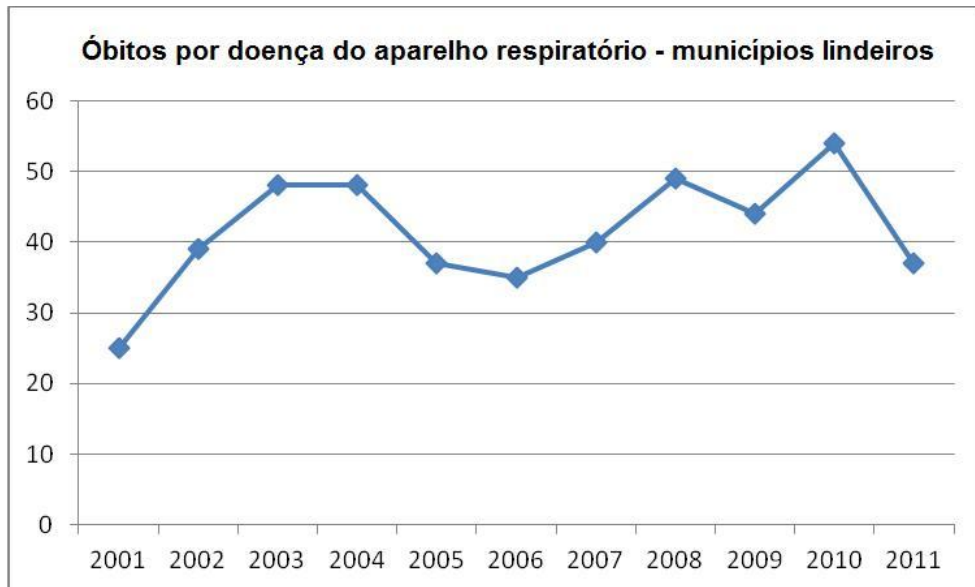
Fonte: DATASUS, 2013

Figura 12 - Mortalidade por doenças do aparelho respiratório nos municípios limieiros do Alto Rio Paraná no período de 2001 - 2011.



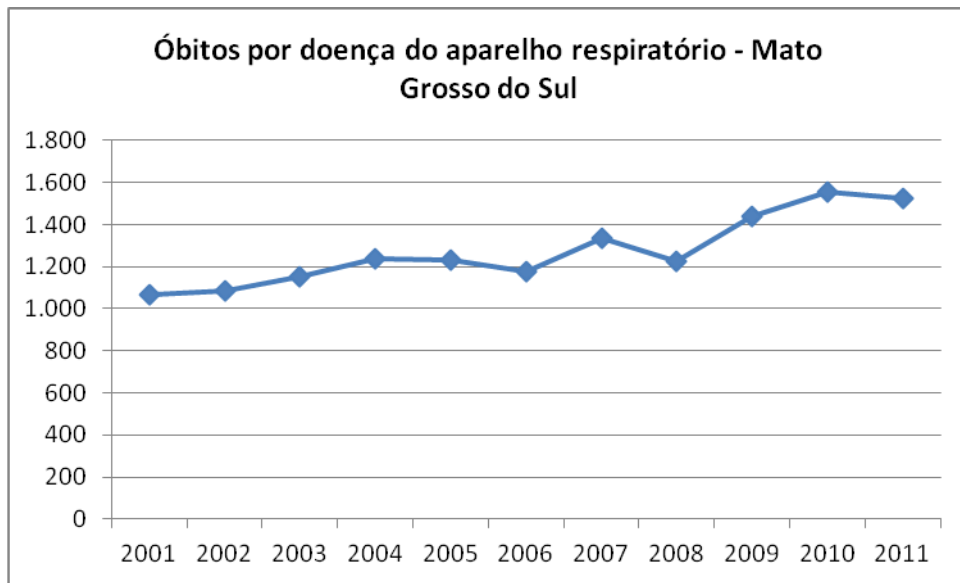
Fonte: DATASUS, 2013.

Gráfico 26 - Óbitos por doenças do aparelho respiratório nos municípios limieiros de 2001 a 2011.



Fonte: DATASUS, 2013.

Gráfico 27 - Óbitos por doença do aparelho respiratório no estado do Mato Grosso do Sul de 2001 a 2011.

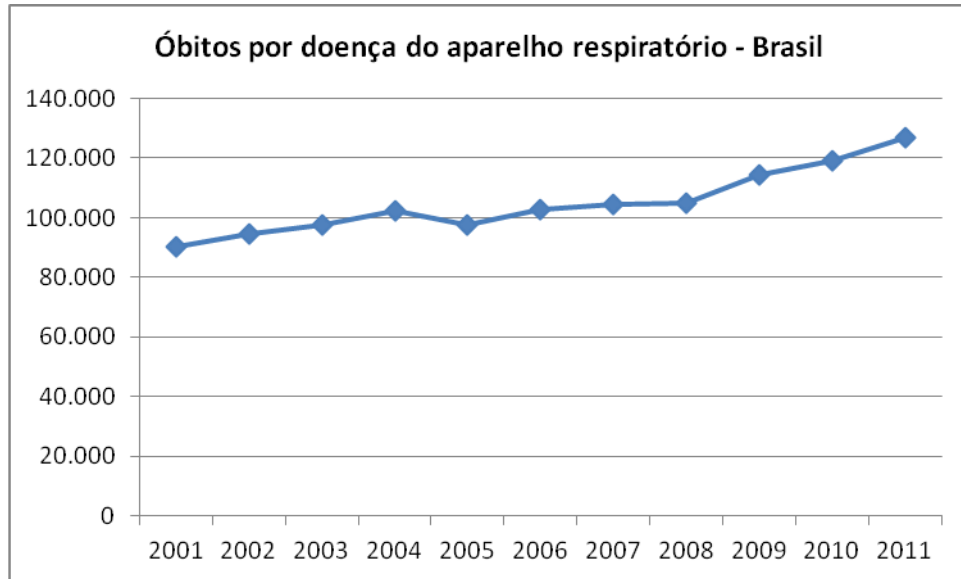


Fonte: DATASUS, 2013.

Gráfico 28 - Óbitos por doença do aparelho respiratório no estado do Paraná de 2001 a 2011.



Fonte: DATASUS, 2013.

Gráfico 29 - Óbitos por doença do aparelho respiratório no Brasil de 2001 a 2011.

Fonte: DATASUS, 2013.

Nos municípios lindeiros os óbitos por doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas (7%) seguem após os óbitos por doenças do aparelho respiratório, seguido por sua vez pelos óbitos das doenças do aparelho digestivo (5,7%), doenças infecciosas e parasitárias (3,9%), doenças do aparelho geniturinário (2,2%) e doenças do sistema nervoso (1,5%).

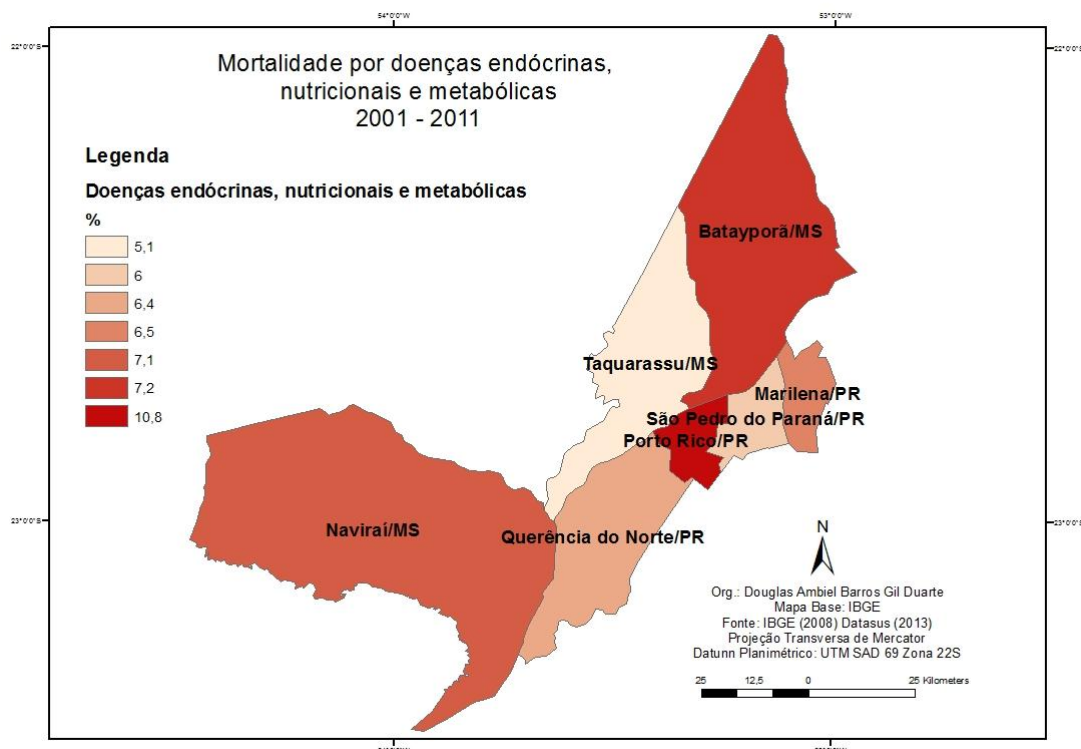
Os óbitos por doenças endócrinas nutricionais e metabólicas têm no município de Porto Rico (10,8%), a maior porcentagem de óbitos, e a mínima é registrada no município de Taquarassu com 5,1% (Tabela 4 e Figura 13). O município de Porto Rico está 3,8% acima da média dos municípios lindeiros, 5,2% acima da média do Brasil, e 5,5% acima do Paraná. O único município abaixo das médias do Brasil e dos estados do Paraná e do Mato grosso do Sul é Taquarassu os outros municípios estão todos acima.

Tabela 4 - Mortalidade por doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas nos municípios limieiros do Alto Rio Paraná no período de 2001 - 2011.

Municípios Lindeiros	% de óbitos por doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas	% de óbitos por doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas BR	% de óbitos por doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas PR	% de óbitos por doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas MS
Batayporã/MS	7,2			
Naviraí/MS	7,2			
Taquarassu/MS	5,1			
Marilena/PR	6,5			
Porto Rico/PR	10,8	5,6	5,3	6,2
Querência do Norte/PR	6,4			
São Pedro do Paraná/PR	6,0			
Média	7,0			

Fonte: DATASUS, 2013

Figura 13 - Mortalidade por doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas nos municípios limieiros do Alto Rio Paraná no período de 2001 - 2011.



Fonte: DATASUS, 2013.

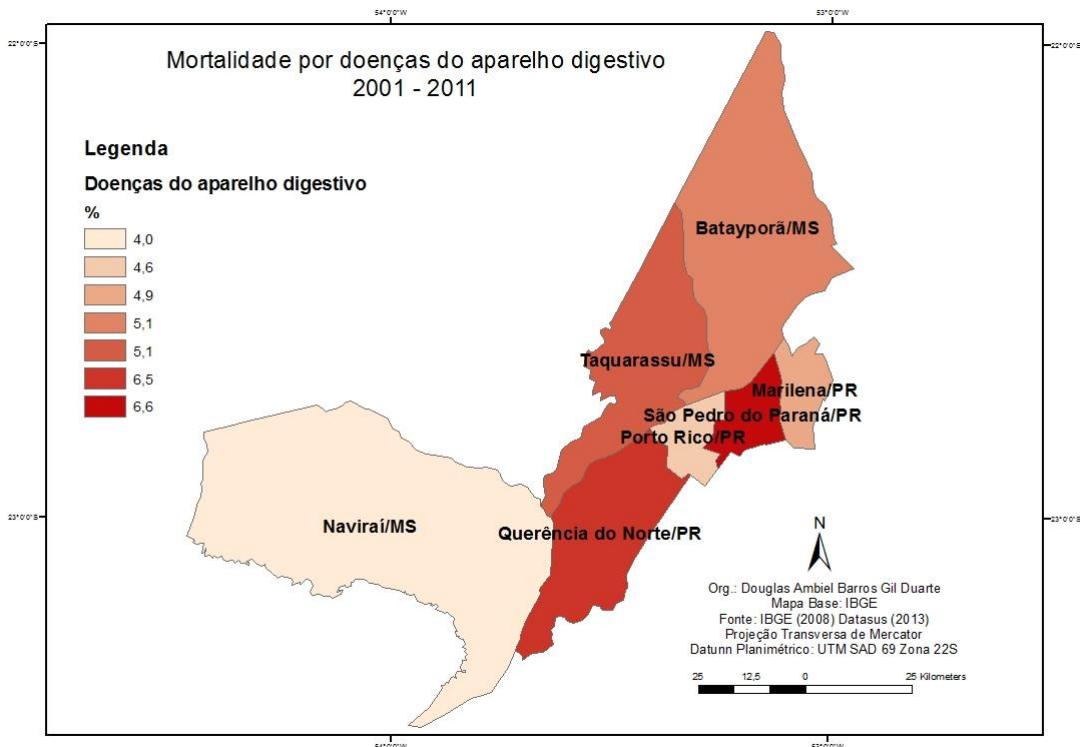
Os óbitos por doença do aparelho digestivo têm como destaque os municípios de São Pedro do Paraná (6,6%) e Querência do Norte (6,5%) com as maiores porcentagens de óbitos. (Tabela 5 e Figura 14). A média do Mato Grosso do Sul é de 4,9%, do Paraná é de 5,32% e do Brasil é de 4,9%.

Tabela 5 - Mortalidade por doenças do aparelho digestivo nos municípios limieiros do Alto Rio Paraná no período de 2001 - 2011.

Municípios Lindeiros	% de óbitos por doenças do aparelho digestivo	% de óbitos por doenças do aparelho digestivo BR	% de óbitos por doenças do aparelho digestivo PR	% de óbitos por doenças do aparelho digestivo MS
Batayporã/MS	5,2			
Naviraí/MS	4,1			
Taquarassu/MS	5,2			
Marilena/PR	4,9			
Porto Rico/PR	4,6	4,9	5,3	4,9
Querência do Norte/PR	6,5			
São Pedro do Paraná/PR	6,6			
Média	5,7			

Fonte: DATASUS, 2013

Figura 14 - Mortalidade por doenças do aparelho digestivo nos municípios limieiros do Alto Rio Paraná no período de 2001 - 2011.



Fonte: DATASUS, 2013.

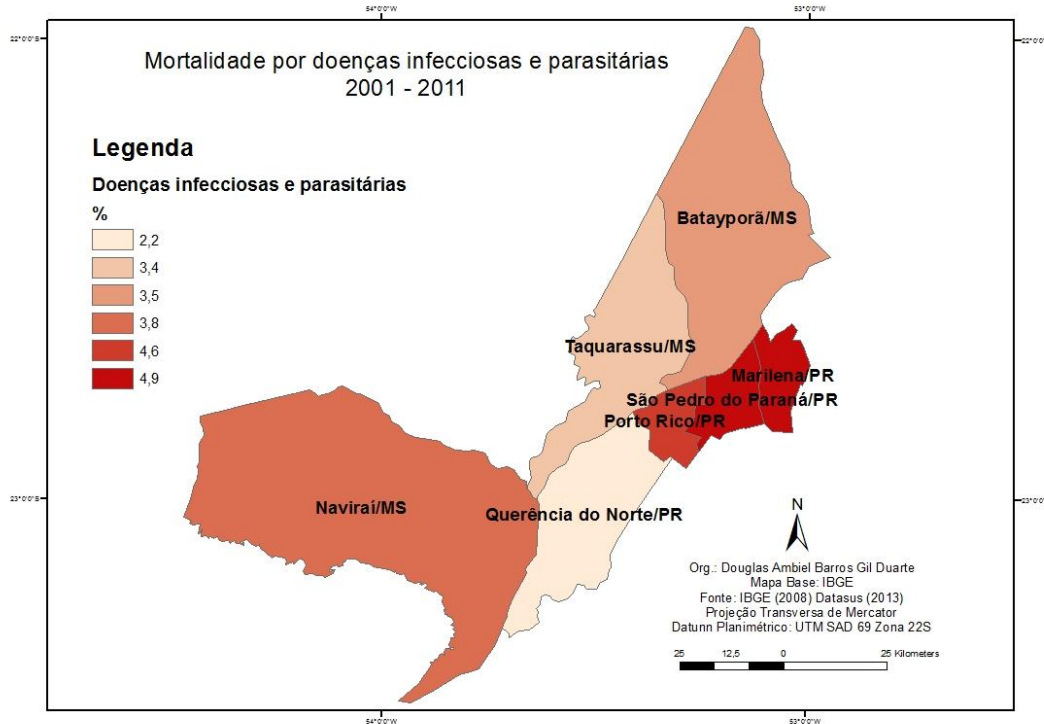
Os óbitos por doenças infecciosas e parasitárias têm nos municípios de Marilena e São Pedro do Paraná as maiores porcentagens (4,9%) dos óbitos em cada município. O município de Querência do Norte apresenta a menor porcentagem com 2,2% dos óbitos (Tabela 6 e Figura 15). A média do Mato Grosso do Sul é de 4,2%, do Paraná é de 3,1% e do Brasil é de 4,4%.

Tabela 6 - Mortalidade por doenças infecciosas e parasitárias nos municípios lindeiros do Alto Rio Paraná no período de 2001 - 2011.

Municípios Lindeiros	% de óbitos por doenças infecciosas e parasitárias	% de óbitos por doenças infecciosas e parasitárias BR	% de óbitos por doenças infecciosas e parasitárias PR	% de óbitos por doenças infecciosas e parasitárias MS
Batayporã/MS	3,6			
Naviraí/MS	3,8			
Taquarassu/MS	3,5			
Marilena/PR	4,9			
Porto Rico/PR	4,6	4,4	3,1	4,2
Querência do Norte/PR	2,2			
São Pedro do Paraná/PR	4,9			
Média	3,9			

Fonte: DATASUS, 2013

Figura 15 - Mortalidade por doenças infecciosas e parasitárias nos municípios limieiros do Alto Rio Paraná



Fonte: DATASUS, 2013.

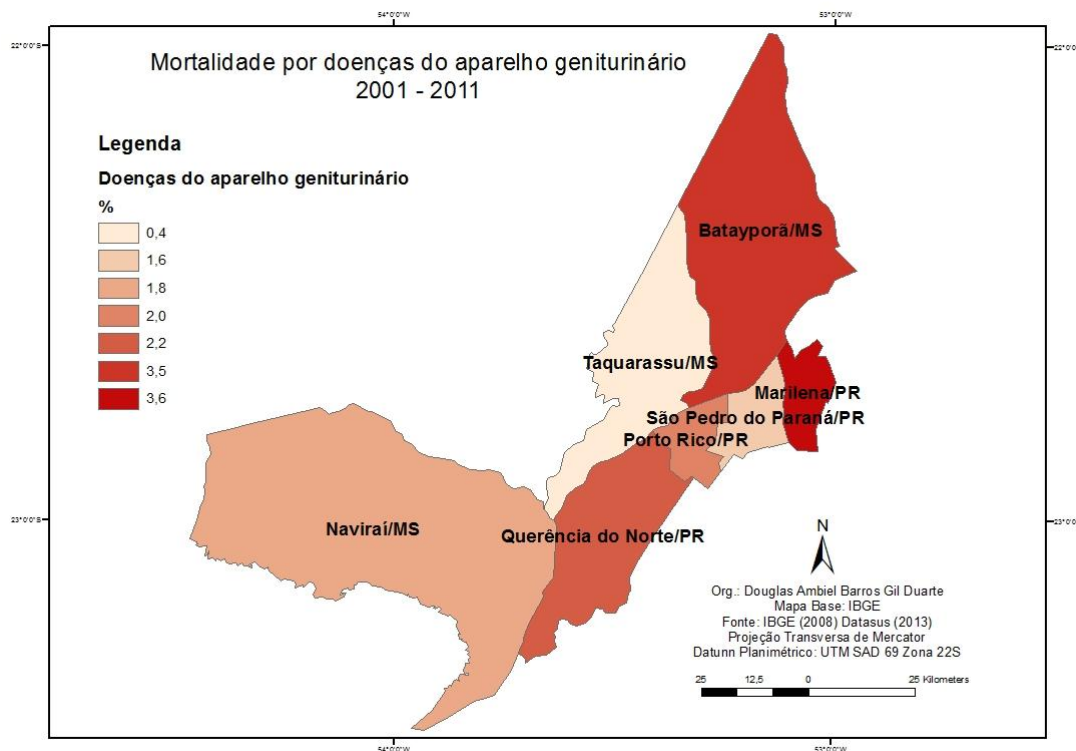
Os óbitos por doenças do aparelho geniturinário têm nos municípios de Marilena e Batayporã, ambos com 3,6% de óbitos, as maiores porcentagens de óbitos dos municípios limieiros, quase 2% a mais do que a média do Brasil. A menor porcentagem é do município de Taquarassu (0,4%) (Tabela 7 e Figura 16). A média do Mato Grosso do Sul é de 1,9%, no Paraná é de 1,5% e no Brasil é de 1,8%.

Tabela 7 - Mortalidade por doença do aparelho geniturinário nos municípios limieiros do Alto Rio Paraná no período de 2001 – 2011

Municípios Linieiros	% de óbitos por doenças do aparelho geniturinário	% de óbitos por doenças do aparelho geniturinário BR	% de óbitos por doenças do aparelho geniturinário PR	% de óbitos por doenças do aparelho geniturinário MS
Batayporã/MS	3,6			
Naviraí/MS	1,8			
Taquarassu/MS	0,4			
Marilena/PR	3,6			
Porto Rico/PR	2,0			
Querência do Norte/PR	2,2	1,8	1,5	1,9
São Pedro do Paraná/PR	1,6			
Média	2,2			

Fonte: DATASUS, 2013.

Figura 16 - Mortalidade por doenças do aparelho geniturinário nos municípios limieiros do Alto Rio Paraná.



Fonte: DATASUS, 2013.

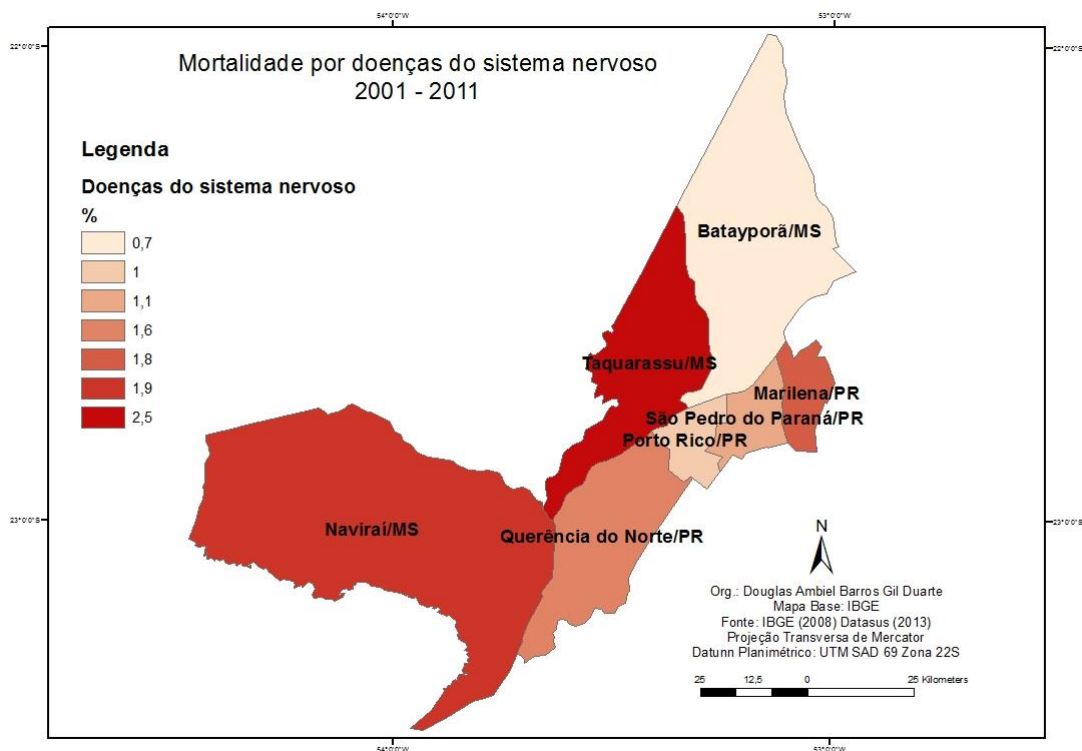
Os óbitos por doenças do sistema nervoso tem no município de Taquarassu a maior porcentagem de óbitos com 2,6% e no município de Batayporã a menor porcentagem de óbitos com 0,7% (Tabela 8 e Figura 17). A média no estado do Mato Grosso do Sul e no Paraná é de 2,0% em ambos os estados e no Brasil é de 1,7%.

Tabela 8 - Mortalidade por doença do sistema nervoso nos municípios limieiros do Alto Rio Paraná no período de 2001 - 2011.

Municípios Linieiros	% de óbitos por doenças do sistema nervoso	% de óbitos por doenças do sistema nervoso BR	% de óbitos por doenças do sistema nervoso PR	% de óbitos por doenças do sistema nervoso MS
Batayporã/MS	0,7			
Navirai/MS	1,9			
Taquarassu/MS	2,6			
Marilena/PR	1,8			
Porto Rico/PR	1,0	1,7	2,0	2,0
Querência do Norte/PR	1,6			
São Pedro do Paraná/PR	1,1			
Média	1,5			

Fonte: DATASUS, 2013.

Figura 17 - Mortalidade por doenças do sistema nervoso nos municípios limieiros do Alto Rio Paraná.



Fonte: DATASUS, 2013.

6.2 Uso e ocupação do solo

A ocupação da área foi iniciada na década de cinquenta pelo lado paranaense, onde ocorreu a retirada da vegetação arbórea para a implantação de café, e depois, de pastagens, atividade atualmente predominante nos dias de hoje. A vegetação natural está preservada apenas em pequenos remanescentes, e parcialmente em estreitas faixas junto às barrancas do rio (SOUZA FILHO E STEVAUX, 2000).

Zanetti (2009) verificou que a vegetação existente na margem do Estado do Mato Grosso do Sul é um pouco mais acentuada do que a do Estado do Paraná, onde apenas alguns fragmentos de vegetação aparecem, sendo que a maior parte da área analisada está coberta por agricultura e pastagens.

O processo de ocupação da área foi mais intenso do lado paranaense com a construção de moradias, do cultivo do café e de pastagens, prejudicando desta forma, a preservação da vegetação nas margens do rio e das ilhas.

O desmatamento dessas áreas acelerou o processo de erosão das vertentes, principalmente do lado paranaense, provocando desgastes nas margens e removendo porções do solo.

Souza Filho e Stevaux (2000) avaliaram fotografias aéreas de 1953, 1965, 1970, 1980 e de 1996 para verificar o estado atual de desmatamento, assim como a evolução desse processo.

Os estudos verificaram que em 1953 a porcentagem de área de vegetação era de 82,5% passando a 9,6% em 1996, e nos diques marginais em 1953 os 100% de preservação vegetal decaíram apenas para 16% em 1996 (SOUZA FILHO E STEVAUX, 2000).

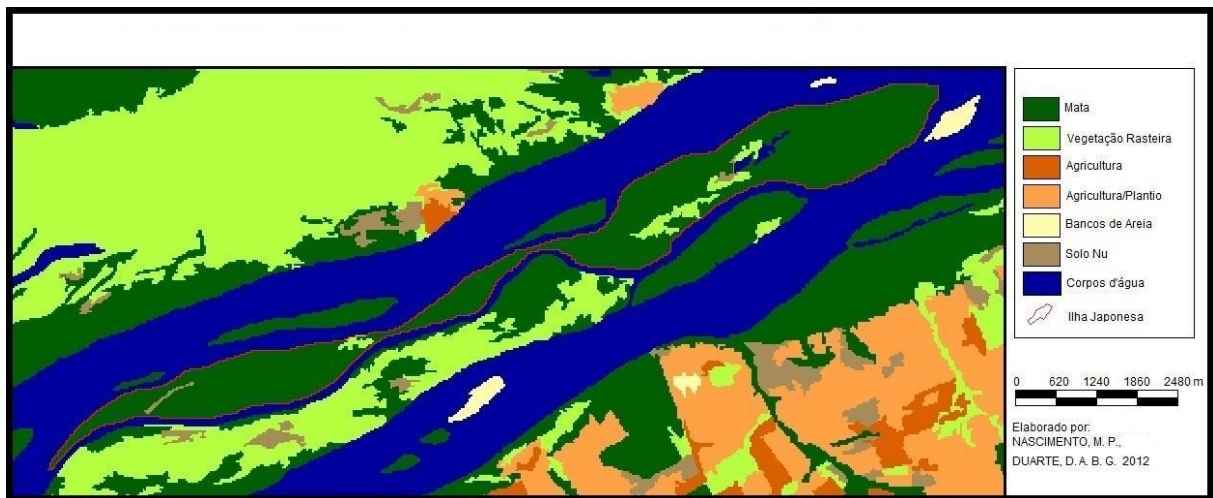
As ilhas também tem seu processo de ocupação ainda na década de cinquenta. Os arquipélagos mais próximos de Porto Rico, ilha Mutum e Porto Rico, foram intensamente ocupados, mas a partir da década de oitenta a devastação foi intensificada, e grande parte da vegetação arbórea hoje presente consiste de mata secundária (Souza Filho e Stevaux, 2000).

As ilhas no rio Paraná atualmente se encontram protegidas pela criação da Área de Preservação Ambiental – APA, das Ilhas e Várzeas do Rio Paraná, criada no dia 30 de Setembro de 1997 pelo Decreto S/n.º da Presidência da República, proibindo a criação de gado nas ilhas do rio Paraná e restrições à exploração da Pfaffia (ginseng brasileiro). A Área de Proteção Ambiental das Ilhas e Várzeas do Rio Paraná possui 10.031km². A lei nº 9985 de

18/07/2000 que institui o Sistema Nacional de Unidade de Conservação da Natureza também impede a ocupação das ilhas.

A partir da técnica de sensoriamento remoto foi possível visualizar o uso e ocupação do solo na área estudada. Com a classificação supervisionada Bhattacharya, foi possível analisar que as ilhas possuem uma vegetação preservada, porém antropizada, e áreas de vegetação rasteira e solo nu. Próximo às ilhas, principalmente na margem esquerda do rio Paraná, é possível verificar o predomínio do uso agropecuário, com áreas de vegetação natural e áreas de cultivo (Figura 18).

Figura 18 - Mapa de uso e ocupação do solo das Ilhas Japonesa e Floresta e seus arredores no ano de 2011.



Fonte: o próprio autor

A redução da vegetação original está associada ao manejo do solo, onde predomina o desmatamento para introdução de pastagens para criação de gado e da agricultura. O estado de preservação das condições originais é, no entanto, espacialmente heterogêneo. Assim, as áreas próximas às cidades encontram-se consideravelmente alteradas.

Como consequência desse desmatamento, pode levar o assoreamento dos canais fluviais, pois a exposição dos solos para práticas agrícolas abre caminho para os processos erosivos e para o transporte de materiais, que são drenados até o depósito final nos leitos dos cursos d'água.

6.3 Dados pluviométricos

Os rios de médio e grande porte geralmente possuem áreas alagáveis e por ser de grande porte, o rio Paraná possui uma ampla planície alagável localizada na porção do alto Rio Paraná, próximo das fronteiras dos estados de São Paulo, Mato grosso do Sul e

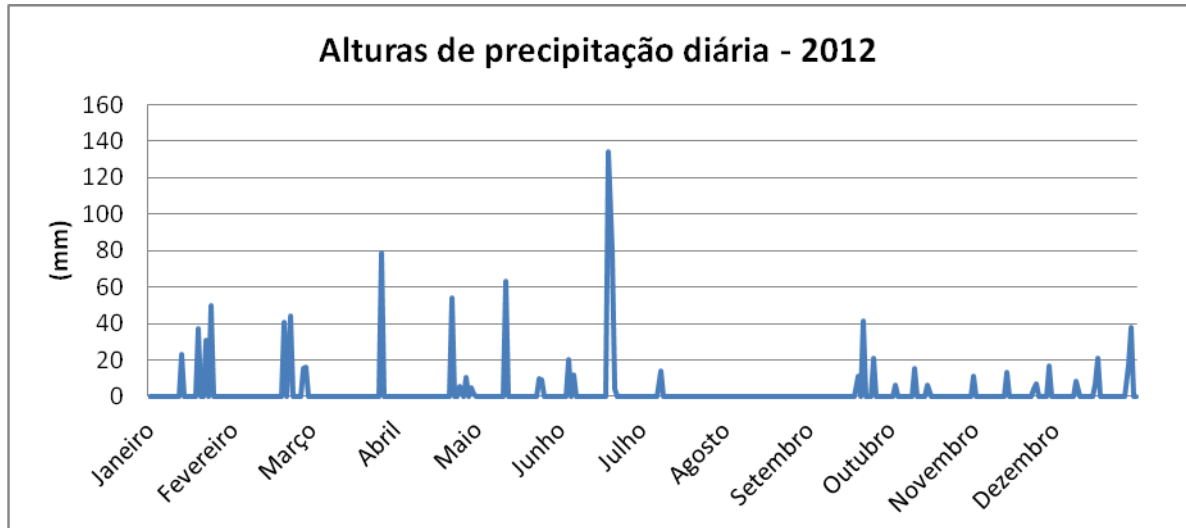
Paraná. O regime pluvial na bacia do Paraná contribui para o extravasamento do rio para as planícies de inundações, recebendo entre 1000 mm a 2000 mm de chuvas por ano.

Devido a grande dimensão do rio Paraná seu regime pluvial da nascente a foz não se apresenta da mesma forma. Até a foz do Iguaçu, o Paraná apresenta um regime tropical simples com máxima no verão e mínima no inverno. No Paraná médio, entre Guaíra e a Foz do Iguaçu, notam-se cheias também na primavera e, principalmente, no verão e outono. As cheias de outono são causadas evidentemente, pela influencia do Iguaçu e, talvez, do Ivaí e do Piquiri, cujos regimes fluviais subtropicais, com dois máximos, são semelhantes (RADESCA, 1968).

As cheias e as baixas no Alto Rio Paraná, além do controle das usinas hidrelétricas, são resultados das chuvas, que realizam movimentos laterais para a planície de inundação, ressacos e suas lagoas, retornando ao canal principal do rio à medida que a chuva diminui.

Zanetti (2009) ao analisar o regime pluviométrico do Alto Rio Paraná, verificou entre os anos de 1985 a 2008 que os meses de junho, julho e agosto são períodos marcados por precipitações mais baixas (meses mais secos) e que no mês de dezembro iniciam-se os maiores períodos de precipitações, de acordo com a série histórica que culmina em fevereiro.

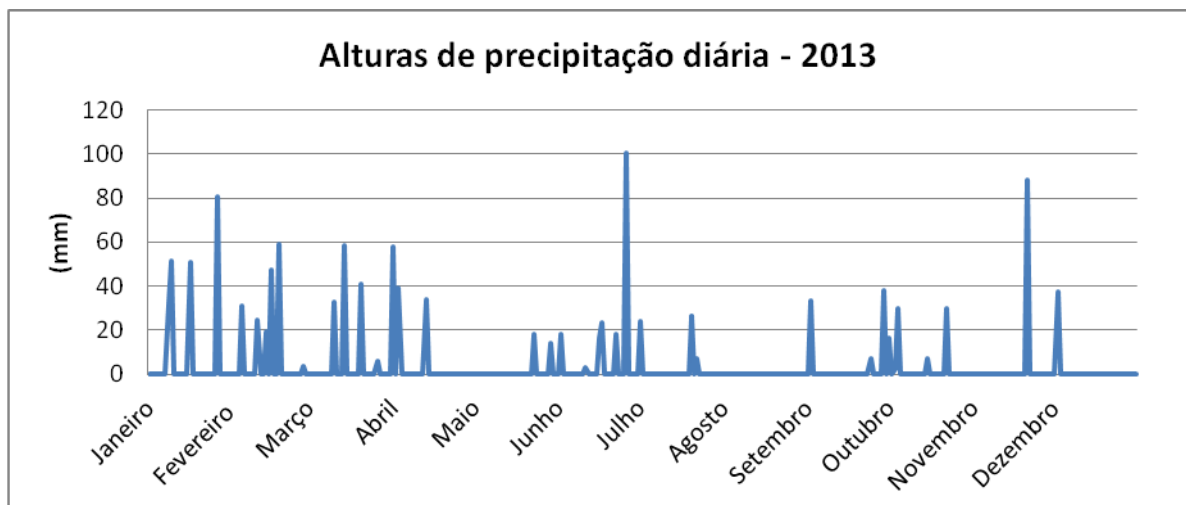
Na análise dos dados a precipitação apresentou algumas variações no seu nível - no ano de 2012 e 2013 (Gráficos 30 e 31). No ano de 2012 os maiores picos de precipitação aconteceram nos meses de janeiro, fevereiro e junho. No mês de janeiro houve um acumulo de precipitação de 142 mm, no mês de fevereiro esse valor se manteve próximo, com 116,4 mm, e no mês de junho, constatou-se o mês com maior volume de chuvas, 251,2 mm.

Gráfico 30 - Alturas de precipitação diárias em 2012

Fonte: Águas Paraná, 2014

Os menores índices registrados foram nos meses de julho, agosto e novembro. No mês de julho houve uma diminuição das precipitações com 14,2 mm, no mês de agosto não foi registrada nenhuma precipitação e no mês de outubro a estação meteorológica registrou 27,3 mm.

No ano de 2013 os meses com as maiores alturas pluviométricas foram janeiro, fevereiro e março. O mês de janeiro acumulou 215,2 mm. No mês de fevereiro a altura pluviométrica acumulou 184,7 mm e no mês de março esse valor diminuiu para 138 mm (Gráfico 31).

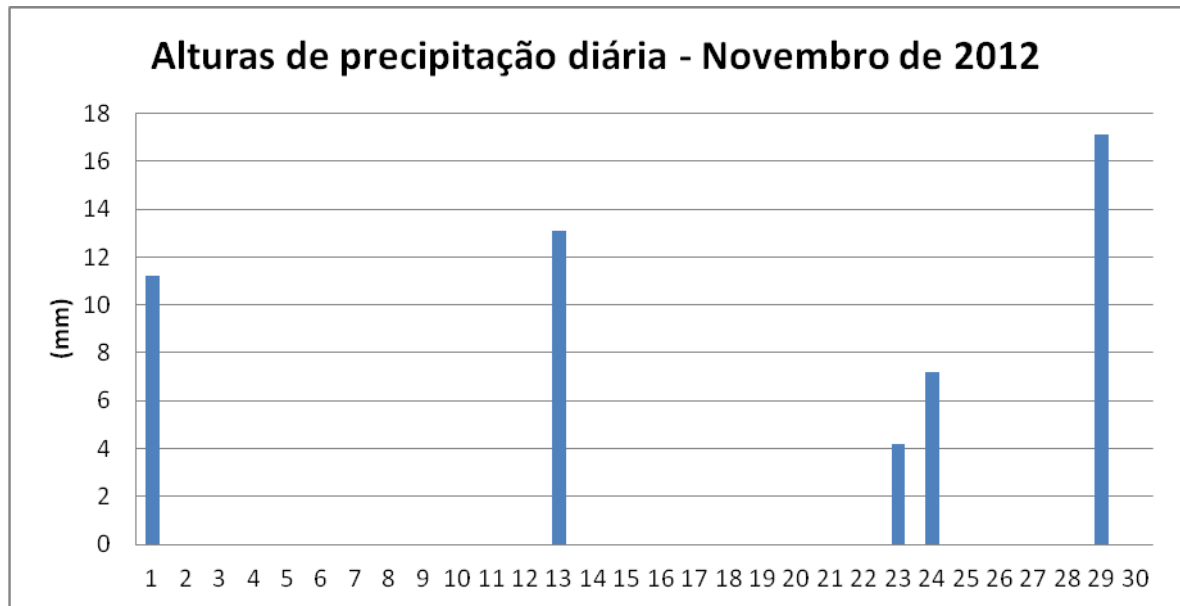
Gráfico 31 - Alturas de precipitação diária em 2013

Fonte: Águas Paraná, 2014

As menores alturas de precipitação registradas foram nos meses de maio, com 32,6 mm e no mês de agosto, onde não houve registro de precipitação.

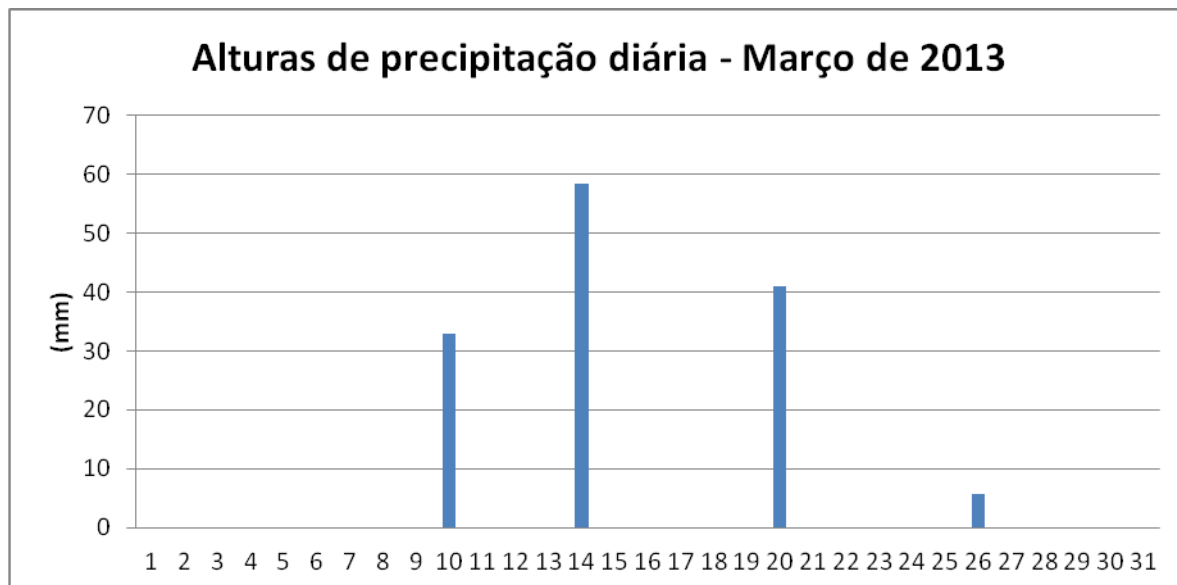
No período do trabalho de campo, realizado entre os dias 19 de novembro a 23 de novembro de 2012, as coletas foram realizadas nos dias 20 e 21 de novembro (Gráfico 32). No mês de novembro o total de precipitação atingiu 52,8 mm. Houve precipitações nos dias 1 (11,2 mm), 13 (13,1 mm), 23 (4,2 mm), 24 (7,2 mm) e no dia 29 (17,1 mm).

Gráfico 32 - Alturas de precipitação diária no mês de Novembro de 2012



Fonte: Águas Paraná, 2014

No segundo trabalho de campo entre os dias 25 a 28 de março de 2013, as coletas foram realizadas nos dias 26 e 27 (Gráfico 33). No mês de março o total de precipitação atingiu 138 mm, sendo este o terceiro mês mais chuvoso do ano de 2013 na estação de Porto Rico. Houve precipitação em quatro dias: 10 (33 mm), 14 (58,4 mm), 20 (40,9 mm) e dia 26 (5,7 mm).

Gráfico 33 - Alturas de precipitação diária no mês de Março de 2013.

Fonte: Águas Paraná, 2014

Nas datas de coleta não houve precipitações e é possível verificar que as mesmas ocorreram uma semana antes das duas coletas (em 2012 e em 2013). As precipitações influenciam nas concentrações das substâncias das águas, principalmente no curso do rio e dos ressacos. Como esperado, as concentrações apresentaram variações normais devido a menor ou maior disponibilidade do volume pluviométrico analisado.

6.4 Análise dos parâmetros físico-químicos.

A água contém, geralmente, diversos componentes, os quais provêm do ambiente natural ou que foram introduzidos a partir de atividades humanas. A água pode ser caracterizada através de diversos parâmetros, os quais representam as suas propriedades físico-químicas e biológicas. Esses parâmetros são indicadores da qualidade da água e pode afetar o comportamento hidrogeoquímico com consequentes danos a saúde coletiva. Os dados foram comparados com os trabalhos realizados por Zanetti (2009), que realizou a pesquisa nas ilhas Mutum e Porto Rico, e por Silva (2013), que pesquisou o arquipélago Carioca, localizados a montante das ilhas Japonesa e Floresta.

Desta forma, foi verificada a sazonalidade hidrogeoquímica na área de estudo, ou seja, a diferença hidrogeoquímica entre o período de águas baixas e altas (2009 - 2014). Essa variabilidade representada pela subida e descida das águas, consideradas no ano e

no ciclo hidrológico, pode corresponder à concentração dos elementos químicos na área estudada.

Nesta pesquisa foram analisados os parâmetros de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica($\mu\text{S}/\text{cm}$) (Quadro 2 e 3)

Quadro 3 - Parâmetros físico-químicos no período de águas baixas.

Amostras	°C	uS/cm	pH
Resolução	Não	Não	pH 6 - 9
1	28,03	45	9,03
2	27,86	27	5,25
3	28,30	5	6,04
4	28,27	39	5,67
5	28,59	24	6,64
6	28,49	12	6,39
7	28,05	29	5,59
8	28,01	22	6,41
9	28,42	18	6,31
10	28,40	19	5,58
11	28,35	21	5,10
12	28,71	15	4,74
13	28,85	23	5,54
14	28,56	38	5,55
15	28,77	25	7,68
16	28,88	31	7,86
17	28,55	24	7,24
18	28,60	24	7,63
19	28,66	26	7,48
20	28,54	24	8,08
21	28,66	18	7,28
22	28,60	17	7,94
23	29,02	18	6,68
24	29,68	26	7,51
25	29,19	48	5,91
26	29,12	31	7,15
27	28,95	44	6,92
28	28,78	48	7,10
29	28,79	51	7,09
30	28,71	45	7,45
31	31,42	50	7,52
32	29,85	36	7,69
33	29,75	20	8,00
34	29,17	45	5,53
35	28,96	40	7,04
36	28,87	45	7,49
37	31,21	39	8,09
38	29,44	23	8,00
39	27,34	32	7,43
40	27,38	26	7,85
41	27,51	47	7,48
42	27,82	47	7,12
43	27,80	18	7,89
44	28,09	47	6,90
45	28,17	37	7,13
46	27,71	57	7,40
47	27,66	60	6,03
48	27,39	32	8,23
49	25,65	40	6,68
50	27,72	60	6,19
51	27,88	58	6,54
52	27,94	25	7,74
53	27,89	39	9,33

Fonte: o próprio autor

Quadro 4 - Parâmetros físico-químicos no período de águas altas

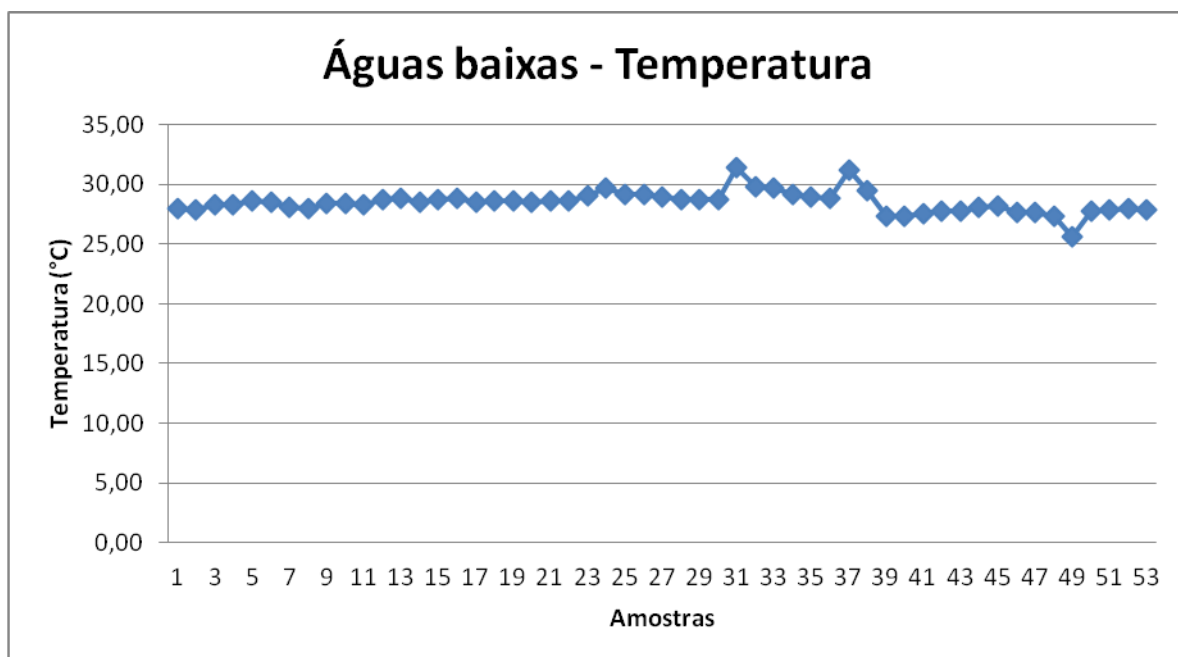
Amostras	°C	uS/cm	pH
Resolução	Não	Não	ph 6 - 9
54	27,50	53,3	6,85
55	26,50	60,5	7,10
56	25,00	71,0	6,48
57	27,30	65,0	7,18
58	27,50	63,2	7,30
59	27,20	55,7	7,51
60	27,00	58,0	7,43
61	24,60	57,5	6,61
62	27,70	56,7	7,45
63	28,00	54,5	7,60
64	27,20	56,3	7,43
65	28,40	54,6	6,86
66	27,50	55,3	7,41
67	27,80	57,0	7,46
68	27,10	55,4	7,43
69	27,30	53,7	7,53
70	27,20	53,5	7,63
71	27,60	53,3	7,63
72	27,70	53,0	7,65
73	27,70	55,2	7,60
74	27,70	54,3	7,41
75	27,70	53,3	7,50
76	28,00	54,8	7,43
77	29,30	55,5	6,13
78	27,60	54,0	7,50
79	27,60	54,4	7,53
80	28,40	54,5	7,46
81	27,90	53,4	7,50
82	27,70	53,9	7,59
83	27,10	52,4	7,45
84	29,70	49,4	7,03
85	27,50	46,3	7,20
86	27,60	54,0	7,42
87	27,60	43,8	7,25
88	28,10	53,2	7,45
89	27,40	43,3	7,20
90	29,60	34,4	6,93
91	27,70	36,8	6,94
92	27,10	52,4	7,50
93	27,10	53,2	7,47
94	27,20	52,6	7,57
95	27,10	53,2	7,50
96	27,00	52,7	7,48
97	27,40	52,2	7,48
98	27,50	52,7	7,45
99	27,20	59,7	7,38
100	27,30	58,9	7,41
101	27,30	59,7	7,39
102	23,90	46,5	7,15
103	27,30	59,4	7,32
104	27,20	59,1	7,27
105	27,00	59,5	7,35
106	27,00	59,5	7,38

Fonte: o próprio autor

6.4.1 Temperatura da água

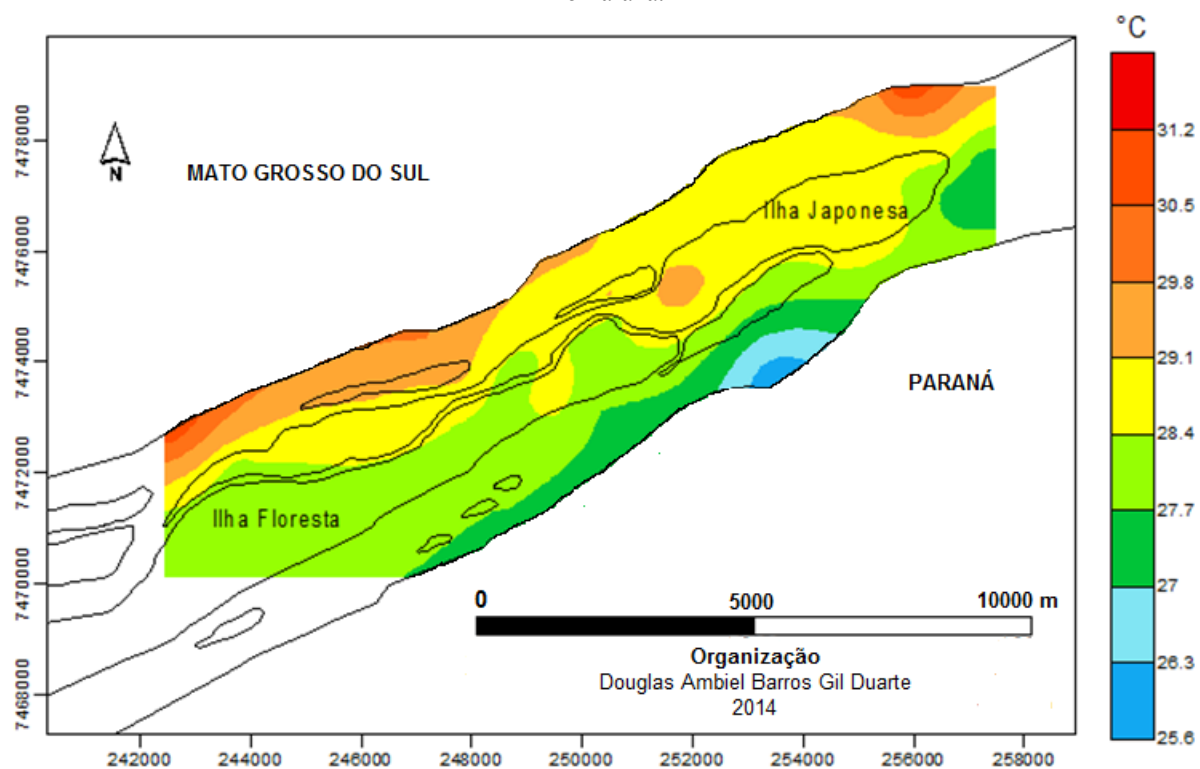
Em novembro de 2012 (águas baixas) a temperatura da água não passou dos 32°C e permaneceu acima dos 25°C. A maior temperatura registrada foi de 31,4°C e a menor temperatura registrada foi 25,6°C (Gráfico 34 e Figura 19).

Gráfico 34 - Temperatura das amostras no período de águas baixas em 2012



Fonte: o próprio autor

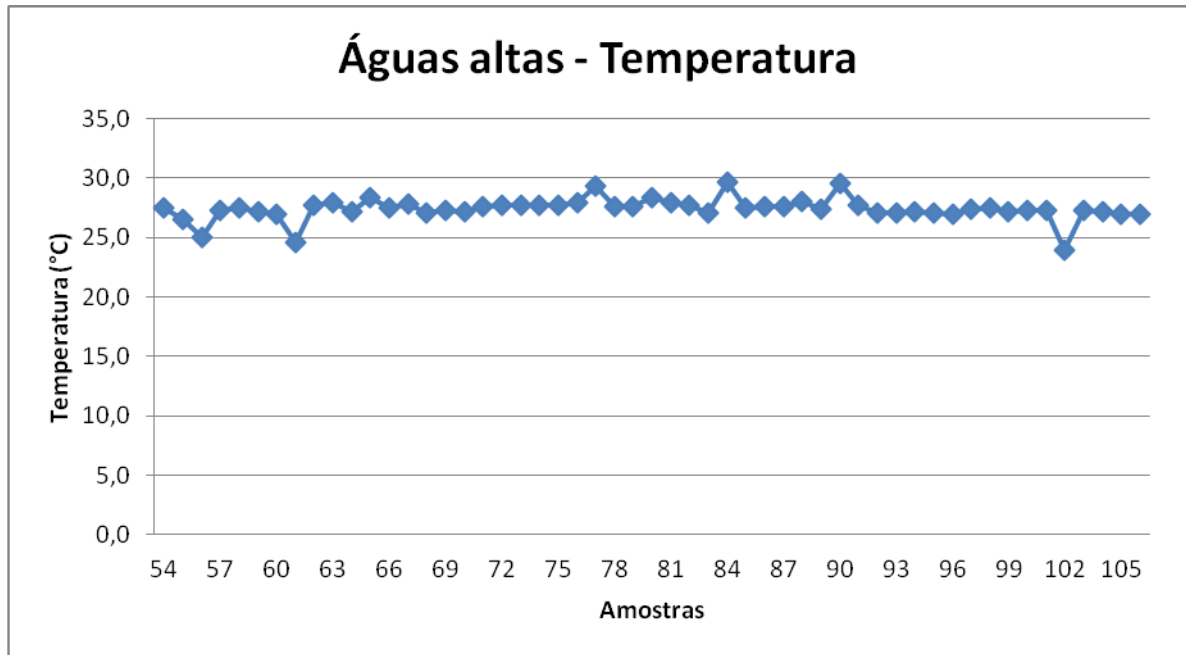
Figura 19 - Temperatura das amostras no período de águas baixas em 2012 nas ilhas Japonesa e Floresta no Alto Rio Paraná.



Fonte: o próprio autor

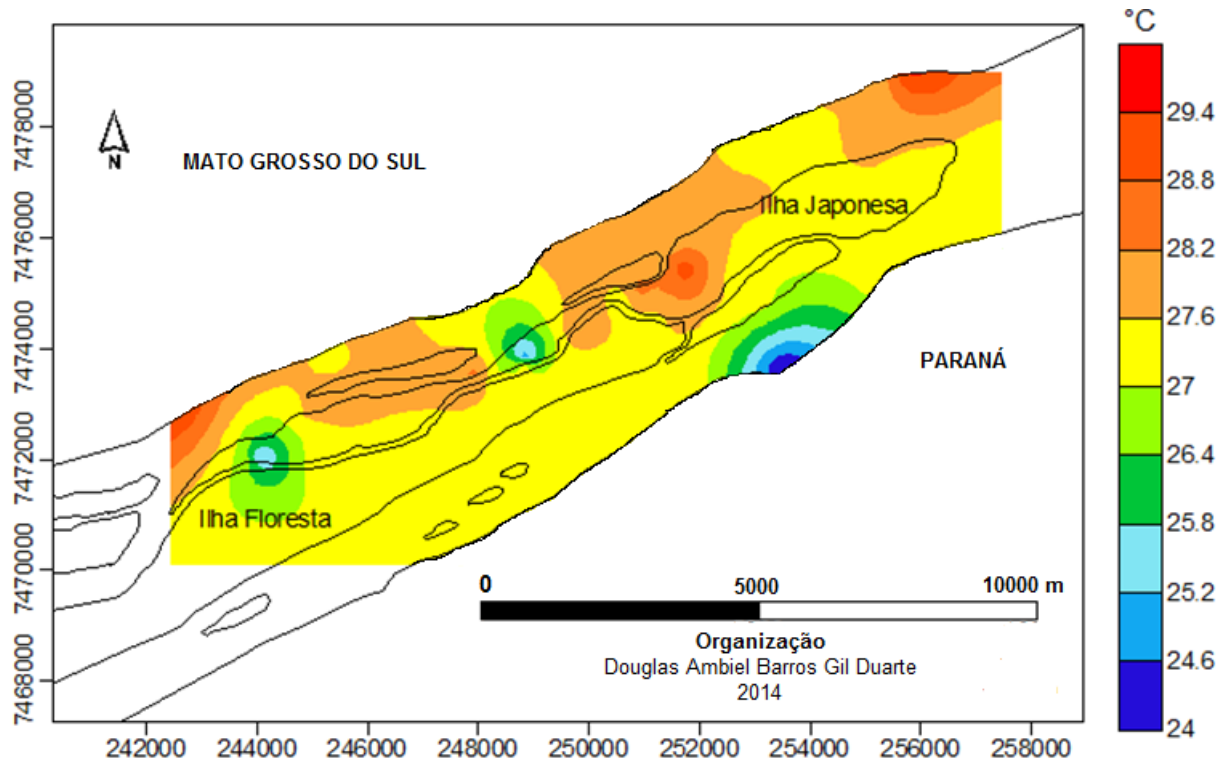
No período de águas altas, em março de 2013, a temperatura da água não passou dos 30°C e permaneceu acima dos 24°C. A maior temperatura registrada foi de 29,7°C e a menor temperatura registrada foi 24°C (Figura 20 e 35).

Gráfico 35 - Temperatura das amostras nas águas altas em 2013.



Fonte: o próprio autor

Figura 20 - Temperatura das amostras no período de águas altas em 2013 nas ilhas Japonesa e Floresta no Alto Rio Paraná.



Fonte: o próprio autor

Por ter sido coletada no período da manhã e da tarde, houve uma variação na temperatura, tendo em vista que o nível fluviométrico e a turbidez influenciam na variação da temperatura. Nas coletas durante a manhã as temperaturas tiveram valores menores que as amostras coletadas no período da tarde.

Zanetti (2009) obteve no período de águas baixas temperaturas entre 20°C e 24,5°C. No período de águas altas a temperatura apresentou-se entre 21,9°C e a máxima 34,4°C. A maior amplitude no período de águas altas é explicada pela estação do verão.

Silva (2013) obteve no período de águas baixas temperaturas entre 25,08°C e 30,05°C. No período de águas altas a temperatura apresentou-se entre 26,13 e 29,59 °C. Assim a variação de temperatura entre águas altas e baixas não foi relevante.

Tomaz, Roberto e Bini (1997) mostram que a temperatura contribui para a sazonalidade dos ambientes aquáticos da planície do Alto rio Paraná, revelando a interação existente entre os pulsos de inundação e a temperatura.

Como se observou nas figuras 19 e 20 há uma tendência das maiores temperaturas situarem-se na margem do estado do Mato Grosso do Sul.

6.4.2 Potencial hidrogeniônico (pH).

O pH das águas naturais varia entre 4 a 9 a 25°C e é controlado pelo sistema CO₂ – HCO₃⁻ - CO₃²⁻. Problemas de corrosão de metais e concreto podem ocorrer com pH baixo.

No período de águas baixas, o pH teve como valor máximo 9,3 e mínimo de 4,8 (amostra 12). A média ficou em 6,9. No período de águas altas, o maior valor de pH encontrado foi de 7,6 e o menor de 6,3 com média de 7,3 (Figura 21 e 22). Desta forma, é possível verificar que valores de pH em águas baixas tiveram maior amplitude entre seus valores, porém com uma média inferior aos valores de águas altas. Já em águas altas, os valores de pH foram mais constantes, com pouca variação (Gráfico 36 e 37).

Valores de pH inferior a 6,5 podem estar relacionado com regiões de maiores concentrações de matéria orgânica, lagoas, início/final de ressacos e em planície de inundação, devido excessiva decomposição de matéria orgânica produzindo ácido húmico e ácido fúlvico (SILVA, 2013). As amostras que tiveram pH inferior a 6 foram as amostras 2 (5,2 – entrada de um ressaco), 4 (5,6 – entrada de moradia), 7 (5,5 - entrada de um ressaco), 10 (5,5 – entrada de moradia), 11 (5,1 - Ressaco), 12 (4,8 - Ressaco), 13 (5,5 - entrada de

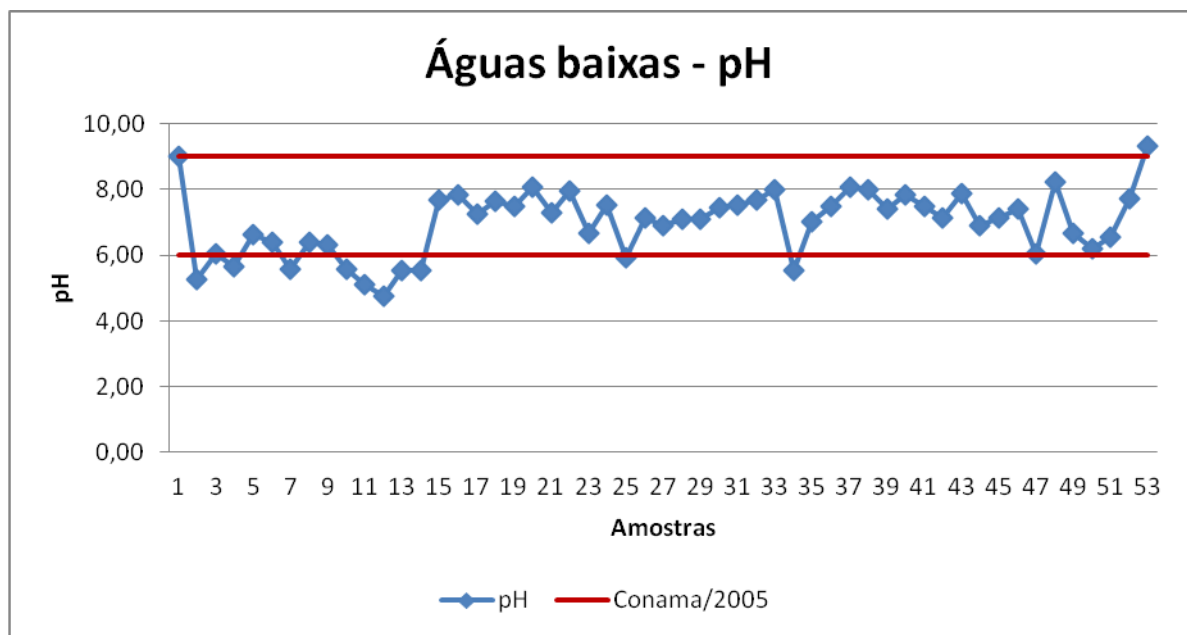
moradia), 14 (5,5 – decomposição de matéria orgânica), 25 (5,9 - entrada de moradia) e 34 (5,5 – entrada de moradia).

Zanetti (2009) obteve no período de águas baixas pH máximo de 7,6 e mínimo de 4,5 na amostra localizada na planície de inundação (estado do Mato Grosso do Sul) com média de 6,7. No período de águas altas, o valor mínimo foi de 5,5 e máximo foi de 7,1 e média de 6,3. Os valores de pH abaixo de 6,0 (meio ácido) foram todos localizados em lagoas internas e lagoas conectadas ao rio.

Silva (2013) obteve valor máximo de 10,1 e mínimo de 4,3 no período de águas baixas. No período de águas altas a máxima foi de 10,1 e a mínima foi de 5,3. As amostras com valores menores 6,0 também foram coletadas em ressacos.

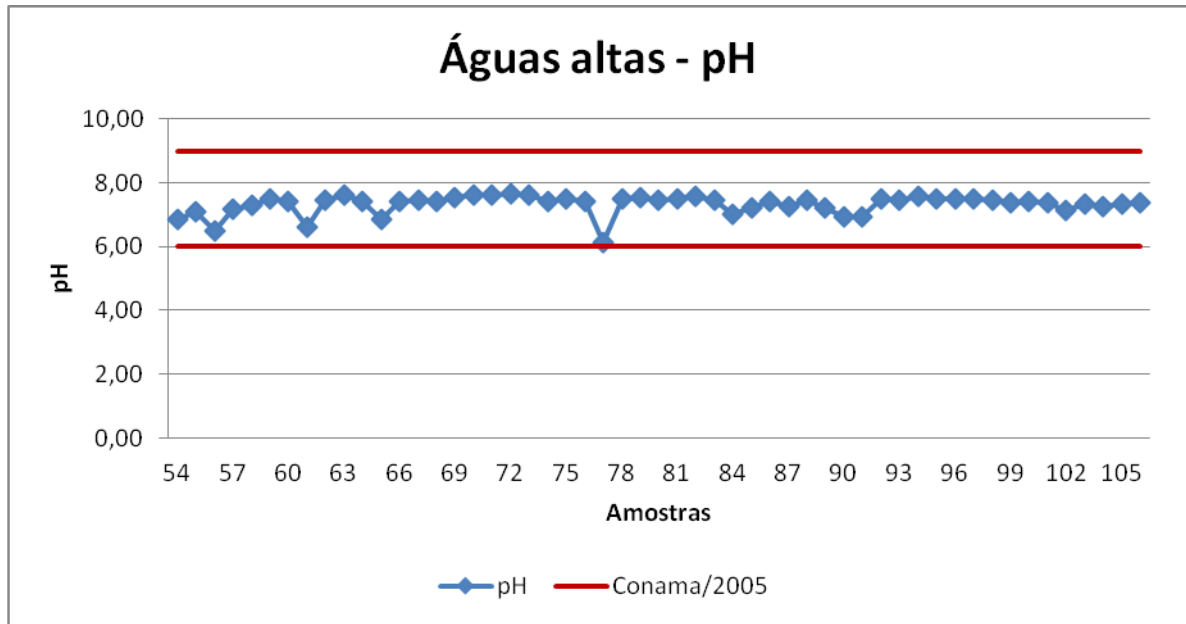
Segundo o CONAMA 357/2005 o pH deve se apresentar entre 6,0 a 9,0 (BRASIL, 2005).

Gráfico 36 - pH das amostras no período de águas baixas em 2012



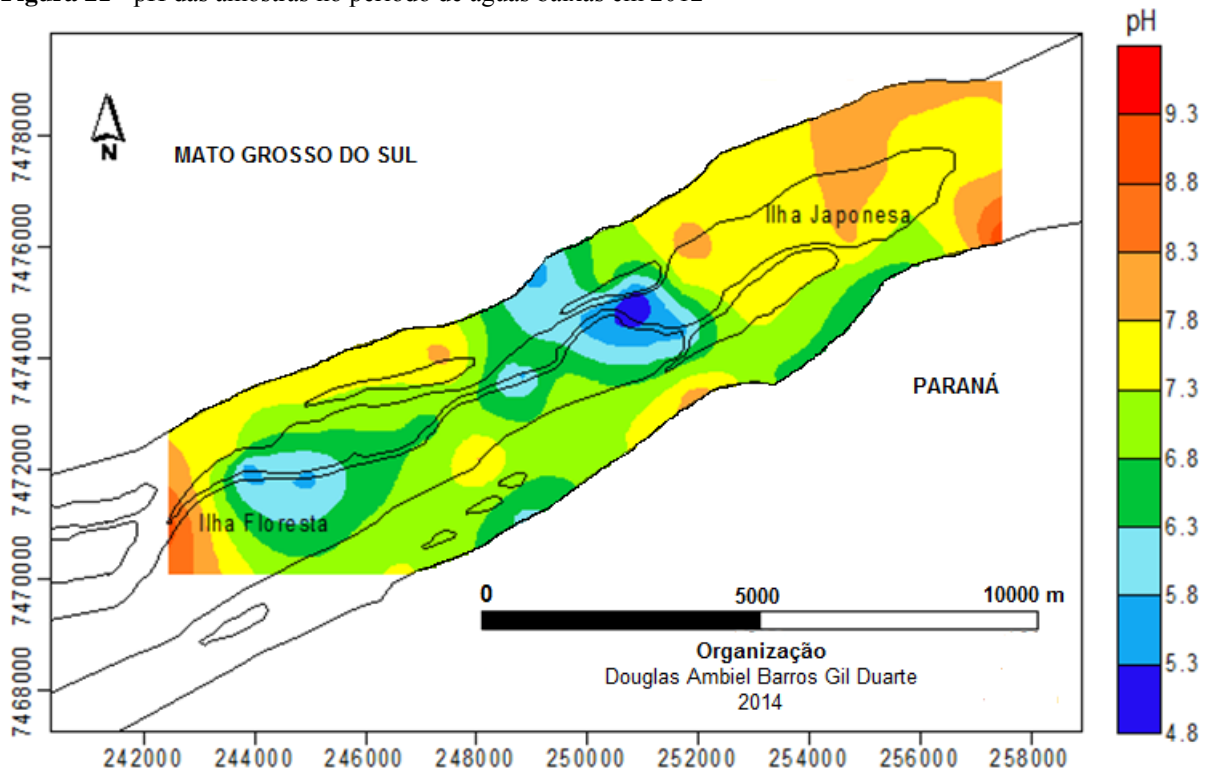
Fonte: o próprio autor

Gráfico 37 - pH das amostras no período de águas altas em 2013



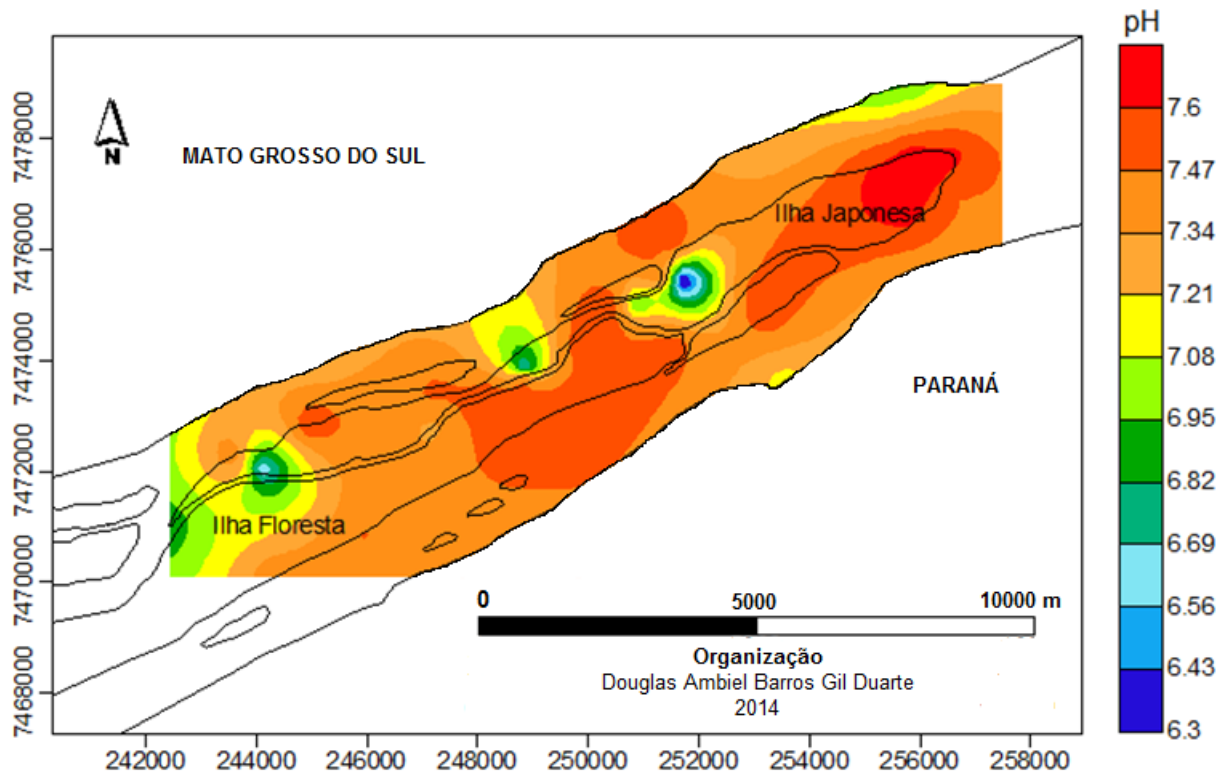
Fonte: o próprio autor

Figura 21 - pH das amostras no período de águas baixas em 2012



Fonte: o próprio autor

Figura 22 - pH das amostras no período de águas altas em 2013



Fonte: o próprio autor

6.4.3 Condutividade Elétrica

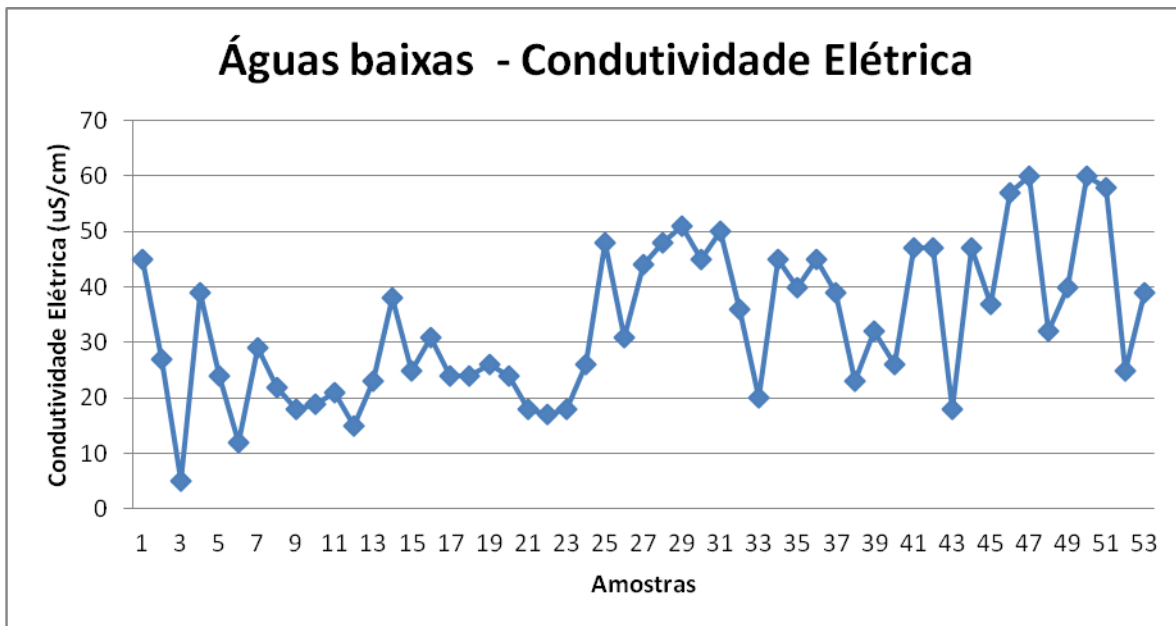
A condutividade elétrica da água é a medida da concentração de todos os solutos ionizados, ou seja, o total de cátions e ânions, podendo ser vista como um indicador da pureza, ou da carga solúvel das águas. (MINEROPAR, 2001).

No período de águas baixas a condutividade chegou a 63 uS/cm e o menor valor foi de 8 uS/cm com média de 33 uS/cm (Gráfico 38 e Figura 23). No período águas altas, em março, o maior valor foi de 71 uS/cm e o menor foi de 34 uS/cm com média de 54 uS/cm (Gráfico 39 e Figura 24). A condutividade é sempre maior na margem paranaense.

Zanetti (2009) obteve os valores de condutividade elétrica somente no período de águas altas, pois no período de águas baixas o equipamento apresentou problemas e impossibilitou a medição. Assim, o maior valor foi de 163,4 μ S/cm e o menor valor foi de 25,5 μ S/cm.

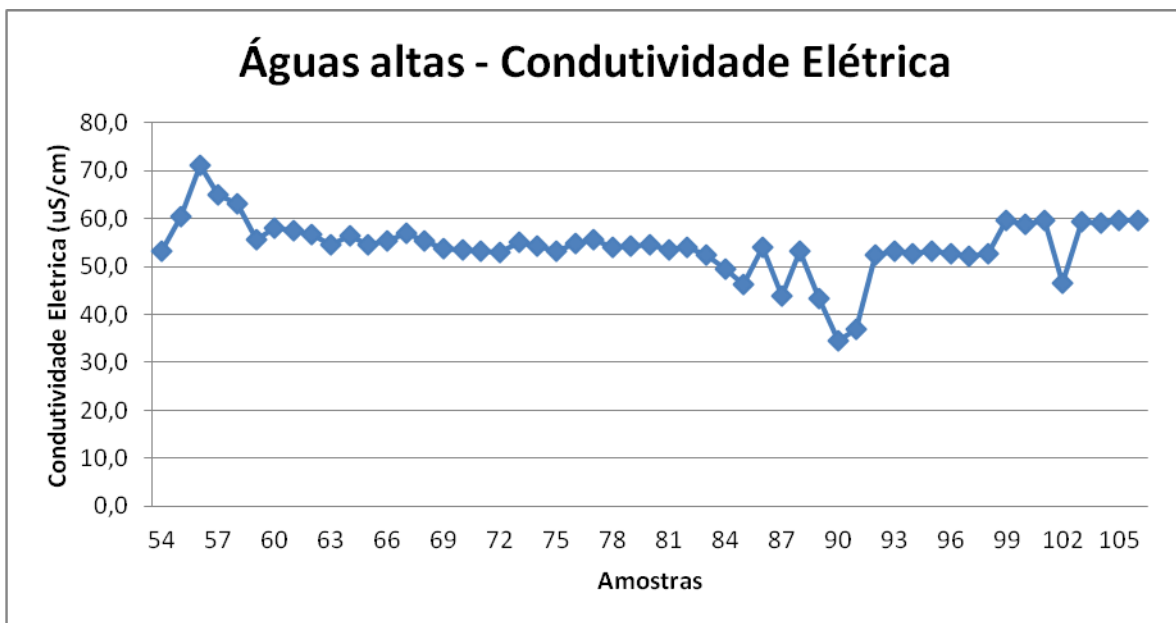
Azevedo (2005) observou que no período de cheias o valor da condutividade elétrica é maior em lagoas, pois neste período ocorre a entrada de íons provenientes da água do rio e também a decomposição de matéria orgânica na várzea.

Gráfico 38 - Condutividade Elétrica das amostras no período de águas baixas em 2012



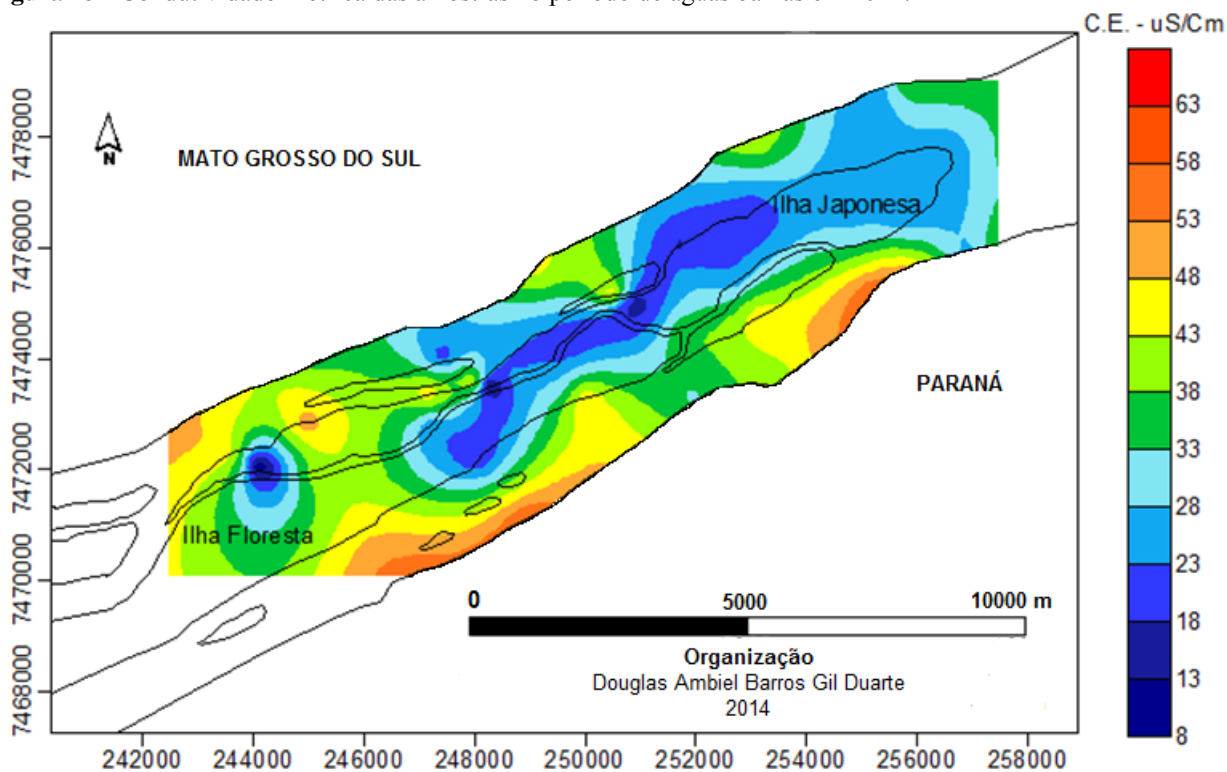
Fonte: o próprio autor

Gráfico 39 - Condutividade Elétrica das amostras no período de águas altas em 2013



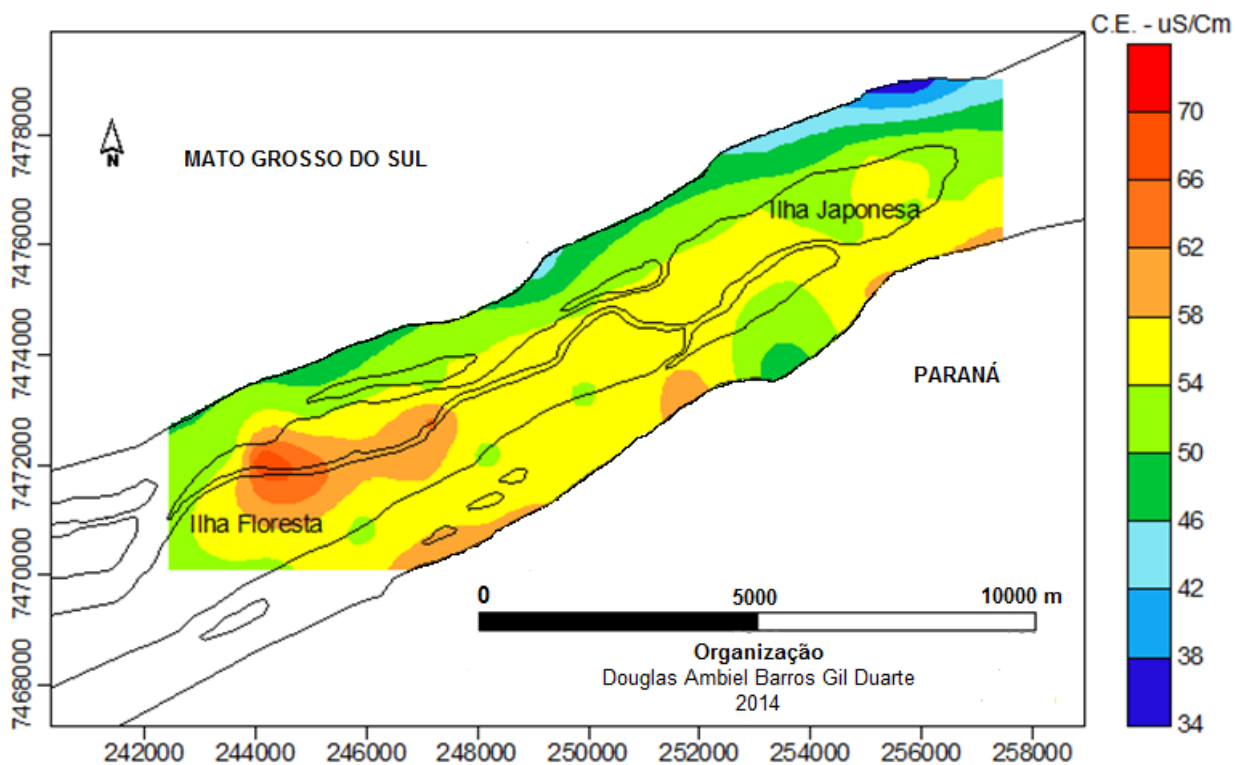
Fonte: o próprio autor

Figura 23 - Condutividade Elétrica das amostras no período de águas baixas em 2012.



Fonte: o próprio autor

Figura 24 - Condutividade Elétrica das amostras no período de águas altas em 2013.



Fonte: o próprio autor

6.5 Dados hidrogeoquímicos

Os quadros 4 e 5 apresentam os valores das variáveis hidrogeoquímicas identificadas no local de estudo, sendo elas: Alumínio (Al), Bário (Ba), Cálcio (Ca), Cádmio (Cd), Cobalto (Co), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Ferro, (Fe), Potássio (K), Magnésio (Mg), Manganês (Mn), Sódio (Na), Níquel (Ni), Fósforo (P), Chumbo (Pb), Silício (Si), Estrôncio (Sr) e Zinco (Zn).

As amostras dos elementos cádmio, cromo, cobalto, chumbo e níquel ficaram abaixo do limite de detecção, desta forma, não serão discutidos neste trabalho. Contudo, em trabalhos desenvolvidos a montante, a saber: Zanetti (2009) e Silva (2013), tais elementos apresentaram valores de cádmio (0,0155 mg/L), cromo (0,005 mg/L), cobalto (0,011 mg/L), chumbo (0,137 mg/L) e níquel (0,038 mg/L).

Quadro 5 - Variáveis hidrogeoquímicas identificadas nas amostras de água no período de águas baixas com o VMP da resolução CONAMA 357/2005 e da Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde.

Amostras	AL	Ba	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	Si	Sr	Zn
VMP Conama 357/05	0,1 mg/L	0,7 mg/L	Não	0,009 mg/L	0,3 mg/L	Não	Não	0,1 mg/L	Não	0,1 mg/L	Não	Não	0,18 mg/L
VMP P. MS 2914/11	0,2 mg/L	0,7mg/L	Não	2 mg/L	0,3 mg/L	Não	Não	0,1 mg/L	200 mg/L	Não	Não	Não	5 mg/L
1	0,030	0,036	3,441	0,003	0,105	2,1	1,442	0,002	3,5	ND	4,835	0,028	0,005
2	0,026	0,035	3,585	0,002	0,113	2,1	1,455	0,003	3,5	ND	4,839	0,028	0,005
3	0,006	0,052	4,597	0,002	0,900	2,0	1,789	0,048	3,3	ND	4,999	0,038	0,005
4	0,025	0,034	3,486	0,002	0,109	2,1	3,451	0,004	3,6	ND	4,784	0,028	0,002
5	0,030	0,033	3,502	0,002	0,103	2,1	1,453	0,002	3,4	ND	4,858	0,028	0,003
6	0,019	0,034	3,577	0,002	0,095	2,0	1,458	0,002	3,5	ND	4,871	0,028	0,012
7	0,048	0,036	3,562	0,003	0,207	2,1	1,433	0,007	3,4	ND	4,851	0,028	0,006
8	0,017	0,045	4,098	0,001	0,943	2,1	1,556	0,032	3,2	ND	5,162	0,033	0,018
9	0,017	0,032	3,463	0,001	0,097	2,0	1,433	0,002	3,3	ND	4,845	0,028	0,007
10	0,020	0,036	3,434	0,002	0,110	2,0	1,410	0,006	3,5	ND	4,900	0,028	0,005
11	0,025	0,036	3,517	0,002	0,118	2,0	1,446	0,003	3,5	ND	4,937	0,028	0,012
12	0,034	0,046	3,780	0,002	2,230	2,0	1,465	0,032	3,4	ND	5,075	0,030	0,015
13	0,022	0,035	3,535	0,002	0,105	2,0	1,454	0,003	3,5	ND	4,884	0,028	0,014
14	0,021	0,036	3,517	0,003	0,099	2,1	1,459	0,002	3,5	ND	4,906	0,028	0,003
15	0,018	0,036	3,547	0,002	0,100	2,1	1,423	0,002	3,6	ND	4,953	0,028	0,004
16	0,020	0,035	3,498	0,002	0,098	2,1	1,444	0,003	3,6	ND	5,023	0,028	0,003
17	0,021	0,034	3,471	0,003	0,098	2,1	1,442	0,002	3,6	ND	4,919	0,028	0,003
18	0,015	0,037	3,524	0,002	0,103	2,0	1,471	0,002	3,5	ND	4,929	0,028	0,014
19	0,027	0,036	3,456	0,004	0,113	2,1	1,487	0,002	3,6	ND	4,976	0,029	0,004
20	0,026	0,035	3,505	0,002	0,106	2,0	1,476	0,002	3,5	ND	4,952	0,028	0,015
21	0,024	0,034	3,516	0,002	0,105	2,0	1,497	0,002	3,6	ND	4,896	0,029	0,015
22	0,024	0,035	3,465	0,001	0,112	2,0	1,479	0,002	3,5	ND	4,948	0,029	0,011
23	0,023	0,036	3,525	0,002	0,128	2,0	1,495	0,003	3,6	ND	5,018	0,029	0,018
24	0,017	0,043	3,807	0,002	0,583	2,1	1,590	0,009	3,6	ND	4,898	0,032	0,015
25	0,022	0,035	3,503	0,001	0,103	2,0	1,544	0,002	3,5	ND	4,948	0,028	0,016
26	0,029	0,035	3,464	0,003	0,116	2,1	1,550	0,002	3,6	ND	4,913	0,029	0,007
27	0,081	0,037	3,538	0,002	0,194	2,1	1,520	0,005	3,6	ND	5,049	0,028	0,018
28	0,019	0,031	3,455	0,002	0,109	2,1	1,514	0,002	3,6	ND	4,954	0,028	0,016
29	0,032	0,031	3,501	0,001	0,115	2,1	1,511	0,003	3,6	ND	4,856	0,028	0,007
30	0,049	0,032	3,584	0,002	0,136	2,1	1,503	0,003	3,6	ND	4,967	0,029	0,016
31	0,053	0,038	3,326	0,002	0,696	2,0	1,400	0,019	3,2	ND	5,039	0,027	0,009
32	0,036	0,033	3,122	0,003	0,315	1,9	1,311	0,010	3,2	ND	5,004	0,025	0,005
33	0,014	0,032	3,518	0,001	0,101	2,1	1,528	0,002	3,6	ND	5,001	0,029	0,013
34	0,037	0,033	2,972	0,002	0,425	1,8	1,225	0,014	3,0	ND	5,081	0,023	0,015
35	0,043	0,034	3,536	0,002	0,149	2,1	1,532	0,003	3,6	ND	5,063	0,028	0,015
36	0,045	0,034	2,922	0,004	0,554	1,8	1,150	0,021	2,7	ND	5,048	0,022	0,018
37	0,085	0,032	2,306	0,004	1,931	1,6	0,961	0,069	2,4	ND	5,149	0,019	0,019
38	0,051	0,034	2,638	0,002	0,748	1,6	1,020	0,030	2,5	ND	4,868	0,020	0,025
39	0,018	0,032	3,420	0,001	0,102	2,1	1,489	0,002	3,4	ND	4,892	0,028	0,014
40	0,021	0,033	3,398	0,001	0,115	2,1	1,482	0,003	3,4	ND	4,857	0,028	0,001
41	0,022	0,032	3,436	0,003	0,107	2,1	1,512	0,002	3,4	ND	4,806	0,028	0,010
42	0,039	0,033	3,355	0,002	0,119	2,1	1,488	0,002	3,4	ND	4,871	0,028	0,002
43	0,036	0,033	3,354	0,002	0,129	2,1	1,506	0,003	3,4	ND	4,862	0,028	0,002
44	0,027	0,033	3,368	0,002	0,119	2,1	1,498	0,002	3,4	ND	4,801	0,028	0,003
45	0,028	0,030	3,395	0,001	0,117	2,1	1,497	0,002	3,3	ND	4,824	0,028	0,003
46	0,060	0,038	4,301	0,002	0,269	2,0	1,965	0,007	3,1	ND	6,251	0,031	0,003
47	0,071	0,040	4,264	0,004	0,290	2,0	2,005	0,006	3,1	ND	6,265	0,031	0,002
48	0,051	0,037	4,243	0,004	0,265	2,0	1,978	0,006	3,1	ND	6,211	0,032	0,005
49	0,037	0,173	2,277	0,004	0,867	4,1	1,702	0,144	1,6	0,061	17,602	0,028	0,011
50	0,051	0,039	4,265	0,004	0,306	2,1	1,986	0,008	3,2	ND	6,250	0,031	0,002
51	0,064	0,040	4,687	0,004	0,402	2,1	2,000	0,014	3,1	ND	6,302	0,032	0,014
52	0,046	0,038	4,399	0,002	0,312	2,0	1,981	0,010	3,1	ND	6,093	0,031	0,011
53	0,070	0,039	4,404	0,003	0,385	2,0	1,982	0,017	3,1	ND	6,080	0,031	0,012

ND = Não Detectado

Fonte: o próprio autor

Quadro 6 - Variáveis hidrogeoquímicas identificadas nas amostras de água no período de águas altas com o VMP da resolução CONAMA 357/2005 e da Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde.

Amostras	AL	Ba	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	Si	Sr	Zn
VMP Conama 357/05	0,1 mg/L	0,7 mg/L	Não	0,009 mg/L	0,3 mg/L	Não	Não	0,1 mg/L	Não	0,1 mg/L	Não	Não	0,18 mg/L
VMP P. MS 2914/11	0,2 mg/L	0,7mg/L	Não	2 mg/L	0,3 mg/L	Não	Não	0,1 mg/L	200 mg/L	Não	Não	Não	5 mg/L
54	0,007	0,030	3,059	0,002	0,052	2,0	1,425	0,002	3,2	LD	4,534	0,026	0,001
55	0,012	0,032	7,641	0,005	0,157	2,0	1,475	0,008	3,2	LD	4,879	0,027	0,007
56	0,006	0,031	3,199	0,008	0,075	2,0	1,433	0,004	3,2	LD	4,901	0,027	0,009
57	0,008	0,029	3,170	0,003	0,075	2,0	1,381	0,003	3,2	LD	4,799	0,026	0,004
58	0,010	0,031	3,073	0,003	0,064	2,0	1,362	0,002	3,1	LD	4,885	0,026	0,006
59	0,008	0,029	3,041	0,002	0,062	1,9	1,355	0,002	3,1	LD	4,782	0,026	0,001
60	0,005	0,031	2,855	0,001	0,163	2,0	1,347	0,006	3,1	LD	4,773	0,025	0,001
61	0,006	0,030	2,720	0,003	0,354	2,0	1,303	0,011	3,2	LD	4,802	0,024	0,001
62	0,013	0,028	3,225	0,002	0,079	1,9	1,388	0,003	3,1	LD	4,960	0,026	0,004
63	0,025	0,030	3,022	0,004	0,128	2,0	1,329	0,005	3,1	LD	4,737	0,025	0,001
64	0,024	0,029	3,059	0,002	0,052	2,0	1,340	0,002	3,1	LD	4,965	0,026	0,015
65	0,021	0,029	2,266	0,003	0,876	1,8	1,177	0,005	3,3	LD	5,154	0,020	0,003
66	0,025	0,029	3,097	0,003	0,057	2,0	1,359	0,002	3,2	LD	5,004	0,027	0,013
67	0,037	0,030	3,065	0,002	0,046	2,0	1,355	0,002	3,1	LD	4,855	0,026	0,002
68	0,029	0,030	3,096	0,002	0,055	1,9	1,352	0,002	3,1	LD	4,851	0,026	0,012
69	0,025	0,029	3,257	0,004	0,049	2,0	1,350	0,002	3,3	LD	4,923	0,026	0,005
70	0,022	0,030	2,980	0,003	0,055	2,0	1,349	0,002	3,2	LD	4,914	0,026	0,002
71	0,024	0,029	3,047	0,003	0,047	2,0	1,369	0,002	3,2	LD	4,911	0,027	0,003
72	0,020	0,027	3,071	0,005	0,044	1,9	1,424	0,001	3,2	LD	4,457	0,026	0,011
73	0,118	0,033	3,020	0,002	0,119	2,0	1,419	0,004	3,2	LD	4,782	0,026	0,005
74	0,044	0,030	3,031	0,002	0,074	1,9	1,428	0,002	3,2	LD	4,758	0,026	0,013
75	0,027	0,031	3,096	0,003	0,059	2,0	1,422	0,002	3,3	LD	4,844	0,026	0,011
76	0,046	0,032	2,913	0,003	0,243	2,0	1,498	0,007	3,2	LD	4,091	0,027	0,004
77	0,037	0,032	3,143	0,004	0,201	2,0	1,462	0,006	3,3	LD	4,837	0,027	0,009
78	0,022	0,032	3,007	0,002	0,049	1,9	1,404	0,002	3,3	LD	4,776	0,026	0,002
79	0,021	0,031	3,004	0,010	0,055	1,9	1,421	0,001	3,2	LD	4,967	0,026	0,016
80	0,103	0,031	2,925	0,003	0,149	1,9	1,430	0,004	3,2	LD	5,009	0,026	0,002
81	0,024	0,031	3,047	0,003	0,058	1,9	1,423	0,002	3,2	LD	4,958	0,026	0,006
82	0,024	0,031	2,970	0,013	0,054	1,9	1,421	0,002	3,1	LD	4,857	0,026	0,002
83	0,021	0,030	3,096	0,002	0,047	1,9	1,408	0,001	3,2	LD	4,865	0,026	0,002
84	0,136	0,032	2,620	0,006	0,375	2,1	1,446	0,016	3,2	LD	3,717	0,025	0,009
85	0,045	0,030	3,038	0,003	0,075	1,9	1,407	0,003	3,2	LD	4,910	0,026	0,005
86	0,006	0,029	2,989	0,003	0,037	1,9	1,399	0,001	3,2	LD	4,736	0,026	0,003
87	0,051	0,030	3,223	0,007	0,071	2,0	1,406	0,003	3,3	LD	4,986	0,026	0,014
88	0,024	0,030	3,038	0,006	0,050	2,0	1,413	0,001	3,3	LD	4,965	0,027	0,005
89	0,050	0,030	2,866	0,003	0,163	2,0	1,324	0,005	3,1	LD	4,959	0,025	0,005
90	0,174	0,031	2,321	0,005	0,740	2,1	1,152	0,029	2,9	LD	4,561	0,021	0,006
91	0,062	0,032	2,733	0,002	0,283	1,9	1,215	0,008	2,8	LD	4,647	0,023	0,001
92	0,034	0,031	3,381	0,004	0,053	2,0	1,447	0,001	3,3	LD	4,629	0,027	0,008
93	0,019	0,029	3,081	0,010	0,040	1,9	1,422	0,001	3,2	LD	4,579	0,026	0,001
94	0,032	0,030	3,057	0,002	0,241	1,9	1,422	0,013	3,2	LD	4,460	0,026	0,001
95	0,029	0,029	3,056	0,002	0,052	1,9	1,417	0,001	3,2	LD	4,689	0,026	0,001
96	0,028	0,030	3,110	0,005	0,064	1,9	1,417	0,002	3,3	LD	4,639	0,027	0,006
97	0,02	0,029	3,010	0,002	0,051	1,9	1,401	0,002	3,2	LD	4,531	0,026	0,004
98	0,023	0,030	3,068	0,002	0,050	1,9	1,417	0,001	3,2	LD	4,516	0,026	0,001
99	0,072	0,037	4,558	0,004	0,176	1,9	2,030	0,006	2,8	LD	6,203	0,033	0,001
100	0,082	0,040	4,758	0,006	0,210	1,9	2,081	0,007	2,8	LD	6,147	0,033	0,004
101	0,068	0,040	4,744	0,003	0,181	1,9	2,045	0,006	2,8	LD	6,158	0,033	0,002
102	0,025	0,249	2,212	0,004	0,744	3,3	1,824	0,226	1,8	0,054	18,951	0,030	0,004
103	0,070	0,039	4,593	0,005	0,198	1,8	2,030	0,007	2,7	LD	6,199	0,033	0,003
104	0,076	0,040	4,564	0,003	0,220	1,9	2,033	0,008	2,7	LD	6,263	0,033	0,002
105	0,072	0,041	4,561	0,003	0,201	1,9	2,025	0,007	2,8	LD	6,145	0,033	0,003
106	0,072	0,040	4,525	0,003	0,184	1,9	2,035	0,006	2,7	LD	6,033	0,033	0,005

LD = Limite de Detecção

Fonte: o próprio autor

6.5.1 Alumínio (Al)

Os teores de Alumínio das águas superficiais da área coletada apresentaram em águas baixas uma média de 0,034 mg/L, com mínimo de 0,006 mg/L e máximo de 0,085 mg/L (Gráfico 40 e Figura 25).

Em águas altas, os teores das amostras tiveram uma média de 0,039 mg/L, mínimo de 0,005 mg/L e máximo de 0,174 mg/L (Gráfico 41 e Figura 26). O CONAMA 357/2005 estabelece 0,10 mg/L para os rios de classe 2 e a Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde estabelece 0,2 mg/L.

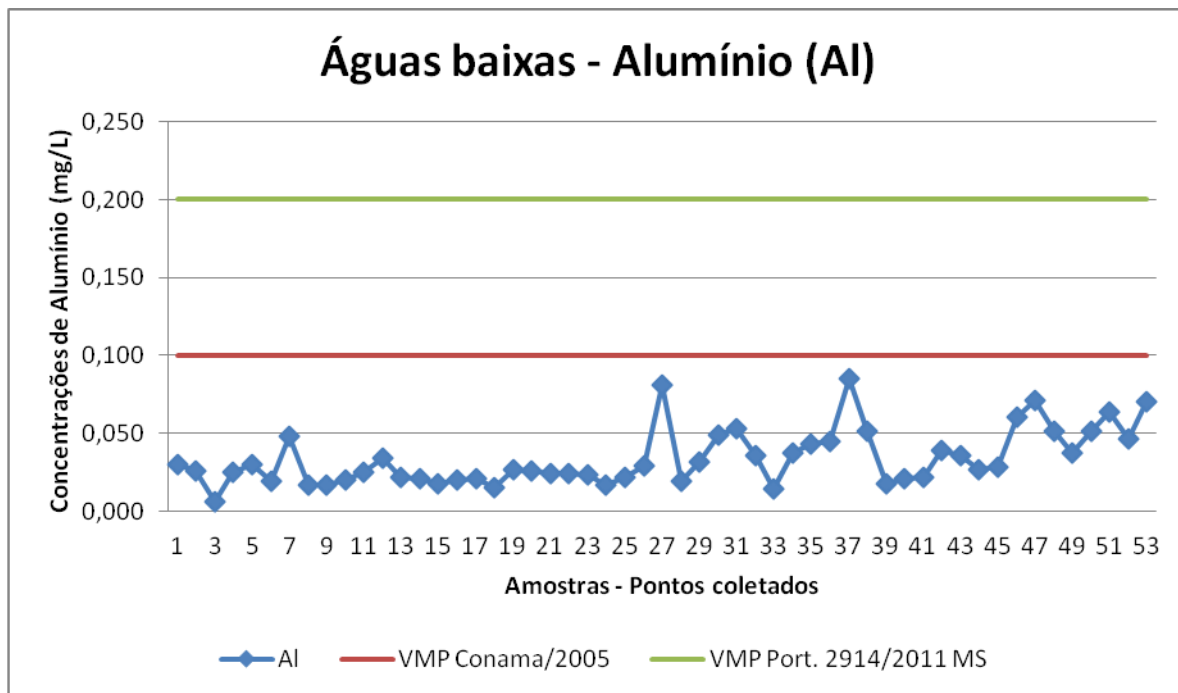
Nas águas baixas os valores estiveram abaixo do valor máximo permitido. Porém, nas águas altas foram encontrados quatro pontos onde o valor estabelecido pelo CONAMA 357/2005 ultrapassaram o permitido.

Na amostra 73 foi encontrado concentrações da ordem de 0,118 mg/L de alumínio, ponto onde se encontra uma casa com moradores da ilha Japonesa. Na amostra 80 um valor de 0,103 mg/L de Al, encontra-se em uma “prainha”, ou seja uma área de deposição de sedimentos. Na amostra 84, ilha Japonesa, valor de 0,136 mg/L de Al, também uma área de deposição de sedimentos e na amostra 90 a maior concentração de alumínio, 0,174 mg/L, talvez por se tratar de um ressaco na margem do Mato Grosso do Sul.

Zanetti (2009) destacou maior concentração de alumínio no período de águas baixas, onde valores de acima do permitido em lagos com 3,767 mg/L (lagoa Puleiro dos anjos) e 7,22 mg/L (lagoa do Gavião, MS) foram caracterizados.

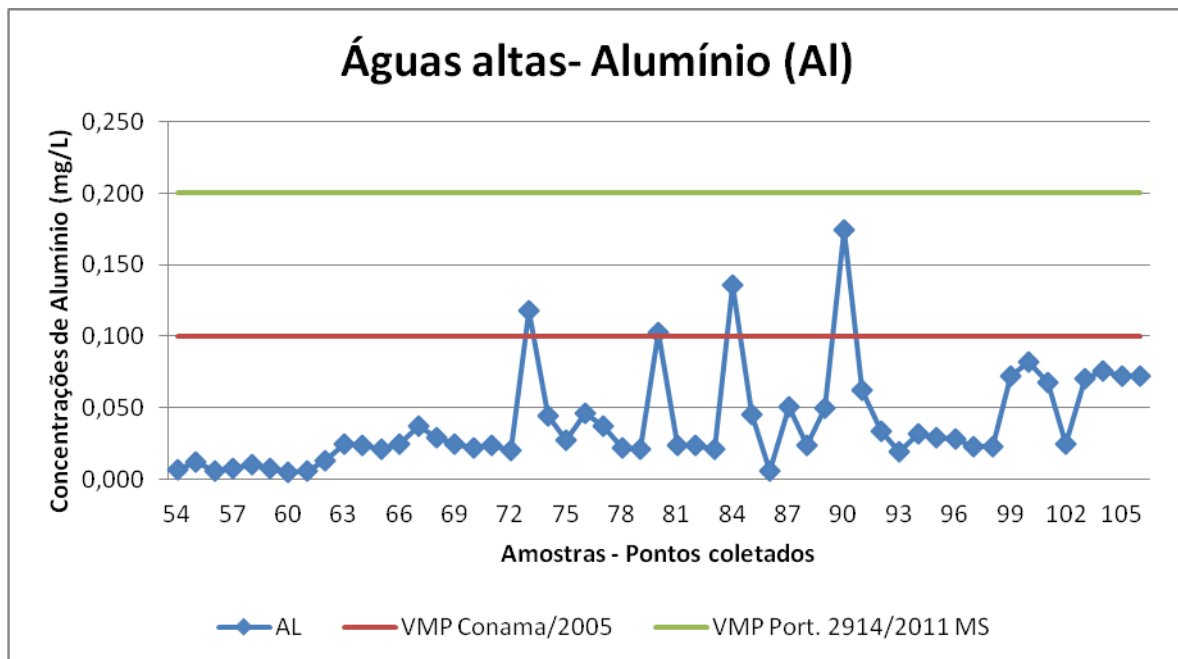
Silva (2013) durante o período de águas baixas, encontrou concentração máxima de 0,295 mg/L na Ilha Carioca e no período de águas altas de 0,14 mg/L em um ressaco na Ilha das Pombas. Silva (2013) ainda verificou que as amostras de Al, durante período de águas altas, apresentou uma concentração menor, demonstrando uma possível diluição deste metal durante período de chuvas.

Gráfico 40 - Concentração de alumínio (Al) das amostras no período de águas baixas em 2012.



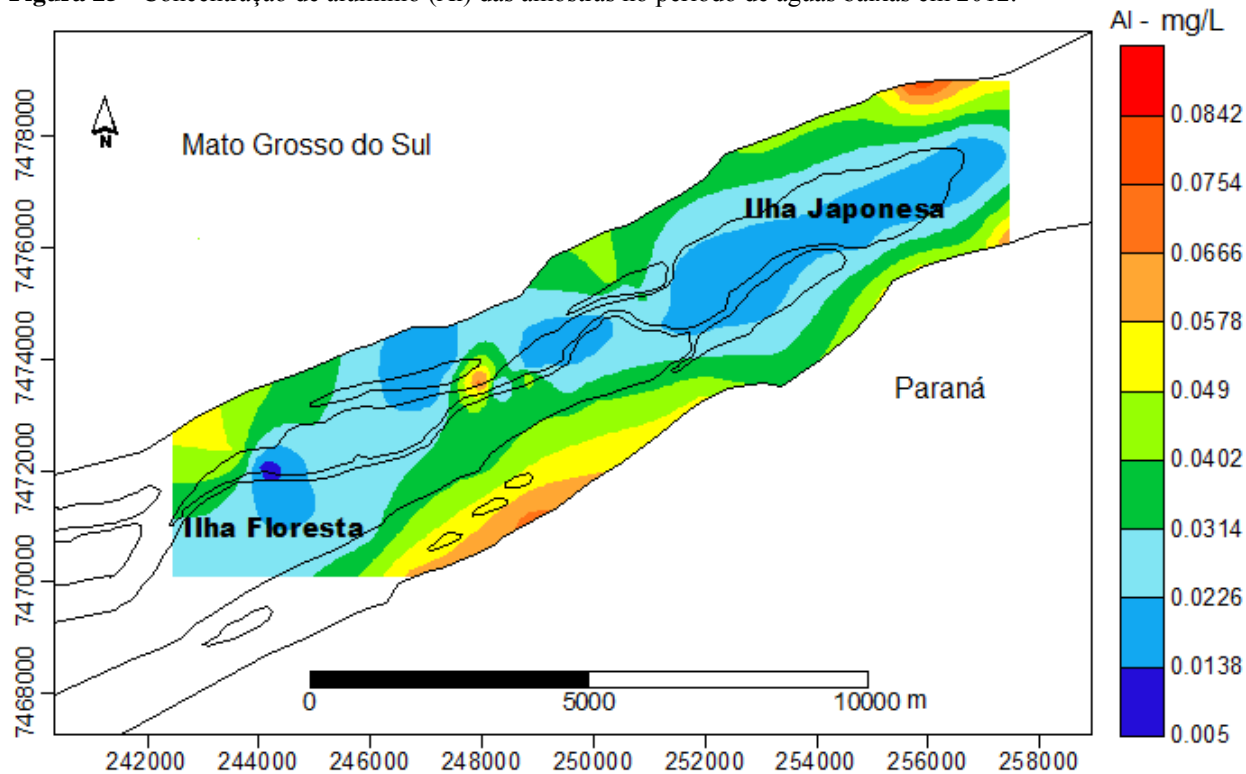
Fonte: o próprio autor

Gráfico 41 - Concentração de alumínio (Al) das amostras no período de águas altas em 2013.



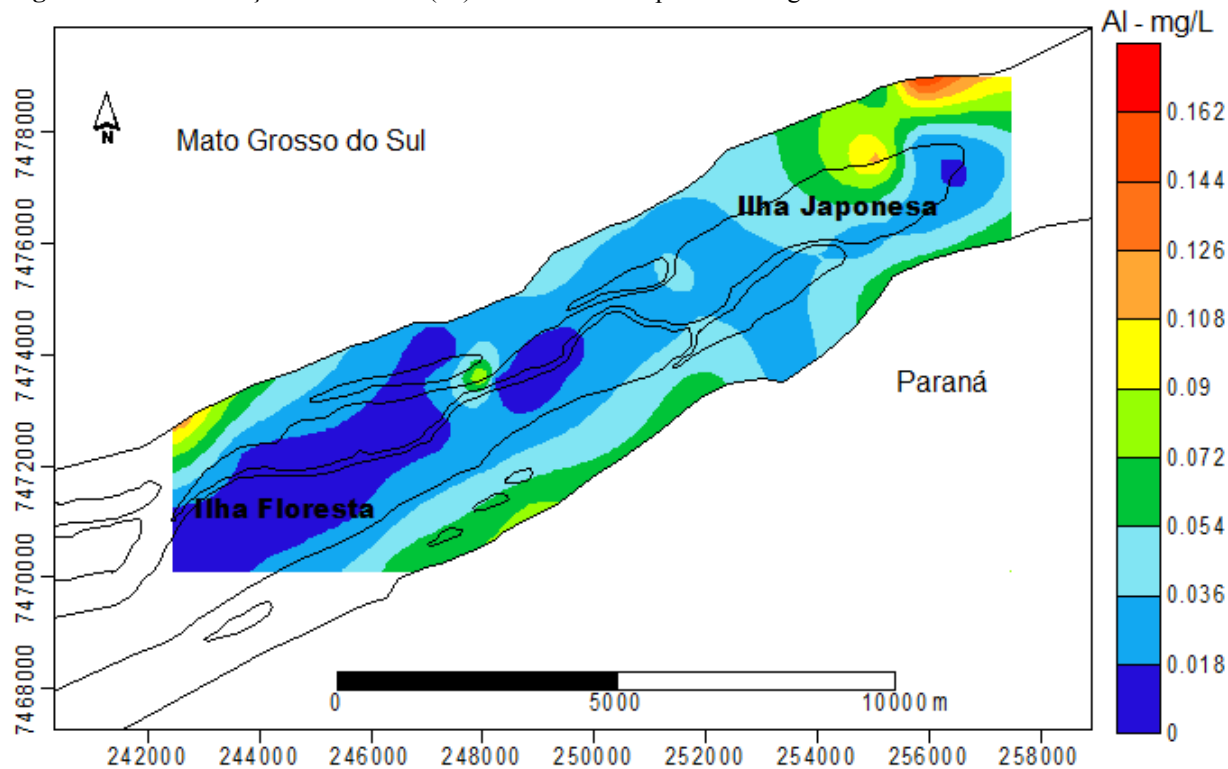
Fonte: o próprio autor

Figura 25 - Concentração de alumínio (Al) das amostras no período de águas baixas em 2012.



Fonte: o próprio autor

Figura 26 - Concentração de alumínio (Al) das amostras no período de águas altas em 2013.



Fonte: o próprio autor

6.5.2 Bário (Ba)

Os valores máximo permitidos (VMP) de Bário apresentou média de 0,038 mg/L nas águas baixas, com mínimo de 0,031 mg/L e máximo de 0,173 mg/L (Figura 27 e Gráfico 42). No período de águas altas a média foi de 0,036 mg/L, com mínimo de 0,27 mg/L e máximo de 0,249 mg/L (Figura 28 e Gráfico 43).

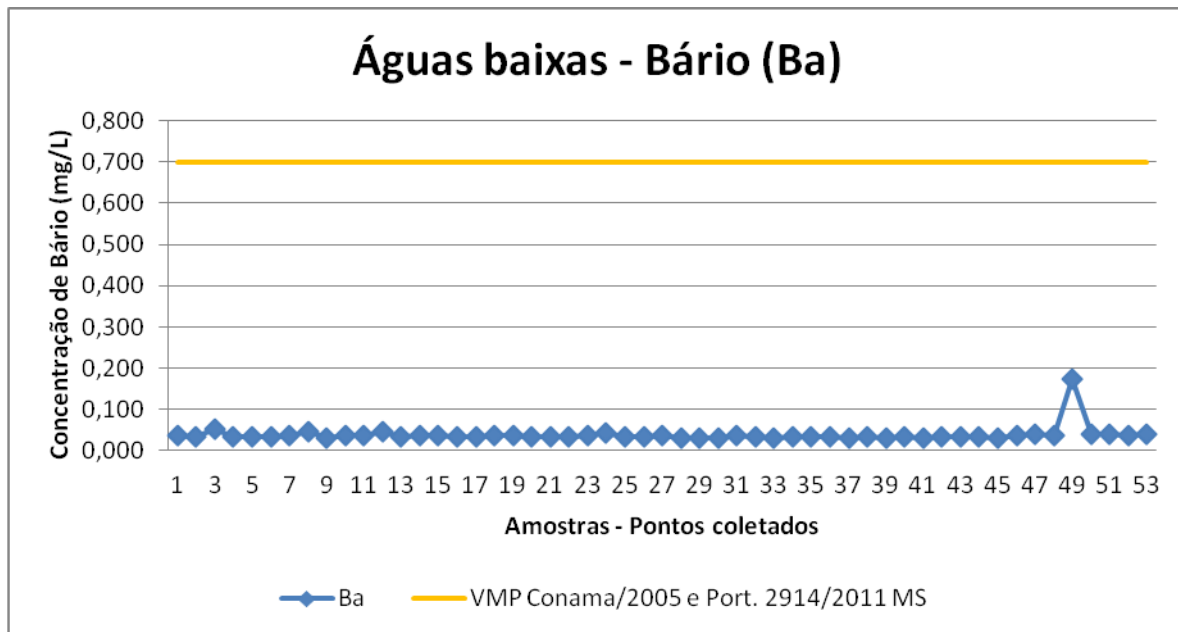
O CONAMA 357/2005 e a Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde estabelece o valor máximo permitido de 0,7 mg/L.

Os maiores teores de Bário estão concentrados próximos ao ribeirão dos Couros (amostra 49 e 102) que deságua no rio Paraná, porém, abaixo dos valores máximos permitidos pelo CONAMA 357/2005. O restante das amostras apresentaram baixa concentração de bário com valores inferiores a 0,052 mg/L em águas baixas e inferiores a 0,041 mg/L em águas altas.

Zanetti (2009) não encontrou valores acima do permitido obtendo médias de 0,059 Mg/L e máxima de 0,173 Mg/L. Suas amostras variaram entre 0,173 mg/L no Rio Caracu (afluente do Rio Paraná) e 0,02 mg/L em Ilhas Mutum e Porto Rico.

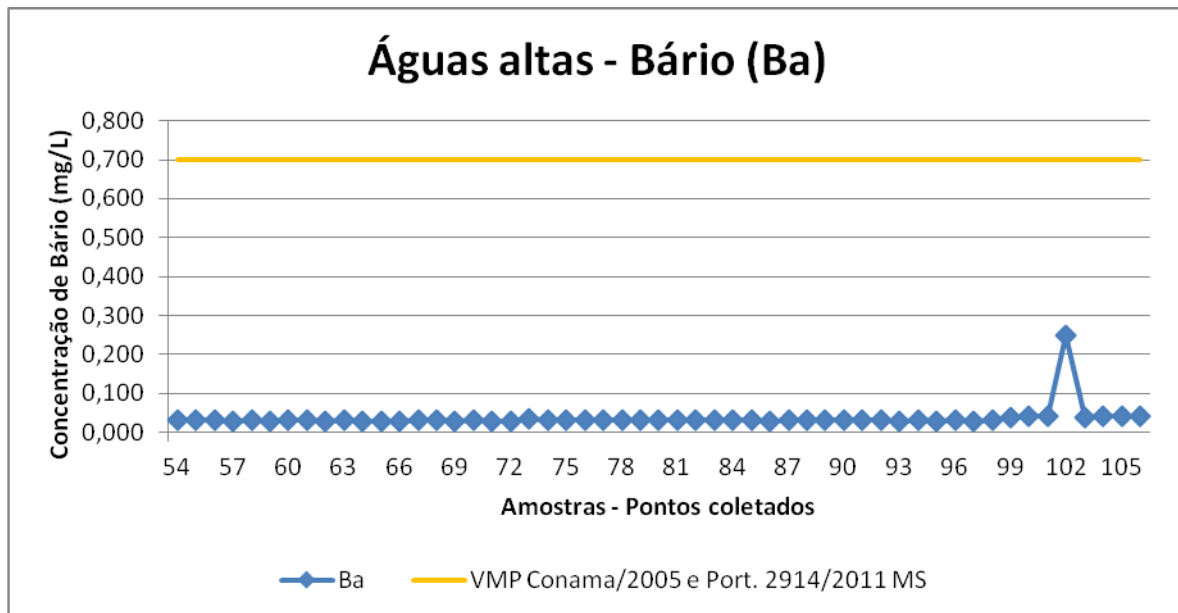
Silva (2013) encontrou médias de 0,019 mg/L em período de águas baixas e 0,021 mg/L em período de cheias. A concentração máxima encontrada foi de 0,033 mg/L na ilha Carioca.

Gráfico 42 - Concentração de bário (Ba) das amostras no período de águas baixas em 2012.



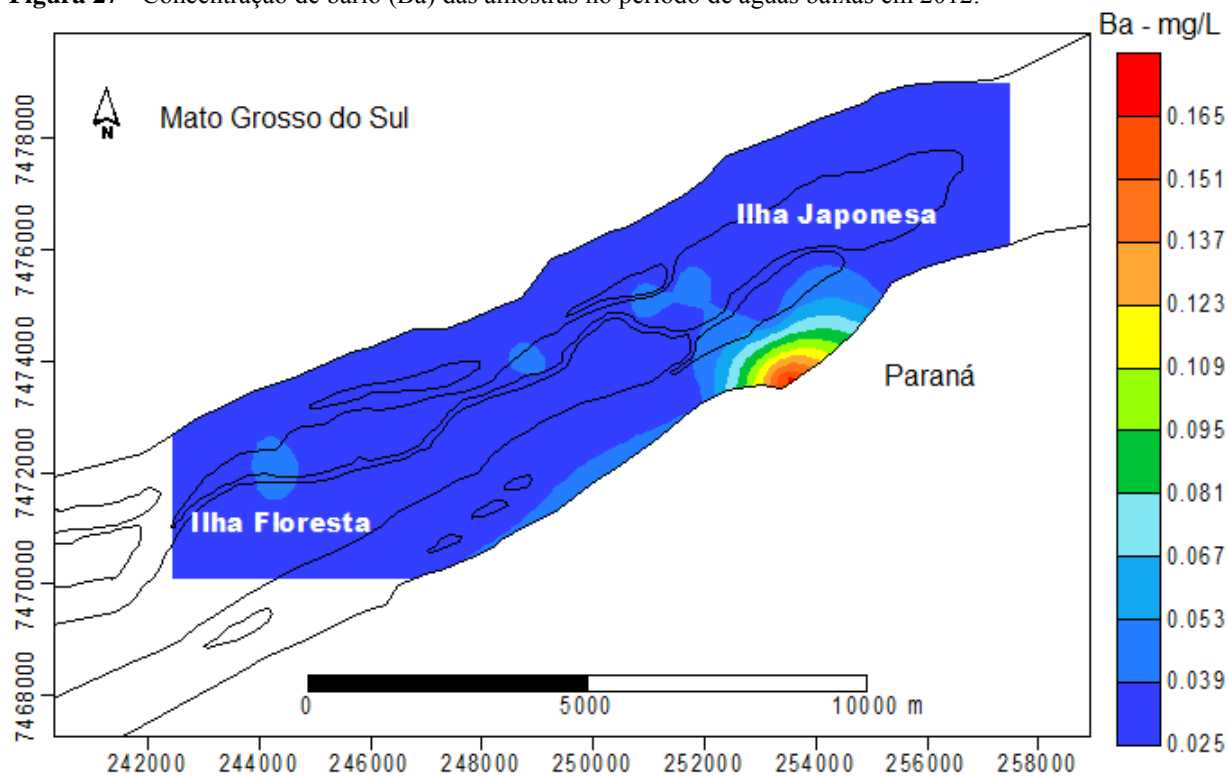
Fonte: o próprio autor

Gráfico 43 - Concentração de bário (Ba) das amostras no período de águas altas em 2013



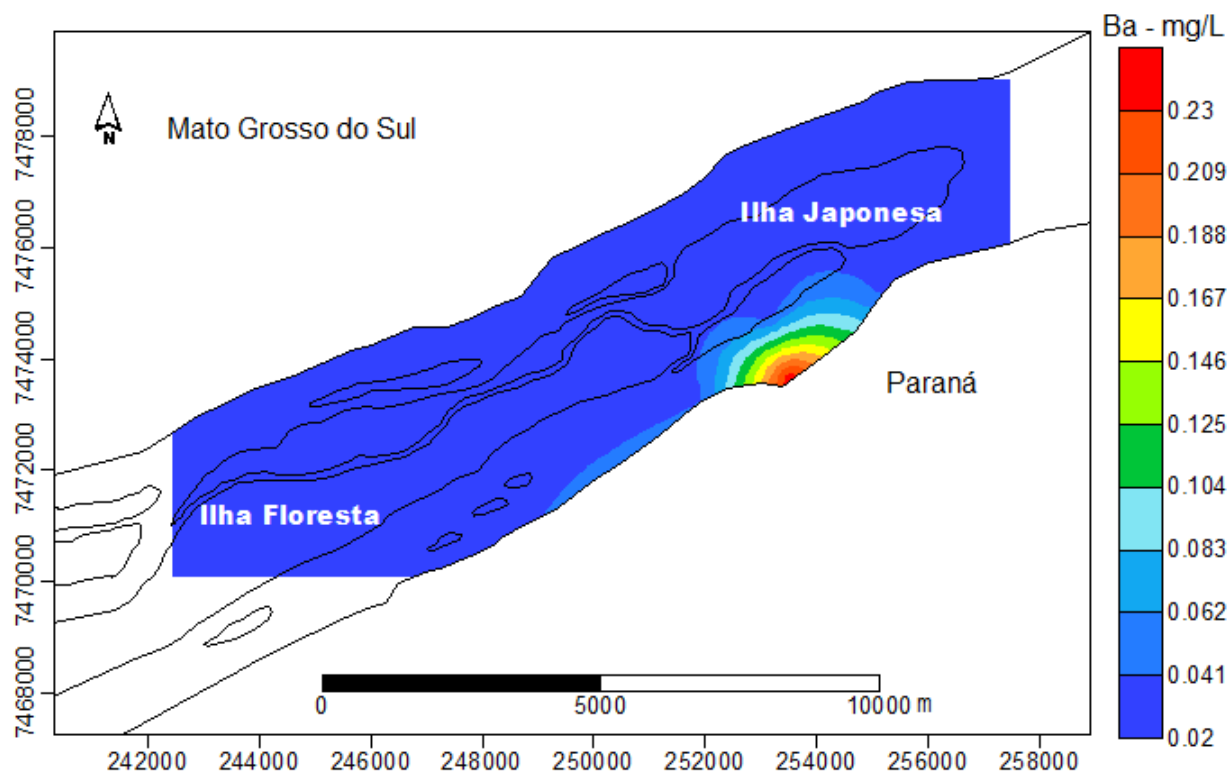
Fonte: o próprio autor

Figura 27 - Concentração de bário (Ba) das amostras no período de águas baixas em 2012.



Fonte: o próprio autor

Figura 28 - Concentração de bário (Ba) das amostras no período de águas altas em 2013.



Fonte: o próprio autor

6.5.3 Cálcio (Ca)

Os teores de cálcio no período de águas baixas apresentaram média de 3,554 mg/L, mínima de 2,277 mg/L e máxima de 4,687 mg/L (Figura 29 e Gráfico 44). Nas águas altas a média foi de 3,289 mg/L, o mínimo foi de 2,212 mg/L e o máximo foi de 7,641 mg/L (Figura 30 e Gráfico 45).

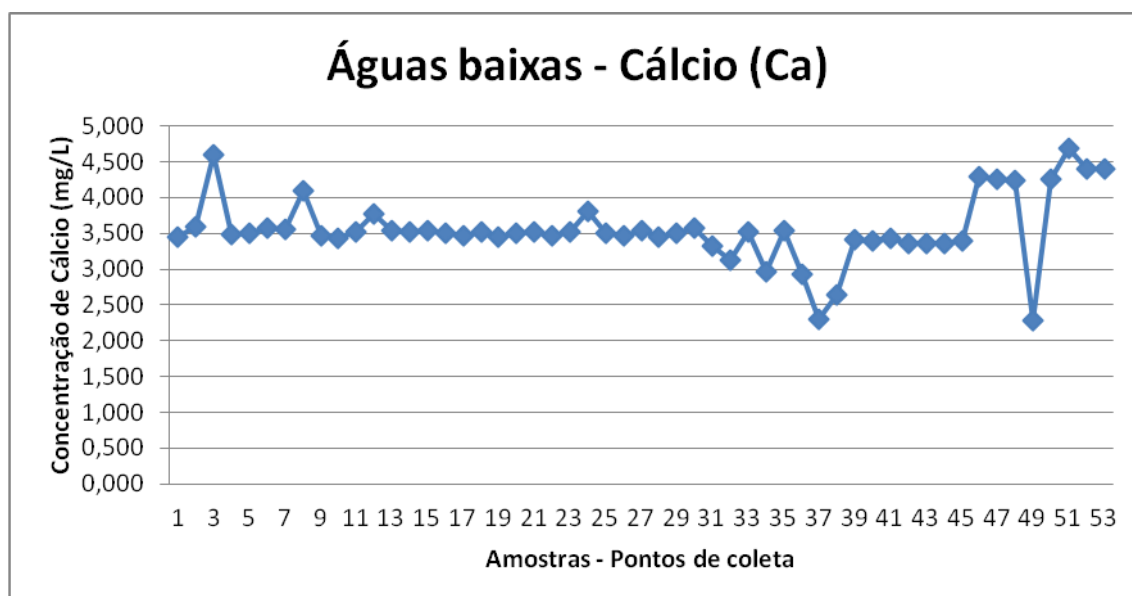
As maiores concentrações foram encontradas nas amostras 55 (águas altas) e na amostra 3 (águas baixas). Essas amostras estão localizadas em ressacos na ilha Japonesa.

A resolução CONAMA 357/2005 e a Portaria 2914/2011 do MS não estabelecem parâmetros para o cálcio em águas naturais e para o consumo.

Zanetti (2009) encontrou média de 2,791 mg/L no período de águas baixas, com valor máximo de 6,42 mg/L. No período de águas altas a média diminuiu para 0,26 mg/L, com valor máximo de 3 mg/L.

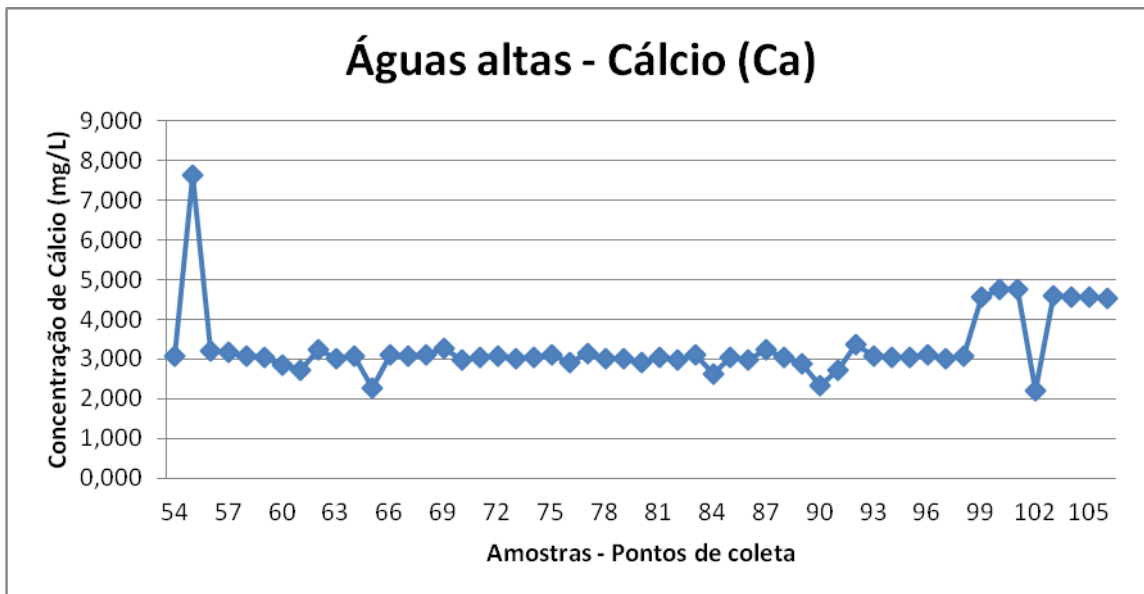
Silva (2013) encontrou de 3,62 mg/L e máxima de 7,53 mg/L na Praia da Carioca, no período de águas baixas. No período de águas altas a média foi de 3,12 mg/L e a máxima atingiu 4,53 mg/L.

Gráfico 44 - Concentração de cálcio (Ca) das amostras no período de águas baixas em 2012.



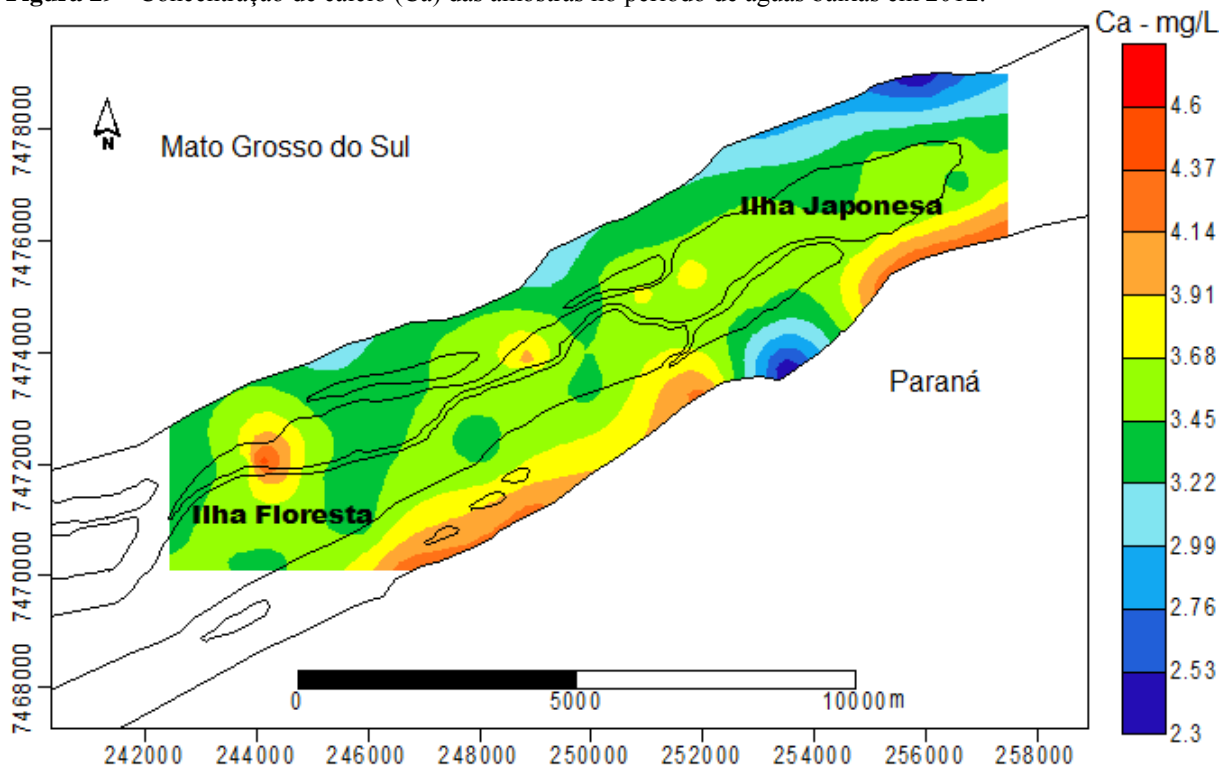
Fonte: o próprio autor

Gráfico 45 - Concentração de cálcio (Ca) das amostras no período de águas altas em 2013.



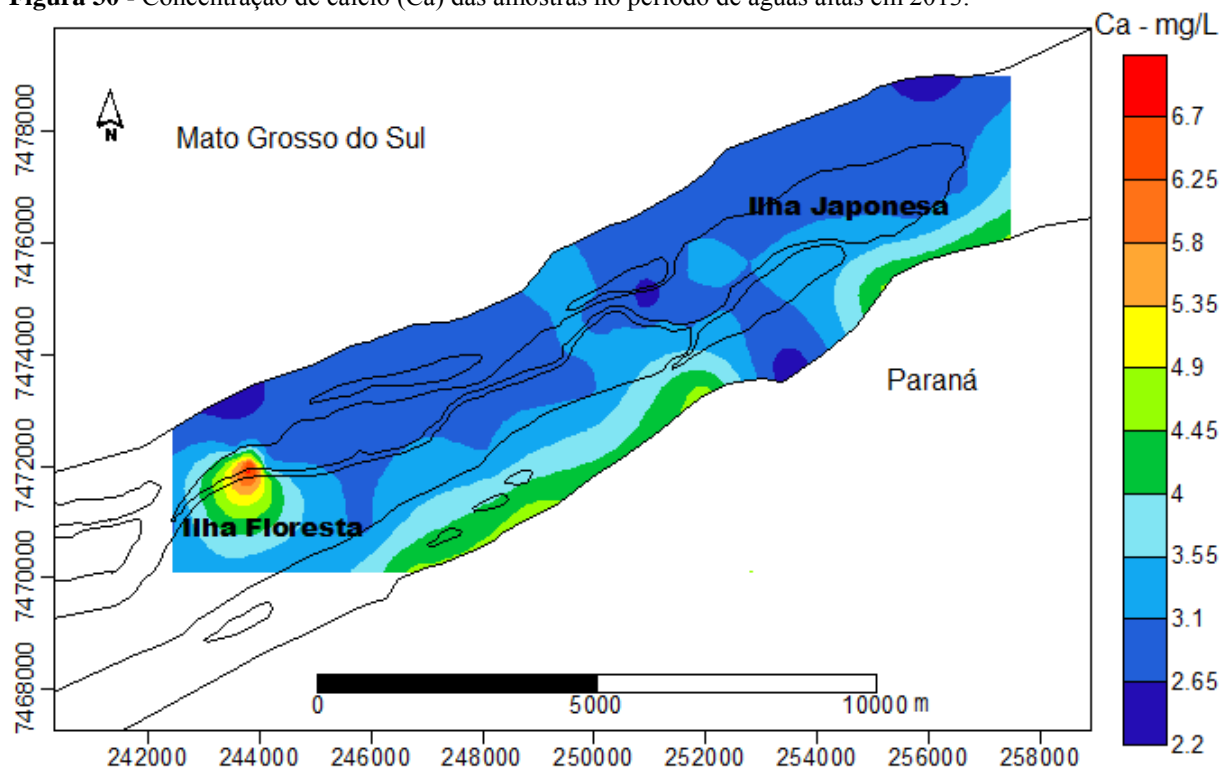
Fonte: o próprio autor

Figura 29 - Concentração de cálcio (Ca) das amostras no período de águas baixas em 2012.



Fonte: o próprio autor

Figura 30 - Concentração de cálcio (Ca) das amostras no período de águas altas em 2013.



Fonte: o próprio autor

6.5.4 Cobre (Cu)

Os teores de cobre apresentaram média de 0,002 mg/L nas águas baixas, com mínimo de 0,001 mg/L e máximo de 0,004 mg/L (Figura 31 e Gráfico 46). Em águas altas houve um aumento no teor de cobre. A média foi de 0,004 mg/L, a mínima foi de 0,001 mg/L e a máxima atingiu 0,013 mg/L (Figura 32 e Gráfico 47).

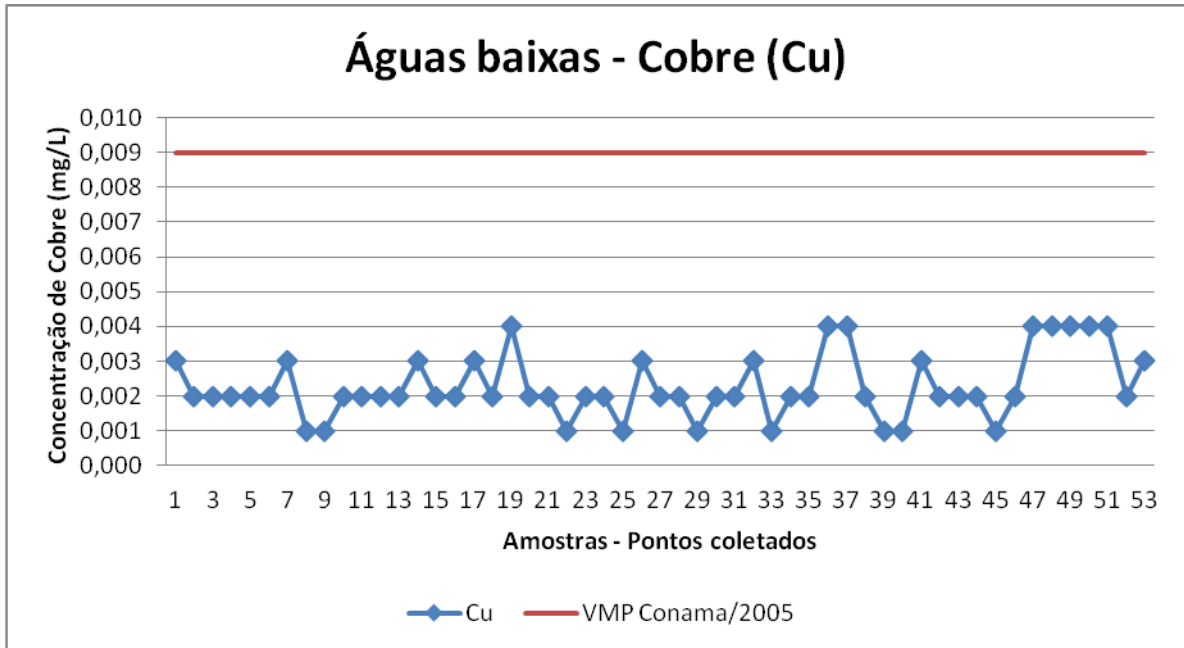
Segundo a resolução CONAMA 357/2005 o valor máximo permitido de cobre dissolvido em rios de classe 2 é de 0,009 mg/L e para a Portaria 2914/2011 do MS o VMP é de 2 mg/L.

A amostra com maior teor de cobre (0,013 mg/L) foi no ponto 82, onde se localiza um Clube de Pescadores na ilha Japonesa. Nas amostras 79 e 93 foram encontradas 0,010 mg/L de cobre, ambas acima do valor máximo permitido pelo CONAMA 357/2005, e ambas localizadas em lugares de deposição de sedimentos.

Zanetti (2009) não encontrou valores máximos permitidos acima do permitido. O maior valor encontrado foi de 0,007 mg/L no período de águas baixas.

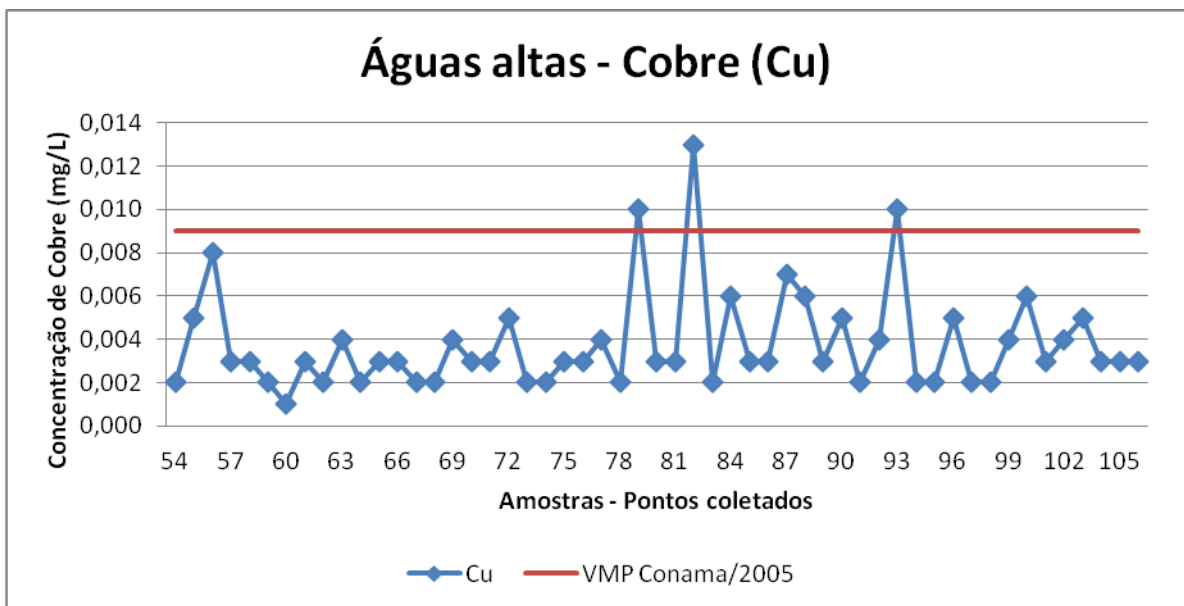
Silva (2013) encontrou na Ilha Chapéu Velho 0,0195 mg/L de cobre no período de águas baixas e mínima de 0,0002 mg/L na Ilha das Pombas. No período de águas altas as amostras variaram entre mínima de 0,0006 mg/L na Praia da Carioca e máxima de 0,0121 mg/L na Ilha Chapéu Velho.

Gráfico 46 - Concentração de cobre (Cu) das amostras no período de águas baixas em 2012.



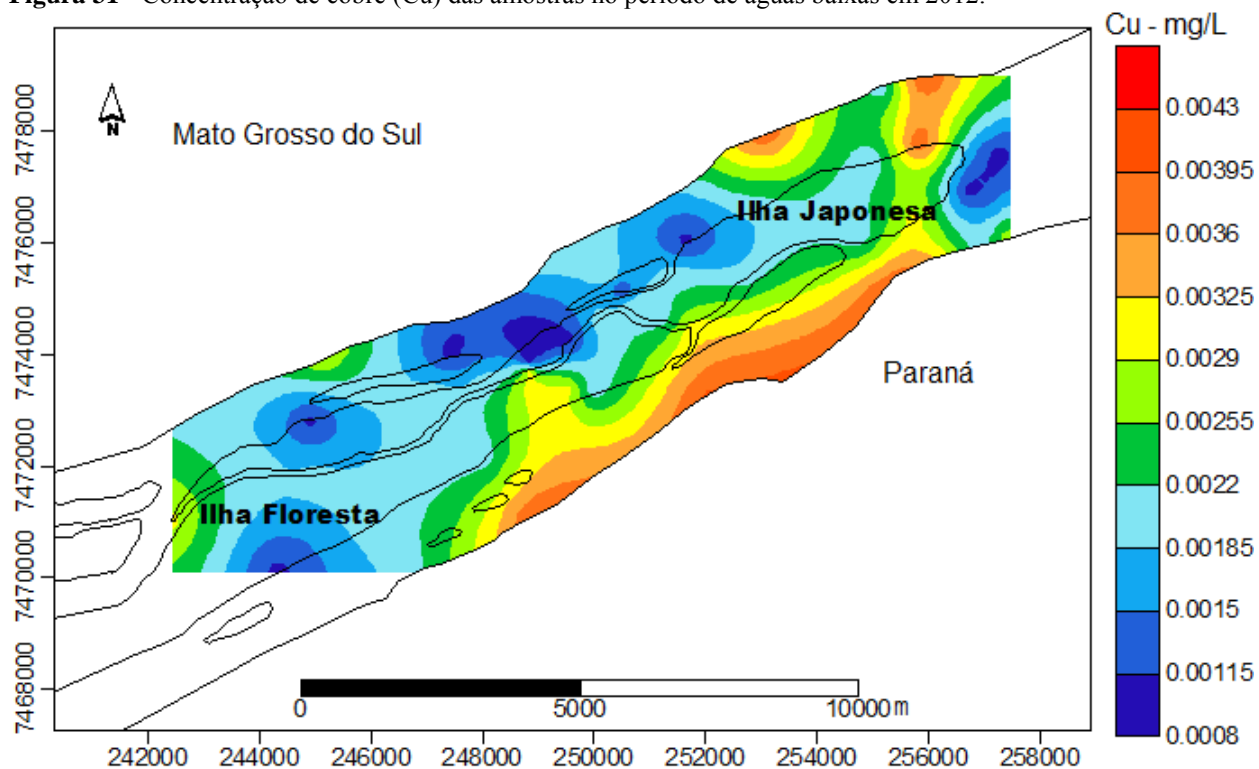
Fonte: o próprio autor

Gráfico 47 - Concentração de cobre (Cu) das amostras no período de águas altas em 2013.



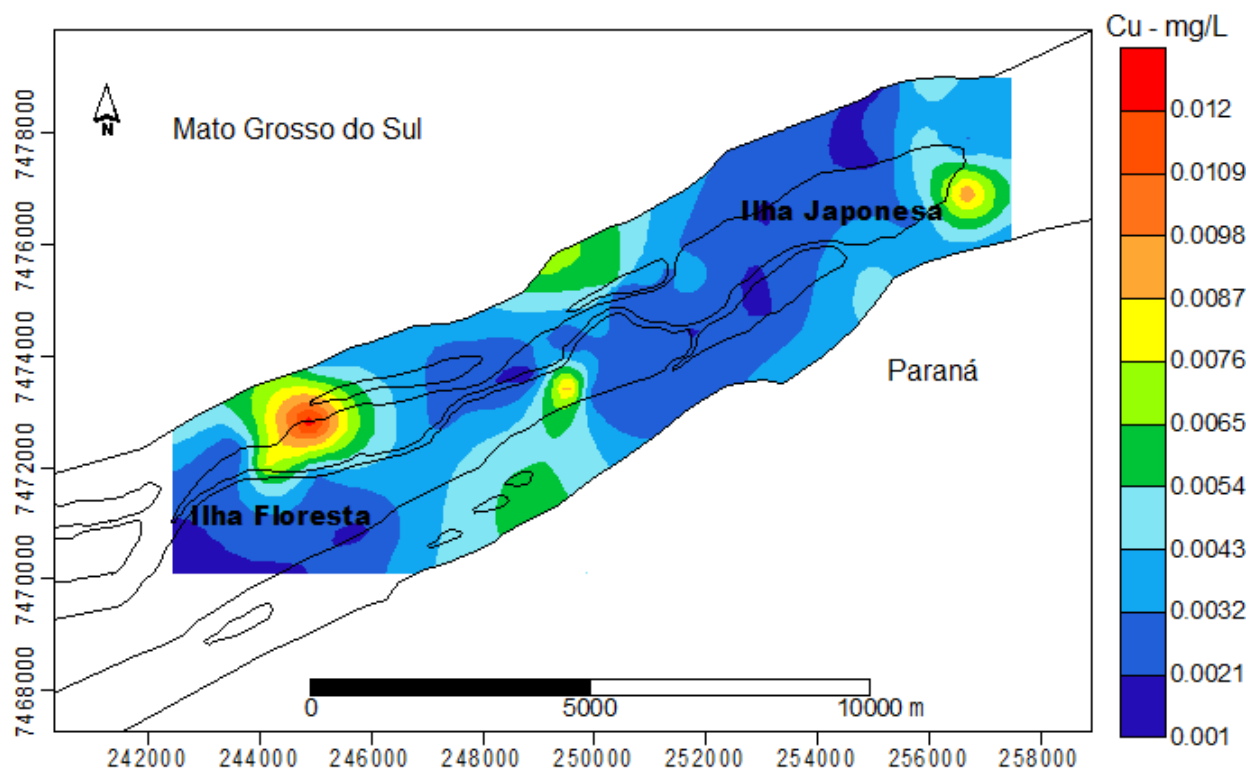
Fonte: o próprio autor

Figura 31 - Concentração de cobre (Cu) das amostras no período de águas baixas em 2012.



Fonte: o próprio autor

Figura 32 - Concentração de cobre (Cu) das amostras no período de águas altas em 2013.



Fonte: o próprio autor

6.5.5 Estrôncio (Sr)

O valor máximo permitido (VMP) de estrôncio apresentou no período de águas baixas média de 0,028 mg/L, mínima de 0,019 mg/L e máxima de 0,038 mg/L (Figura 33 e Gráfico 48). No período de águas altas o valor máximo permitido demonstrou média de 0,027 mg/L, mínima de 0,020 mg/L e máxima de 0,033 mg/L (Figura 34 e Gráfico 49).

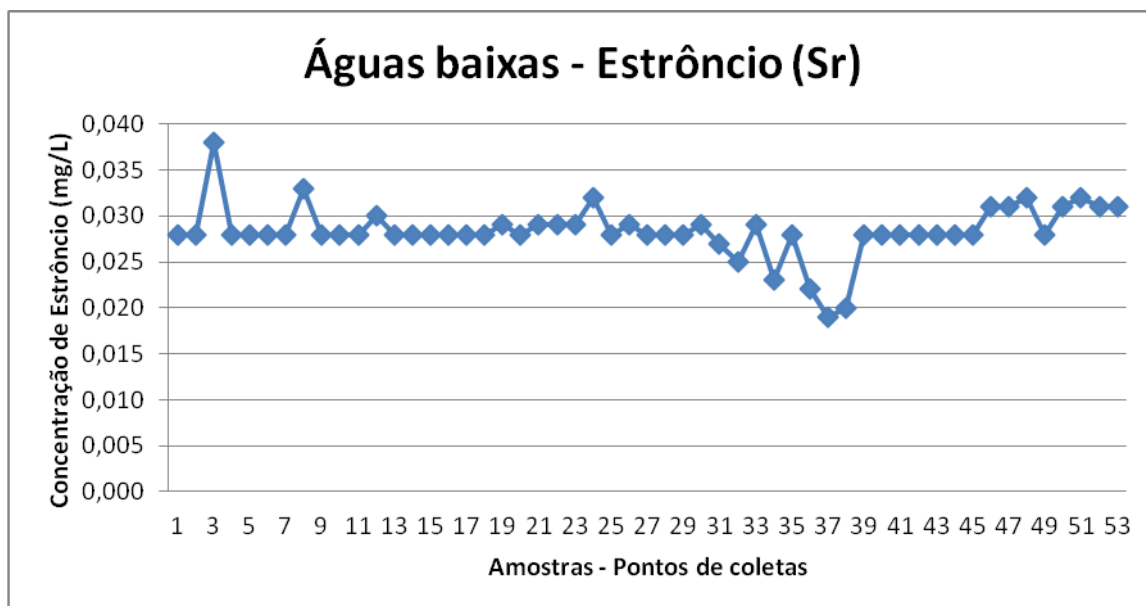
O CONAMA 357/2005 e a portaria 2914/2011 do MS não estipula VMP para o estrôncio.

As maiores concentrações no período de águas baixas foram encontradas em ressacos. No período de águas altas, as maiores concentrações apresentaram na margem esquerda do rio Paraná (Estado do Paraná) valores entre 0,030 mg/L a 0,033 mg/L de estrôncio.

Zanetti (2009) encontrou máxima de 0,042 mg/L no período de águas baixas. Em águas altas, a maior concentração foi de 0,02 mg/L, indicando que o nível pluviométrico influenciou na diluição desse elemento na área de estudo.

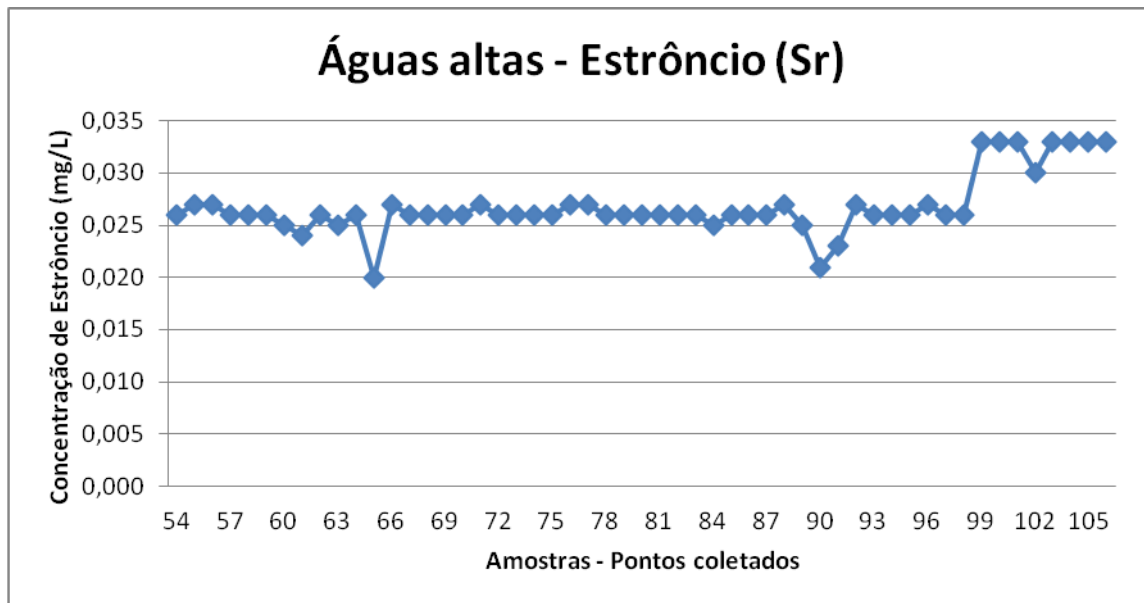
Silva (2013) no período de águas baixas encontrou a maior concentração de estrôncio, com valor de 0,0541 mg/L na Ilha Praia da Carioca. E no período de águas altas a amostra mais concentrada atingiu 0,0303 mg/L na ilha do Chapéu Velho.

Gráfico 48 - Concentração de estrôncio (Sr) das amostras no período de águas baixas em 2012.



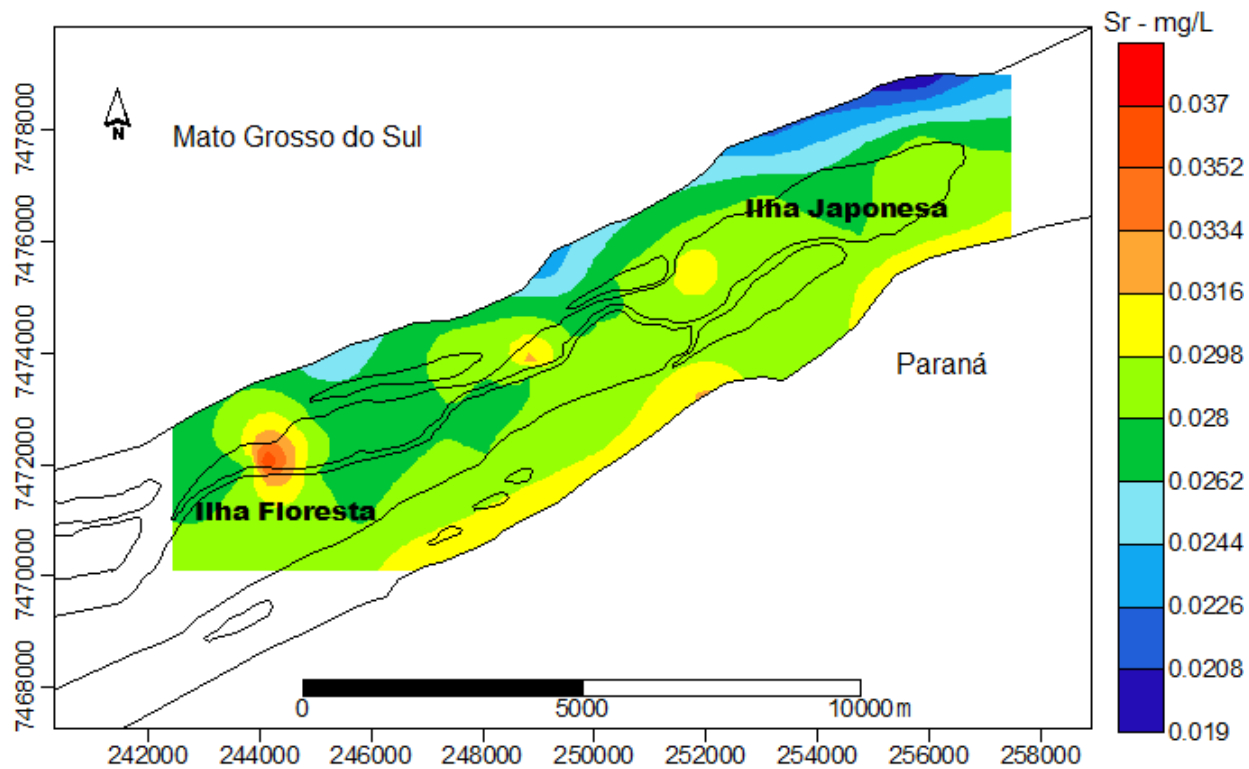
Fonte: o próprio autor

Gráfico 49 - Concentração de estrôncio (Sr) das amostras no período de águas altas em 2013.



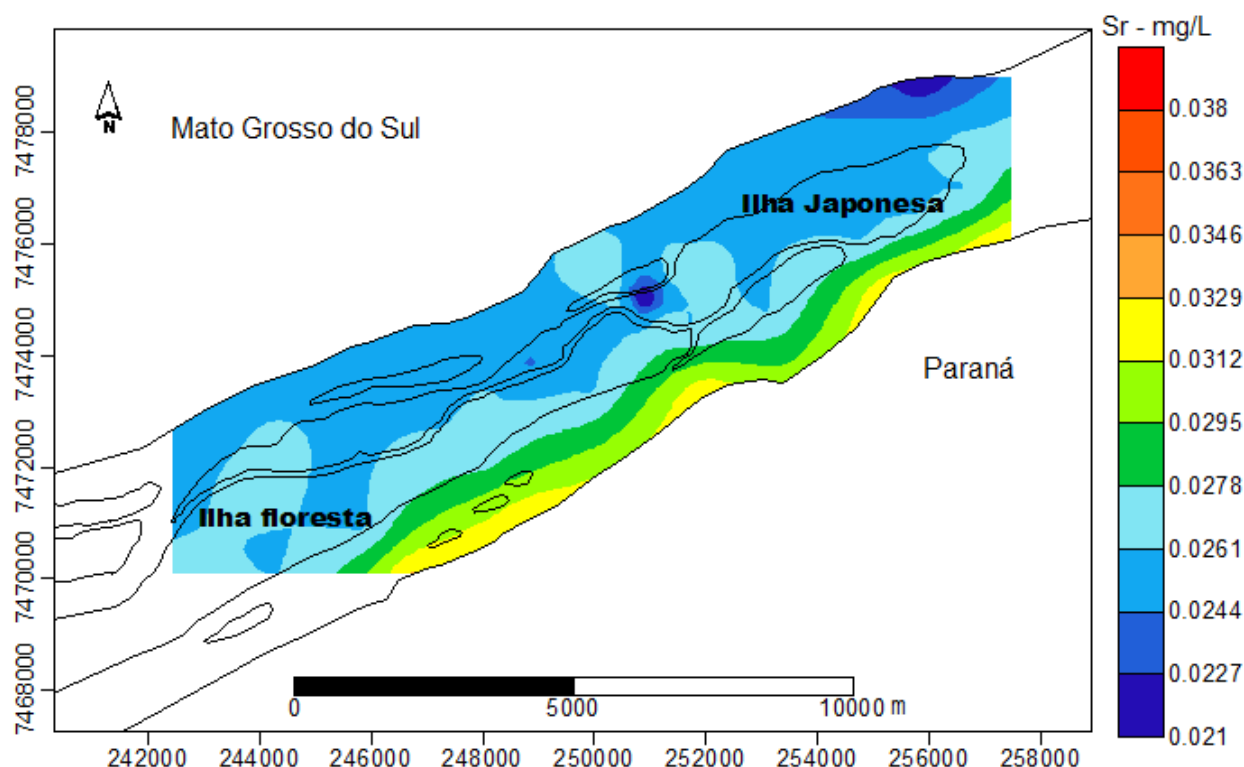
Fonte: o próprio autor

Figura 33 - Concentração de estrôncio (Sr) das amostras no período de águas baixas em 2012.



Fonte: o próprio autor

Figura 34 - Concentração de estrôncio (Sr) das amostras no período de águas altas em 2013.



Fonte: o próprio autor

6.5.6 Ferro (Fe)

Os teores de Ferro das águas superficiais da área investigada apresentaram nas águas baixas média de 0,31 mg/L, com mínimo de 0,10 mg/L e máximo de 2,23 mg/L (Gráfico 50 e Figura 35).

Nas águas altas, os teores das amostras tiveram média de 0,15 mg/L, mínimo de 0,03 mg/L e máximo de 0,87 mg/L (Gráfico 51 e Figura 36).

Pela legislação o CONAMA 357/2005 e a Portaria 2914/2011 do MS estabelecem VMP de 0,30 mg/L.

No período de águas baixas, nove amostras, localizadas em ressacos, encontraram-se acima dos valores máximos permitidos, variando entre 0,306 mg/L a 2,230 mg/L. Outras três amostras, localizadas na margem direita do rio (estado do Mato Grosso do Sul), demonstraram valores entre 0,315 mg/L a 0,554 mg/L de ferro. Na amostra 49 (córrego dos Couros) o valor foi de 0,867 mg/L.

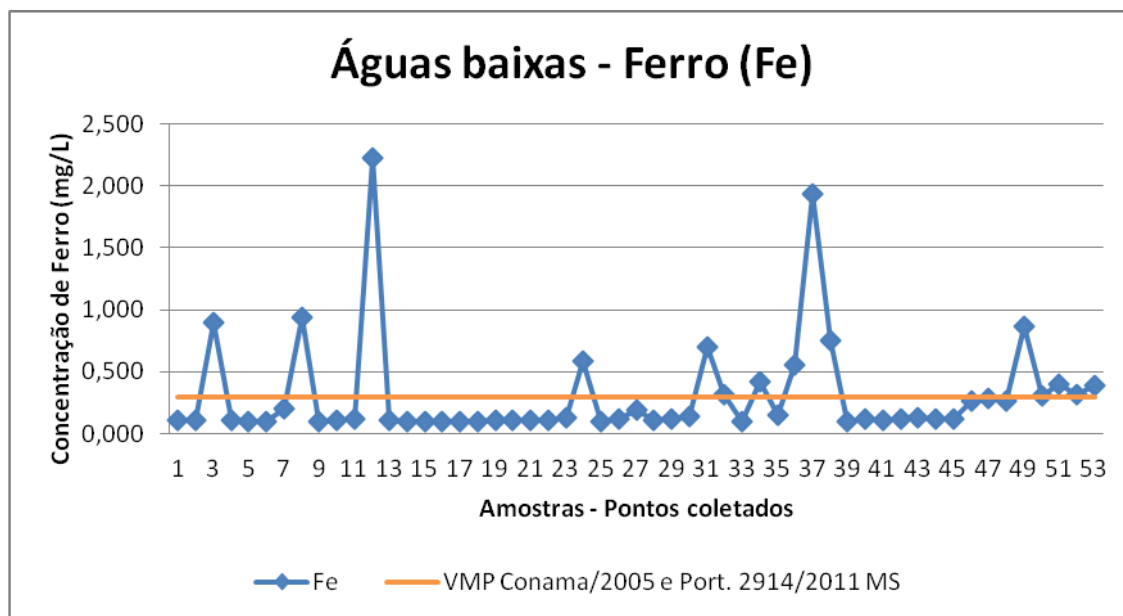
No período de águas altas quatro amostras, localizadas em ressacos, ficaram acima dos valores máximos permitidos, variando entre 0,354 mg/L a 0,876 mg/L. Na amostra 102 (córrego dos Couros) o valor analisado foi de 0,744 mg/L.

Zanetti (2009) encontrou valores de 7,66 Mg/L (lagoa Puleiro dos anjos) e 11,27 Mg/L (lagoa Brilhante) no período de águas baixas, e verificou uma maior concentração de ferro no período de águas baixas, devido a grande quantidade de matéria orgânica, principalmente macrófitas presente nas lagoas.

Silva (2013) encontrou valor máximo de 0,45 mg/L na ilha Praia da Carioca. No período de águas altas o maior valor foi de 0,58 mg/L na Ilha Carioca. A maior parte das amostras para os dois períodos encontraram-se abaixo do VMP (0,3 mg/L) para rios de classe 2 (CONAMA, 2005).

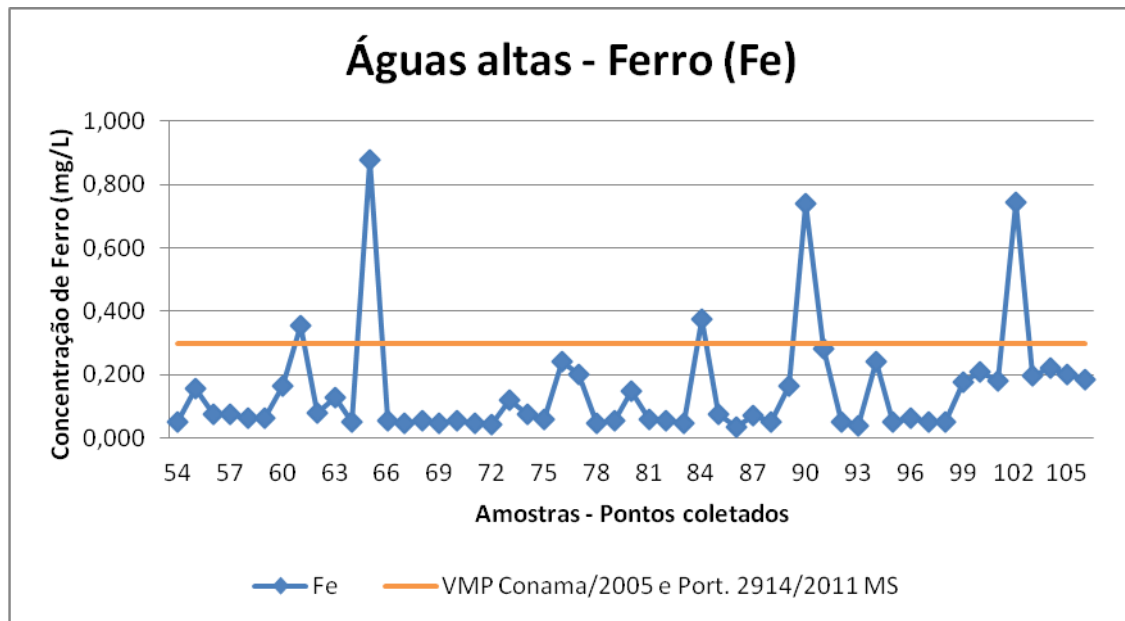
Fatores como chuvas isoladas influenciam a dissolução do Fe^{3+} transportando-o para interior de lagoas ou concentrando em ressacos, o solo ou detritos da biomassa promovem o Ferro de forma particulada e, finalmente, a matéria orgânica favorece o Ferro total na forma complexada (BARRETO, 2001).

Gráfico 50 - Concentração de Ferro (Fe) das amostras no período de águas baixas em 2012.



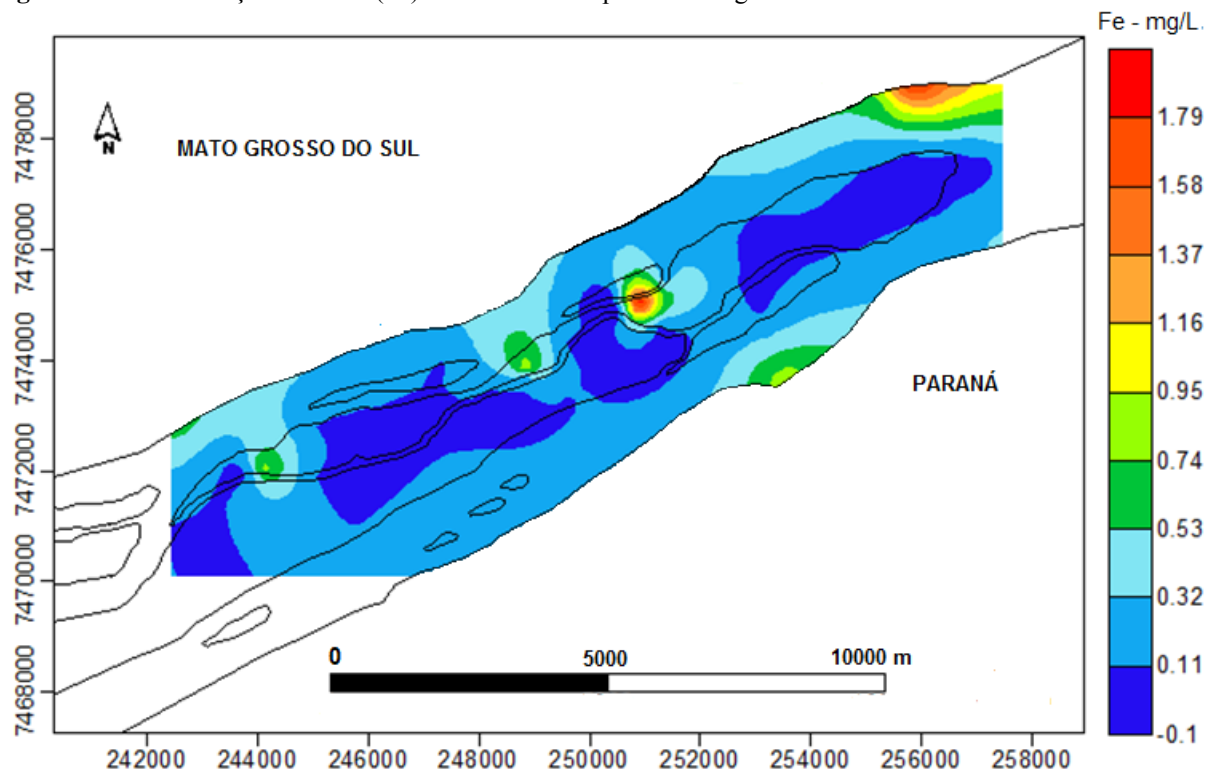
Fonte: o próprio autor

Gráfico 51 - Concentração de Ferro (Fe) das amostras no período de águas altas em 2013.



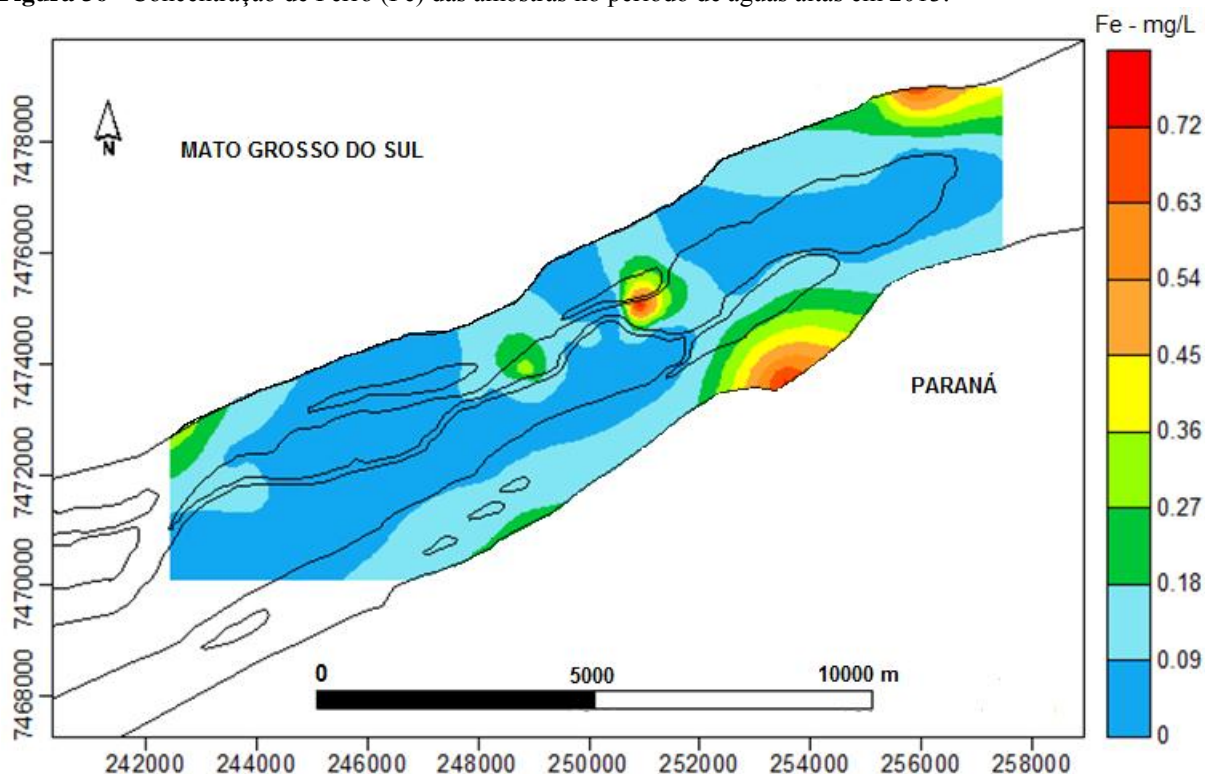
Fonte: o próprio autor

Figura 35 - Concentração de Ferro (Fe) das amostras no período de águas baixas em 2012.



Fonte: o próprio autor

Figura 36 - Concentração de Ferro (Fe) das amostras no período de águas altas em 2013.



Fonte: o próprio autor

6.5.7 Fósforo (P)

Os valores das amostras de fósforo estavam abaixo do limite de detecção, por isso as amostras ficaram abaixo de 0,004 mg/L. Porém a amostra do ponto 49 e 102 (córrego dos Couros) apresentaram no período de águas baixas 0,061 mg/L e no período de águas altas 0,054 mg/L.

O valor máximo permitido (VMP) pelo CONAMA 357/2005 é de 0,05 mg/L. A Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde não estabelece VMP para o fósforo.

As duas amostras encontram-se acima do VMP, sendo que no período de águas baixas o valor foi maior do que no período de águas altas. Por ser uma amostra próxima do córrego dos Couros, onde seu curso percorre por plantações, os valores acima do permitido podem ser resultados do uso de fertilizantes e da descarga de esgotos das propriedades rurais transportados por escoamento superficial.

Zanetti (2009) no período de águas baixas obteve máxima de 0,213 mg/L na lagoa Brilhante, porém a média geral das amostras ficaram com 0,037 mg/L. No período de águas altas o valor máximo foi de 0,05 mg/L na lagoa do Gavião e em diversas amostras os resultados ficaram abaixo do limite de detecção.

Silva (2013) no período de águas baixas obteve máximas de 0,079 mg/L na Ilha Carioca e 0,052 mg/L em área de ressaco da Ilha das Pombas. No período de águas altas a máxima foi de 0,285 mg/L, próxima a ressaco na Ilha das Pombas.

As baixas concentrações de Fósforo no rio Paraná também foram observadas por Agostinho e Zalewski (1996), que constataram que devido à barragem das usinas hidrelétricas a montante do rio Paraná, retém alguns nutrientes como o fósforo.

6.5.8 Potássio (K)

Os teores de potássio, no período das águas baixas, tiveram média de 2,1 mg/L, mínima de 1,6 mg/L e máxima de 4,1 mg/L (Figura 37 e Gráfico 52). Nas águas altas a média foi de 2,0 mg/L, a mínima foi de 1,8 mg/L e a máxima foi de 3,3 mg/L (Figura 38 e Gráfico 53).

Para o potássio, o CONAMA 357/2005 e a Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde não estabelecem nenhum valor máximo permitido.

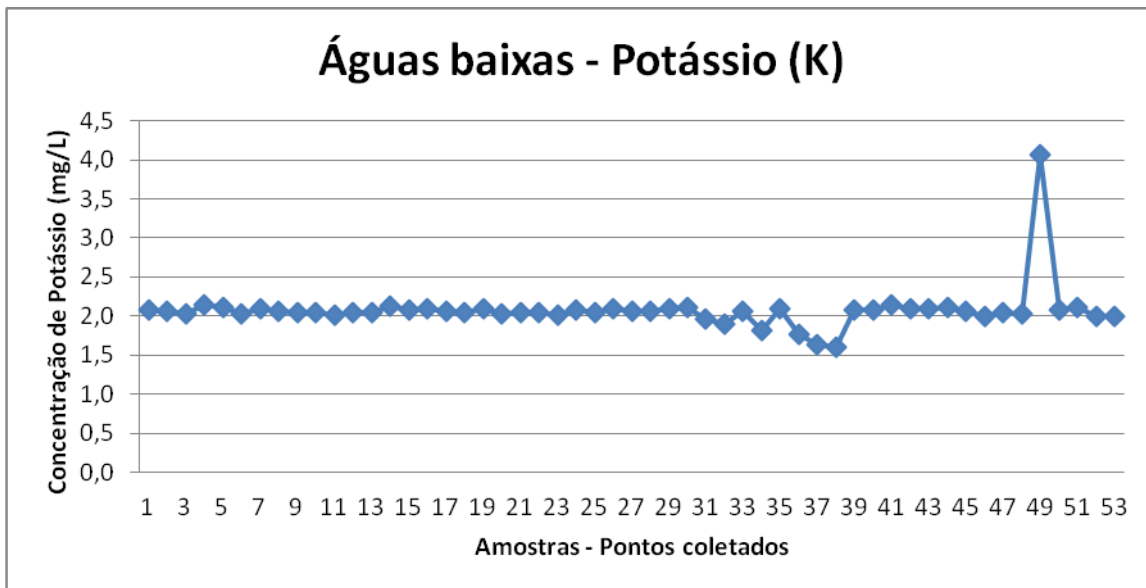
A amostra que apresentou maior concentração de potássio foi a 49 (4,1 mg/L) e a 102 (3,3 mg/L). Essas amostras se localizam próximas ao córrego dos Couros, onde seu curso natural percorre propriedades com produção agrícola. Nas outras amostras os valores não ultrapassaram 2,1 mg/L, tanto nas águas baixas quanto nas águas altas.

Zanetti (2009) obteve o valor máximo de 6,903 mg/L de potássio no período de águas baixas. No período de águas altas a concentração máxima foi de 10,1 mg/L, próximo ao rio Caracu na margem paranaense.

Silva (2013) registrou na Praia da Carioca o valor mais elevado de potássio, 3,47 mg/L, no período de águas baixas. Em águas altas o valor máximo foi de 2,01 mg/L na Ilha Chapéu Velho

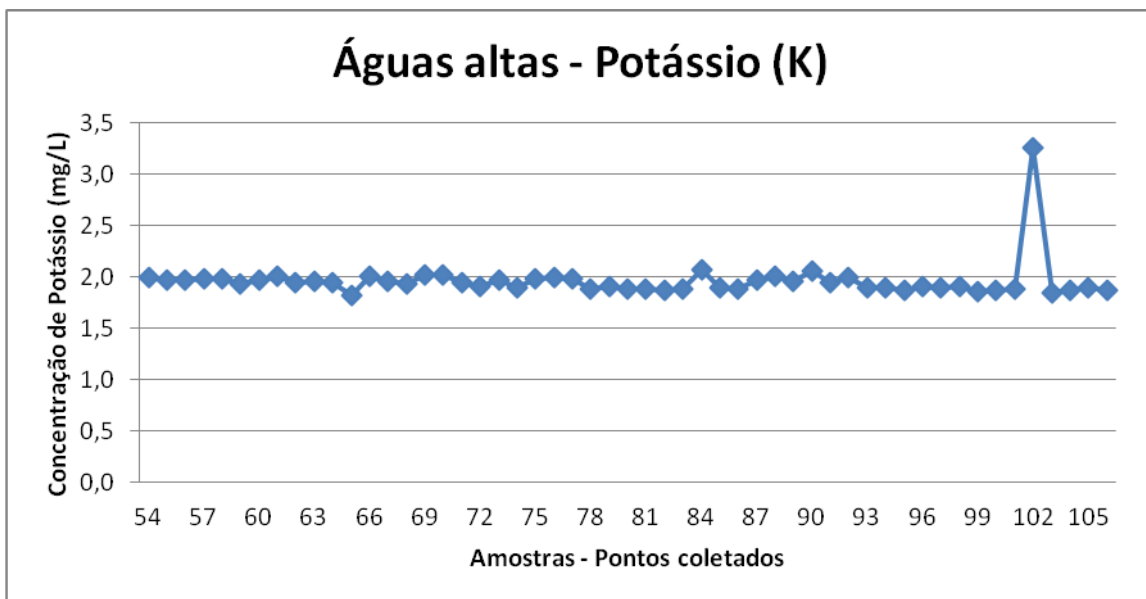
A alta concentração de potássio pode estar ligada aos insumos agrícolas que apresentam o elemento Sódio e Potássio em sua constituição. Os fertilizantes são distribuídos no solo e no período de chuvas ou secas, o solo é lixiviado para os rios, se relacionando desta forma, com os fertilizantes usados (ZANETTI, 2009).

Gráfico 52 - Concentração de potássio (K) das amostras no período de águas baixas em 2012.



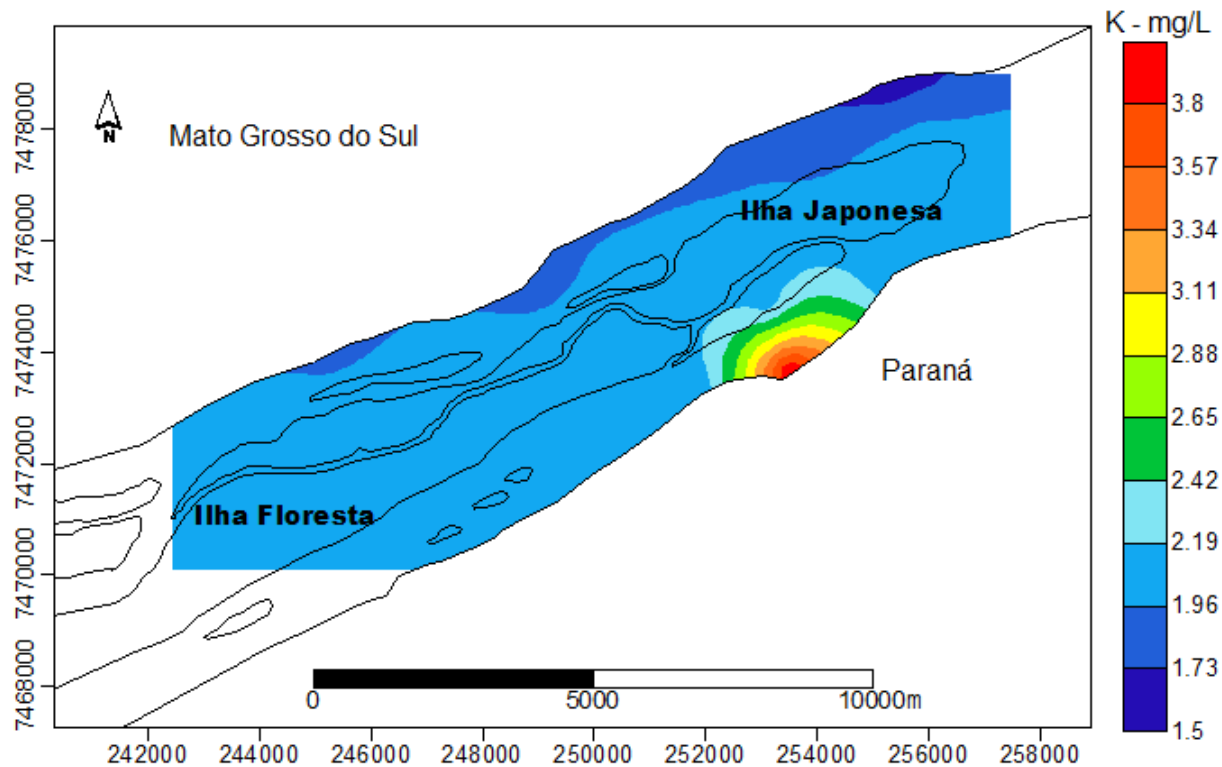
Fonte: o próprio autor

Gráfico 53 - Concentração de potássio (K) das amostras no período de águas altas em 2013.



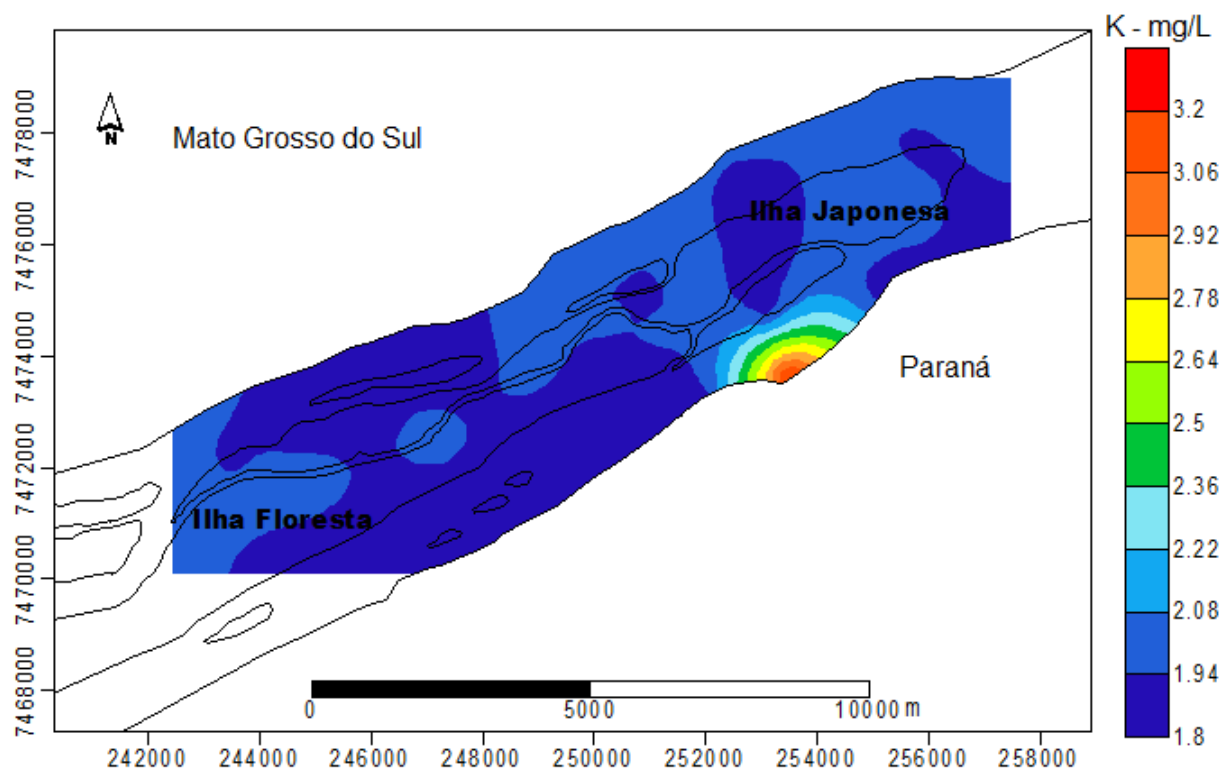
Fonte: o próprio autor

Figura 37 - Concentração de potássio (K) das amostras no período de águas baixas em 2012.



Fonte: o próprio autor

Figura 38 - Concentração de potássio (K) das amostras no período de águas altas em 2013.



Fonte: o próprio autor

6.5.9 Magnésio (Mg)

Os teores de magnésio das amostras apresentaram nas águas baixas uma média de 1,56 mg/L, com mínimo de 0,96 mg/L e máximo de 3,45 mg/L (Gráfico 54 e Figura 39). Nas águas altas, os teores das amostras tiveram média de 1,48 mg/L, mínimo de 1,15 mg/L e máximo de 2,08 mg/L (Gráfico 55 e Figura 40).

Para o magnésio o CONAMA 357/2005 e a Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde não propõe uma concentração específica para águas superficiais.

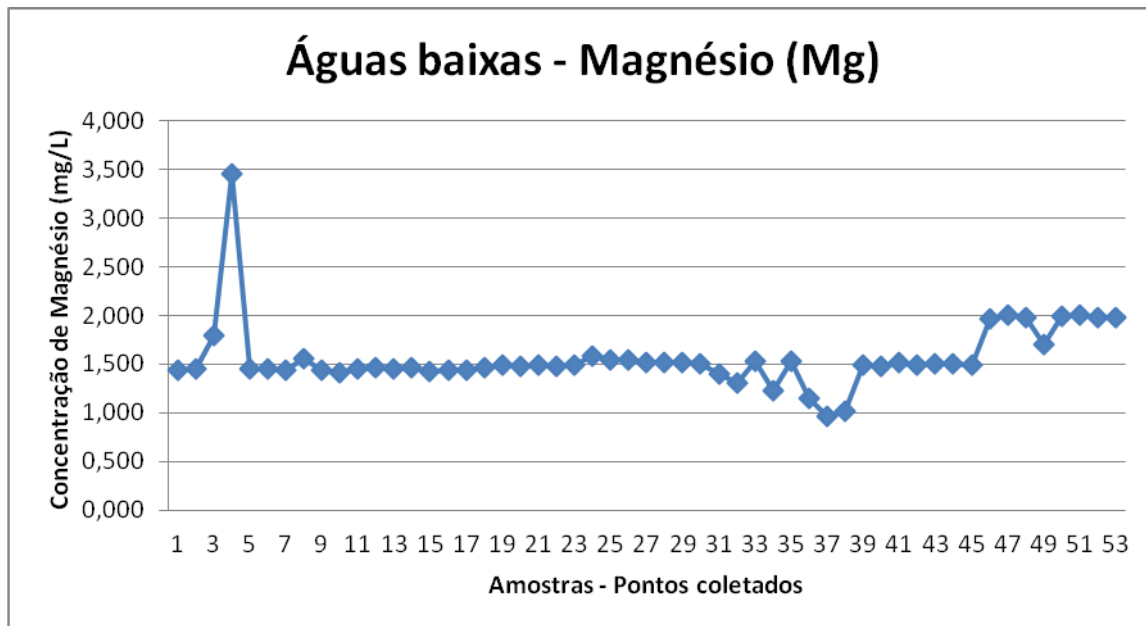
A amostra que apresentou o maior valor de magnésio (amostra 4 com 3,45 mg/L) se localiza em um clube de pesca na ilha Floresta. Também é possível verificar que as maiores concentrações de magnésio encontradas se localizam na margem esquerda do rio (estado do Paraná), com amostras na média de 2,0 mg/L nos dois períodos de coleta.

Percebe-se que há uma concentração maior dos elementos no período da primeira coleta e quando se comparam os dois mapas (Figura 39 e 40), nota-se que as maiores concentrações de magnésio se encontram na margem do Paraná em ambas as coletas. Com um equilíbrio entre os teores em águas baixas e altas.

Zanetti (2009) encontrou valores máximos de 2,71 mg/L, mínima de 0,34 mg/L no período de águas baixas. No período de águas altas a concentração do Magnésio diminuiu e teve uma média de concentração de 0,10 mg/L, exceto na lagoa do Gavião que passou de 0,40 mg/L para 1,07 mg/L.

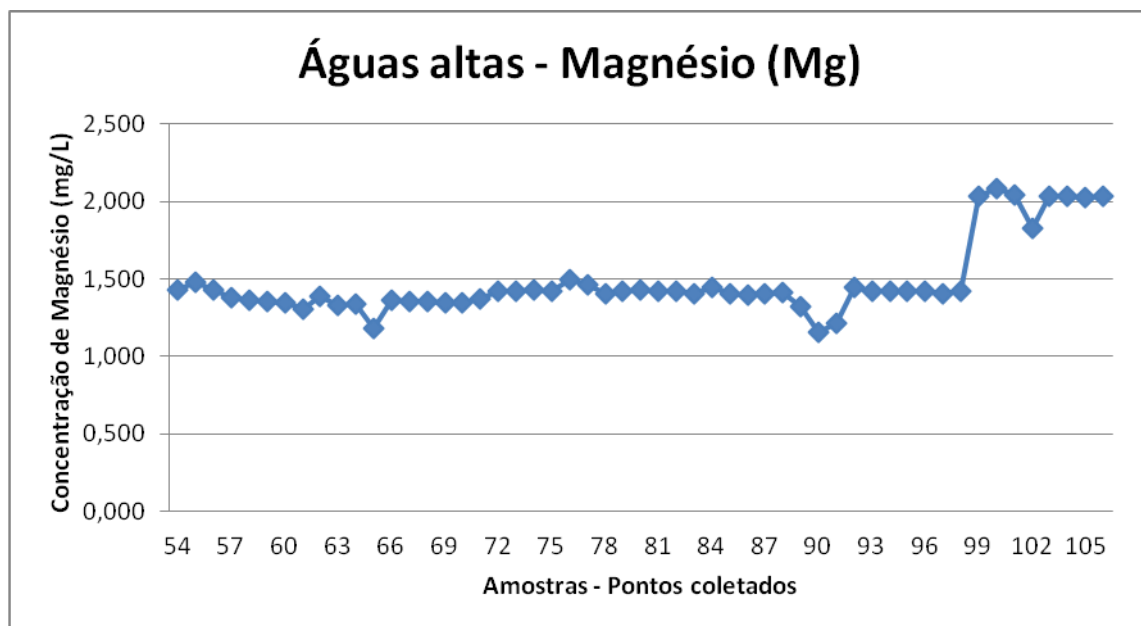
Silva (2013) encontrou valor máximo no período de águas baixas de 2,81 mg/L na Praia da Carioca. No período de águas altas a maior concentração (1,79 mg/L) foi na amostra localizada na Ilha das Pombas. Silva (2013), ainda observou que no período de águas altas a média apresentou uma concentração menor (1,26 mg/L), sendo que este elemento é influenciado pelo aumento do volume de chuvas.

Gráfico 54 - Concentração de magnésio (Mg) das amostras no período de águas baixas em 2012.



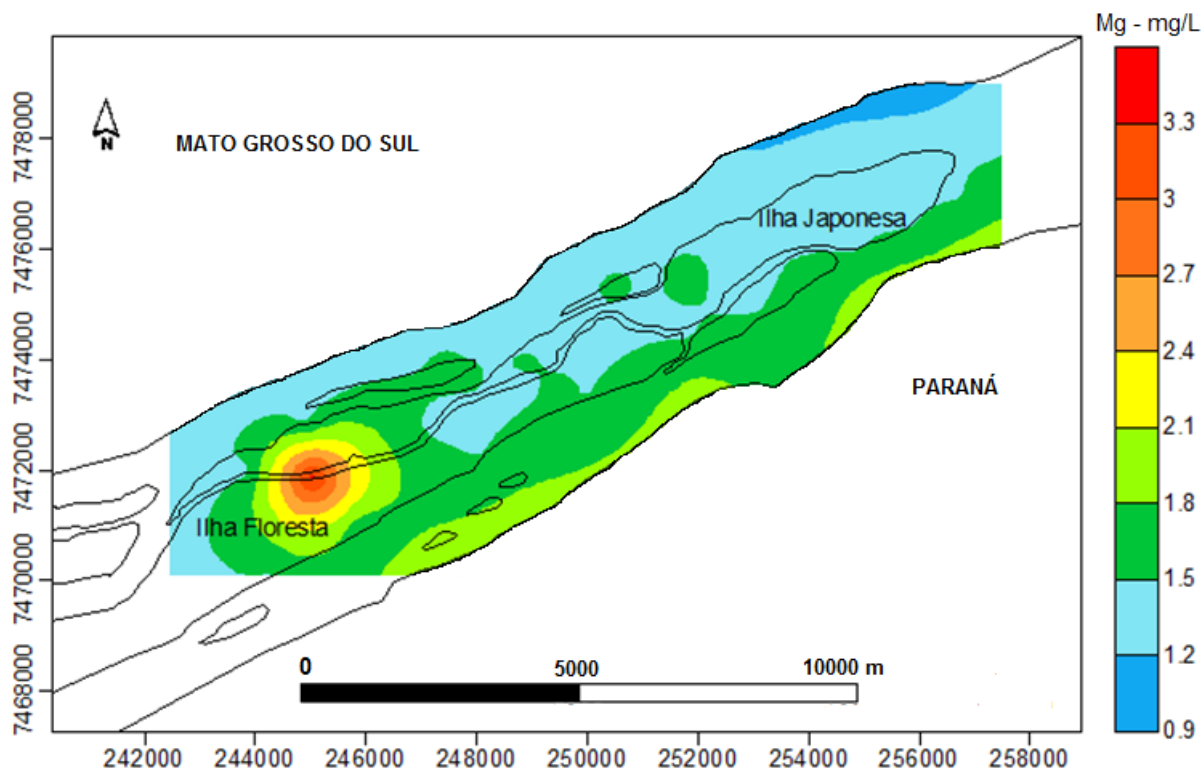
Fonte: o próprio autor

Gráfico 55 - Concentração de magnésio (Mg) das amostras no período de águas altas em 2013.



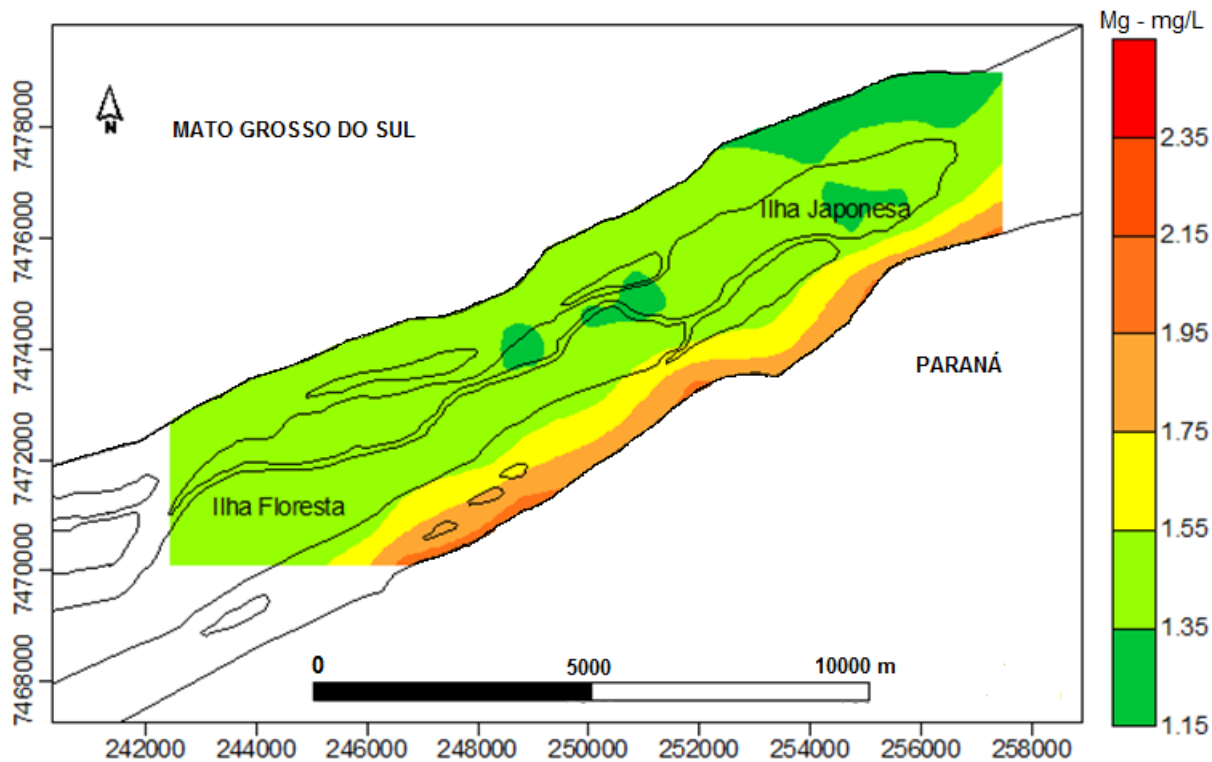
Fonte: o próprio autor

Figura 39 - Concentração de magnésio (Mg) das amostras no período de águas baixas em 2012.



Fonte: o próprio autor

Figura 40 - Concentração de magnésio (Mg) das amostras no período de águas altas em 2013.



Fonte: o próprio autor

6.5.10 Manganês (Mn)

Os teores de manganês, no período de águas baixas, tiveram média de 0,011 mg/L, mínimo de 0,002 mg/L e máximo de 0,144 mg/L (Figura 41 e Gráfico 56). No período de águas altas a média foi de 0,009 mg/L, a mínima foi de 0,001 mg/L e a máxima atingiu 0,226 mg/L (Figura 42 e Gráfico 57).

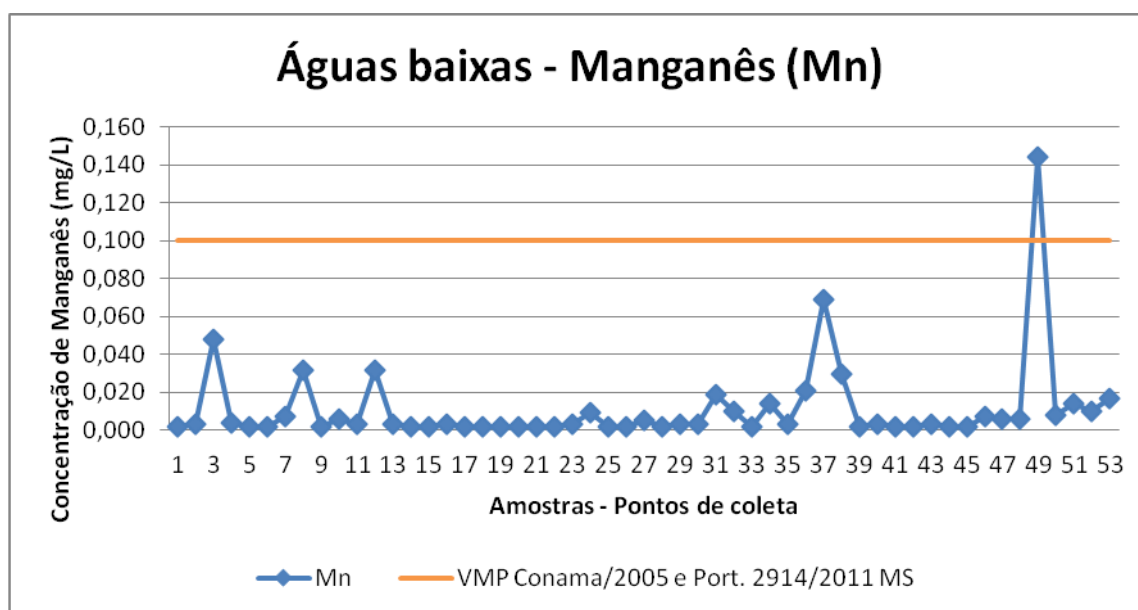
O valor máximo permitido (VMP) de manganês é de 0,1 mg/L, de acordo com a resolução 357 do CONAMA de 2005 e Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde.

É possível verificar que a concentração é maior no período de águas baixas, e que a amostra 49 e a 102 (córrego dos Couros) teve a maior concentração de manganês, no período de águas baixas e de águas altas, porém a concentração atingiu mais do que o dobro do valor máximo permitido (VMP) com 0,226 mg/L no período de águas altas.

Zanetti (2009) encontrou valores de manganês superiores a VMP em lagoas (1,28 mg/L - Lagoa do Sofrimento). No curso do rio Paraná os valores foram inferiores a 0,1 mg/L.

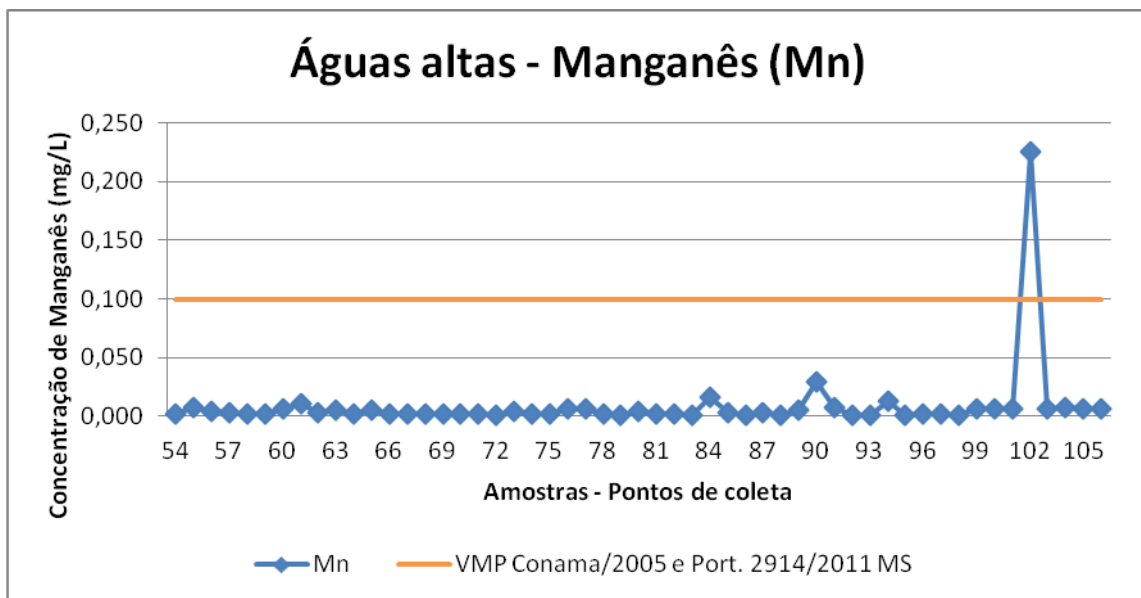
Silva (2013) encontrou valores máximos de 0,028 mg/L na Praia da Carioca no período de águas baixas. Durante o período de cheias as concentrações foram menores variando entre 0,001 a 0,018 mg/L nas Ilhas Chapéu Velho e das Pombas, desta forma, os valores máximos permitidos estavam abaixo do permitido.

Gráfico 56 - Concentração de manganês (Mn) das amostras no período de águas baixas em 2012.



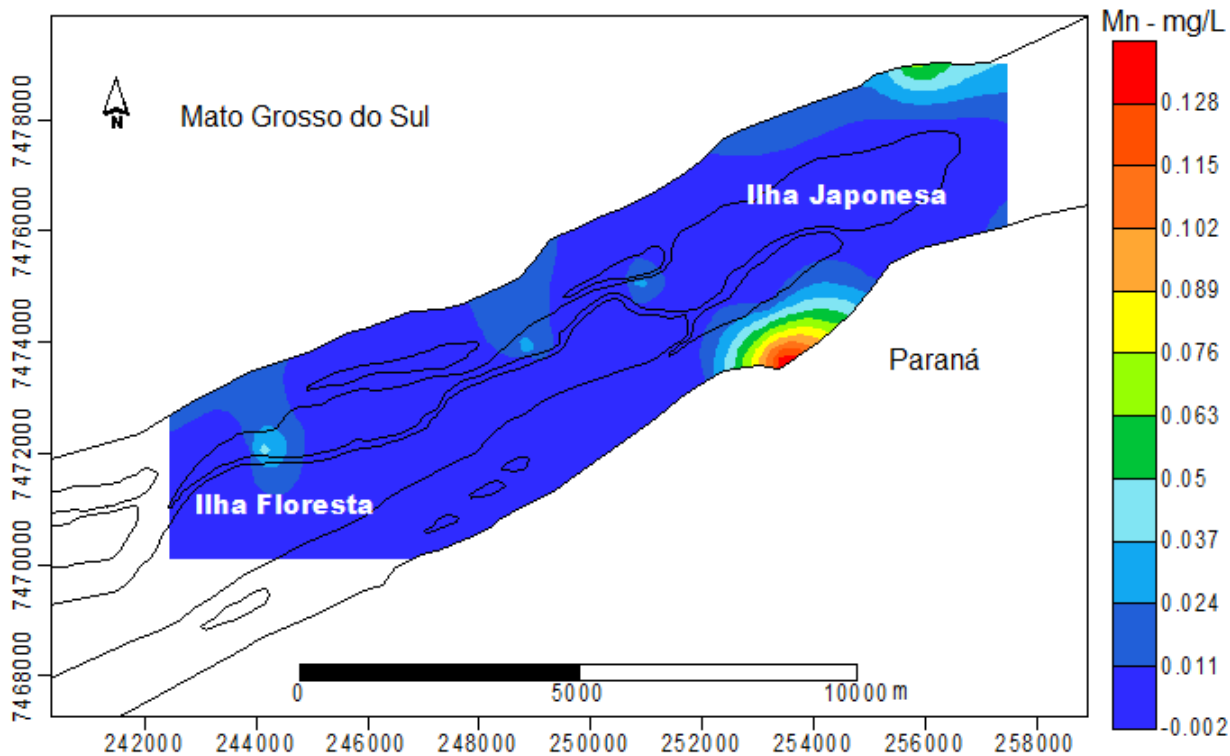
Fonte: o próprio autor

Gráfico 57 - Concentração de manganês (Mn) das amostras no período de águas altas em 2013.



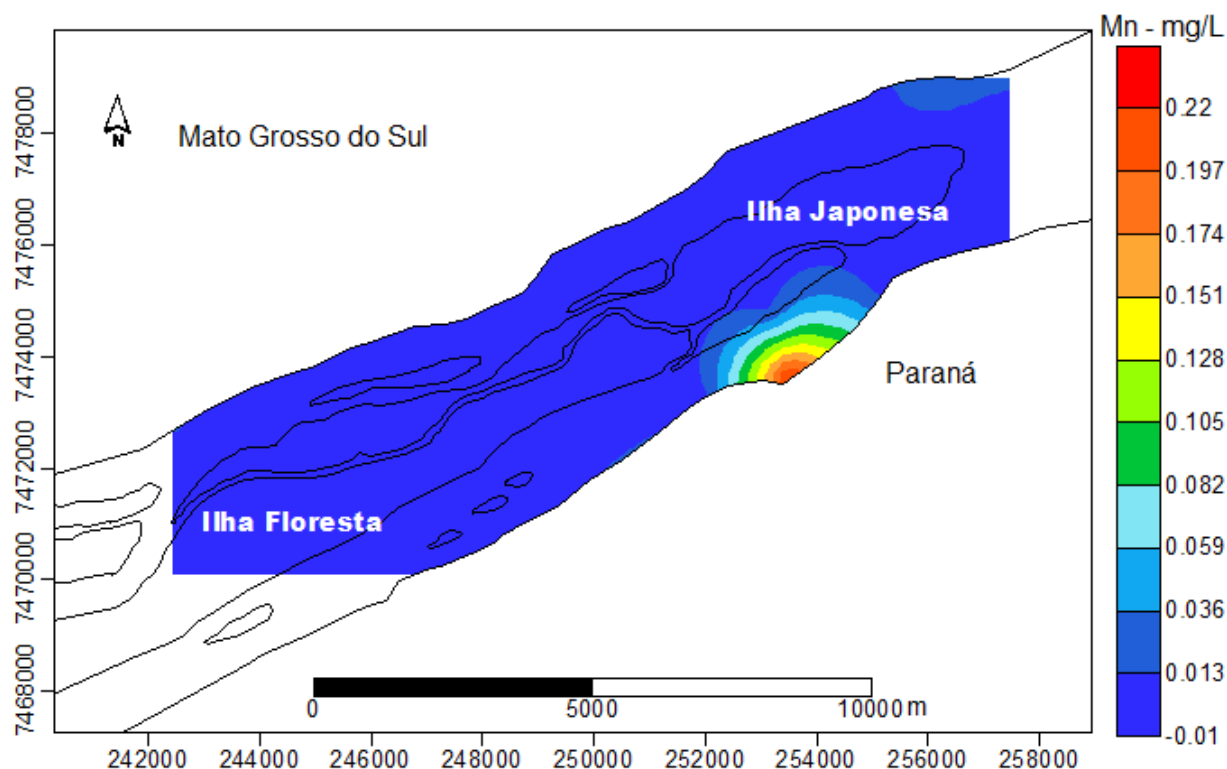
Fonte: o próprio autor

Figura 41 - Concentração de manganês (Mn) das amostras no período de águas baixas em 2012.



Fonte: o próprio autor

Figura 42 - Concentração de manganês (Mn) das amostras no período de águas altas em 2013.



Fonte: o próprio autor

6.5.11 Sódio (Na)

Os teores de Sódio em águas baixas apresentaram média de 3,3 mg/L, mínima de 1,6 mg/L e máxima de 3,6 mg/L (Figura 43 e Gráfico 58). No período de águas altas a média foi de 3,1 mg/L a mínima apresentou 1,8 mg/L e a máxima atingiu 3,3 mg/L (Figura 44 e Gráfico 59).

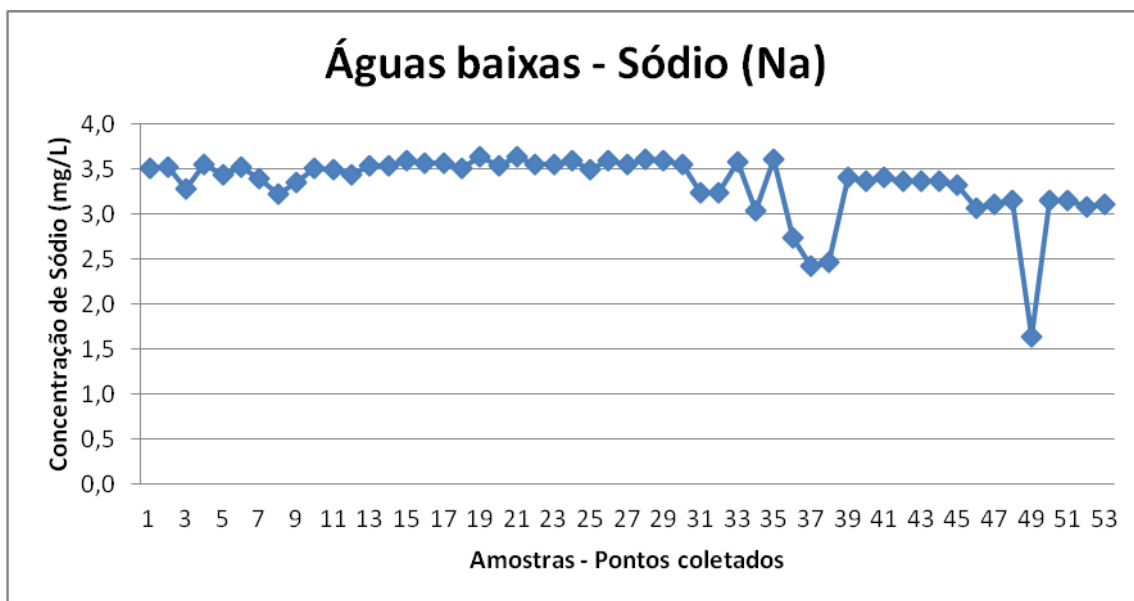
Não há valor máximo permitido (VMP) para o sódio no CONAMA 357/2005. Para a Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde o VMP é de 200 mg/L.

Baixas concentrações de sódio estão localizadas no córrego dos Couros tanto em águas baixas (1,6 mg/L), quanto em águas altas (1,8 mg/L). Já as altas concentrações de sódio se localizam na parte norte da ilha Japonesa com valores de 3,6mg/L. Os gráficos (Gráficos 57 e 58) mostram uma homogeneidade nas concentrações de Sódio em águas baixas e altas.

Zanetti (2009) encontrou altas concentrações de sódio (12,1 Mg/L) no período de águas altas indicando que as chuvas foram responsáveis pelo enriquecimento deste elemento nos rios. Em águas baixas a máxima atingiu 4,18 mg/L.

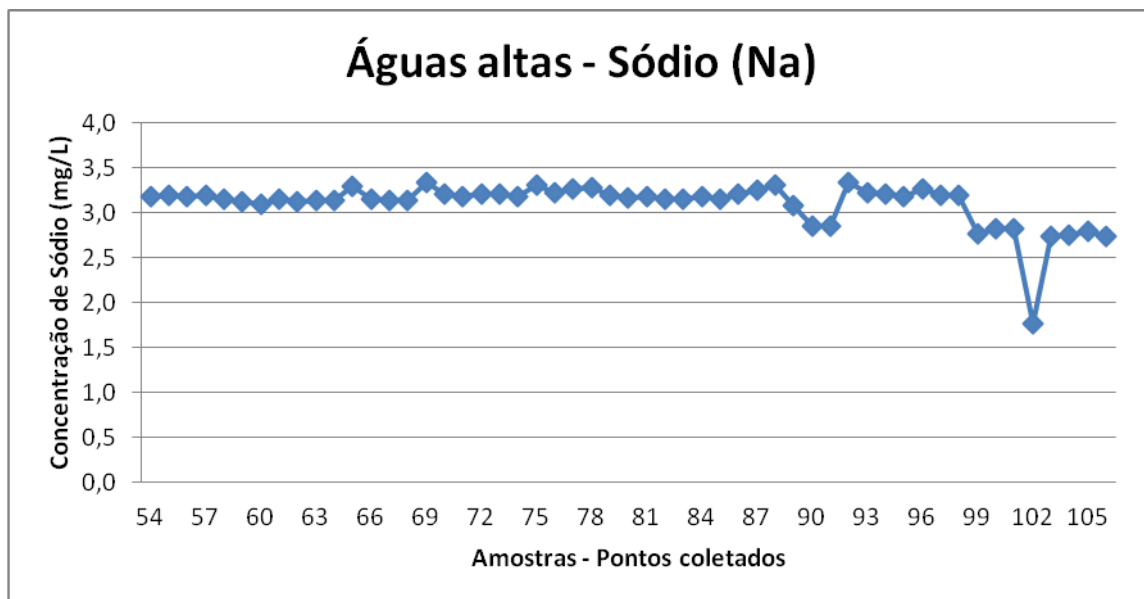
Silva (2013) encontrou máxima de 6,45 mg/L de Sódio na Praia da Carioca em águas baixas. Durante período de águas altas as concentrações variam entre 4,13 mg/L na Ilha 3 e 1,9 mg/L na Ilha Chapéu Velho.

Gráfico 58 - Concentração de sódio (Na) das amostras no período de águas baixas em 2012.



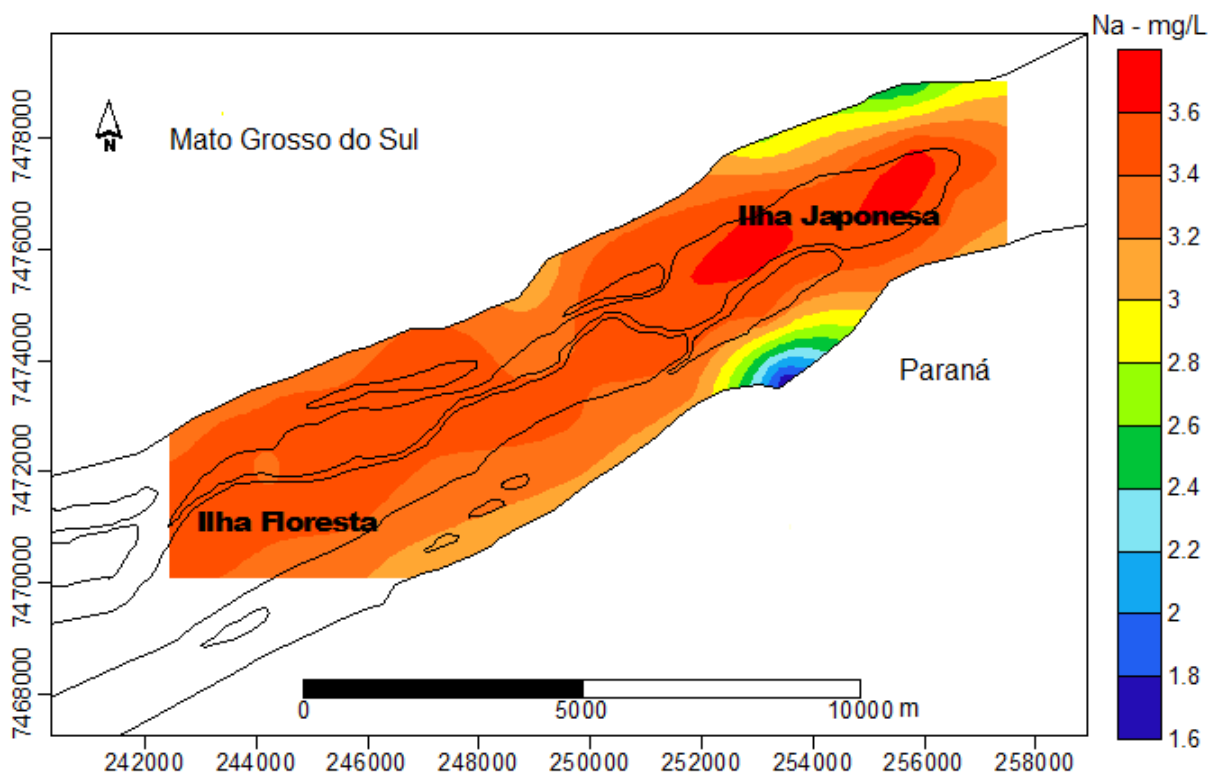
Fonte: o próprio autor

Gráfico 59 - Concentração de sódio (Na) das amostras no período de águas altas em 2013.



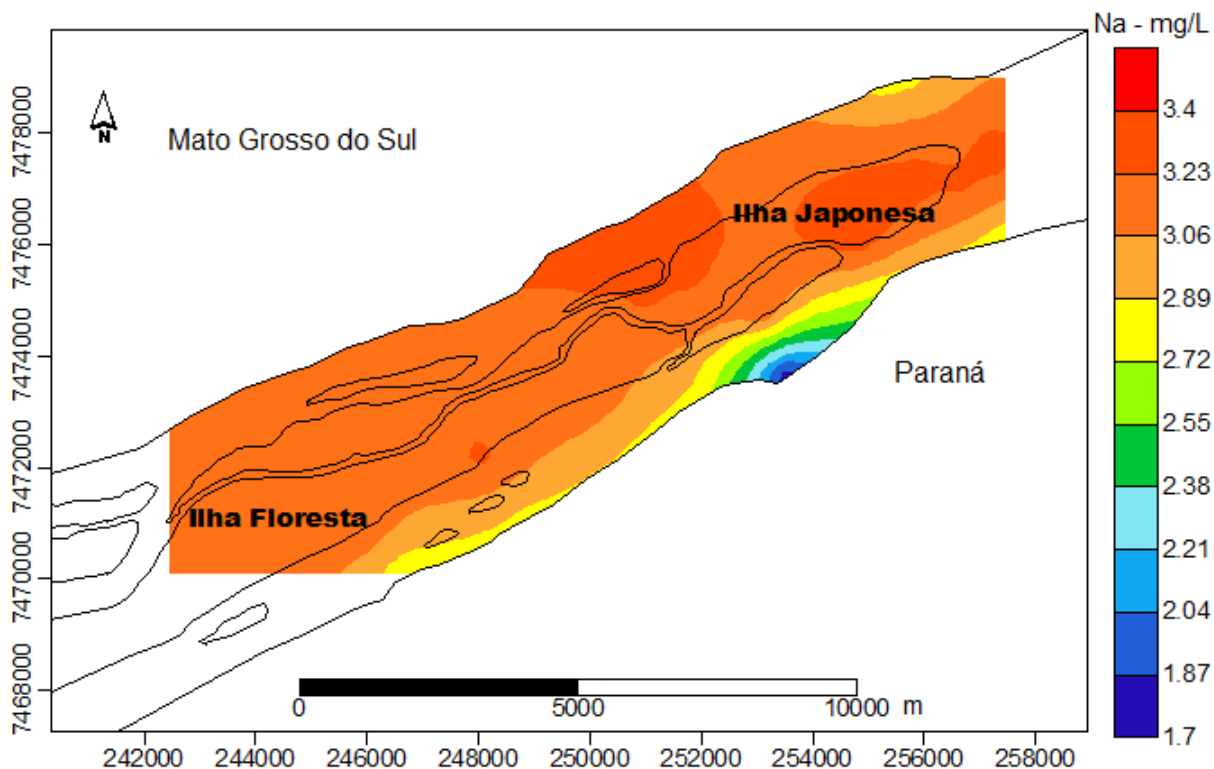
Fonte: o próprio autor

Figura 43 - Concentração de sódio (Na) das amostras no período de águas baixas em 2012.



Fonte: o próprio autor

Figura 44 - Concentração de sódio (Na) das amostras no período de águas altas em 2013.



Fonte: o próprio autor

6.5.12 Silício (Si)

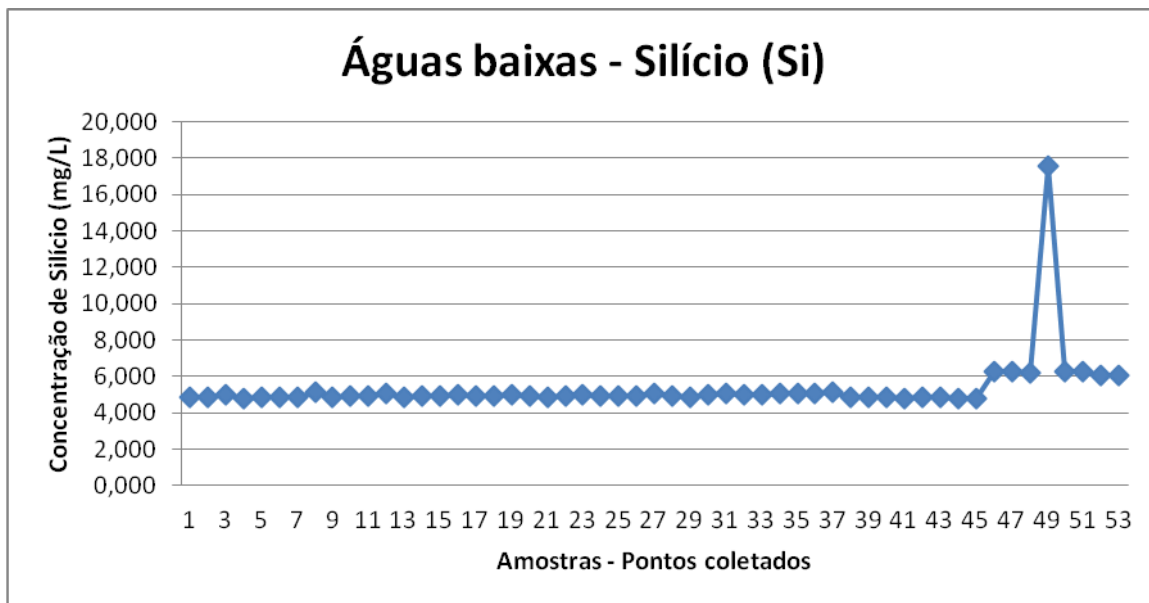
Os teores de silício tiveram nas águas baixas uma média de 5,34 mg/L, mínima de 4,78 mg/L e máxima de 17,60 mg/L (Figura 45 e Gráfico 60). No período de águas altas a média foi de 5,20 mg/L, a mínima foi de 3,717 e a máxima atingiu 18,95 mg/L (Figura 46 e Gráfico 61).

O valor máximo permitido (VMP) não é estipulado pelo CONAMA 357/2005 e nem pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde.

Os altos teores de silício encontrados nas amostras estão presentes próximas do córrego dos Couros (ponto 49) onde atingiram 18,95 mg/L. Os teores de sílica presentes próximos a este córrego podem ser provenientes, principalmente, da decomposição de rochas sedimentares. O restante das amostras não atingiu mais do que 6,30 mg/L de silício.

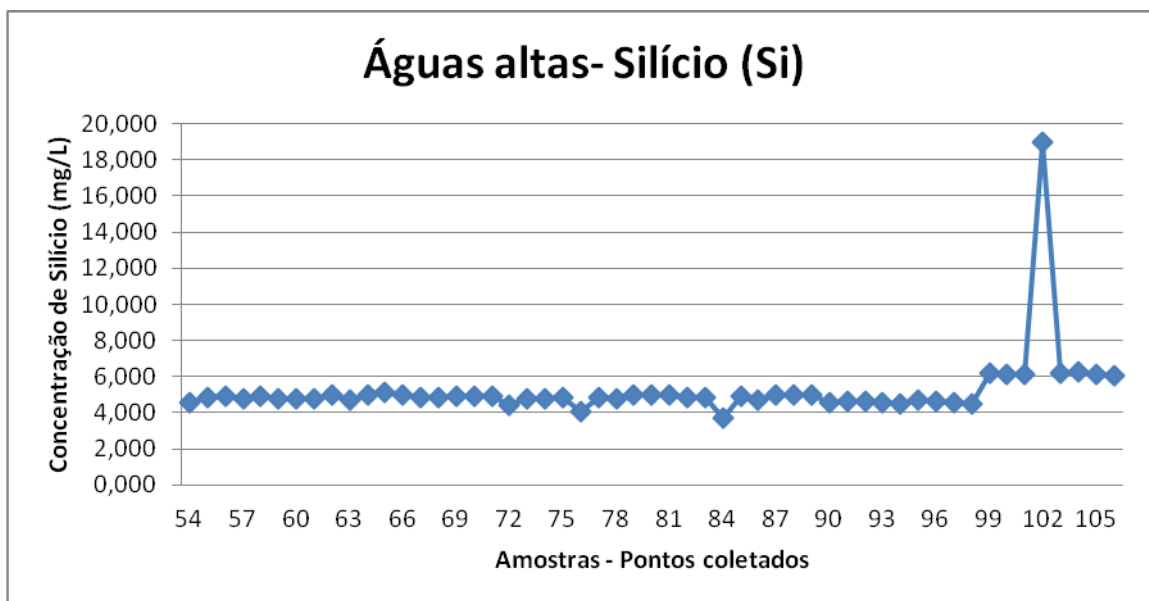
Zanetti (2009) encontrou as maiores concentrações em afluentes do rio Paraná e obteve concentração máxima de 18,06 mg/L, no rio Caracu, margem esquerda do rio Paraná. Silva (2013) encontrou valores que variaram entre 0,017 mg/L e 6,45 mg/L durante os dois períodos.

Gráfico 60 - Concentração de silício (Si) das amostras no período de águas baixas em 2012.



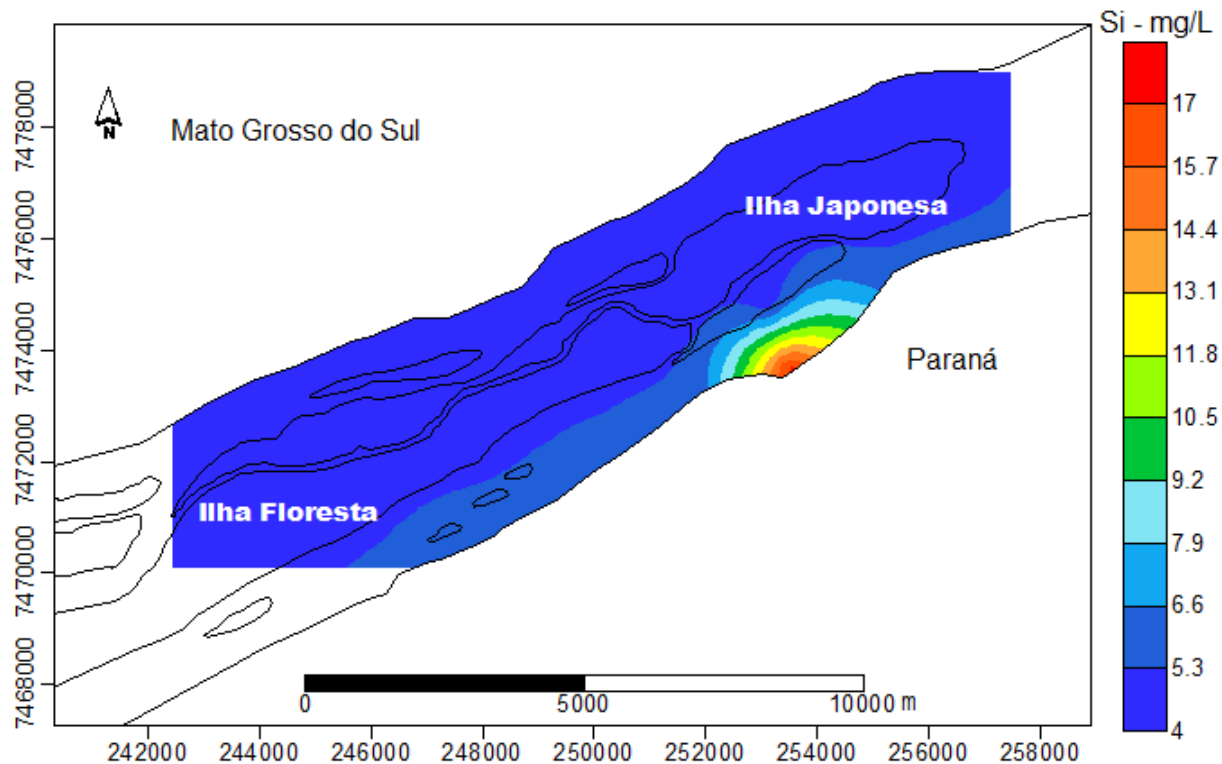
Fonte: o próprio autor

Gráfico 61 - Concentração de silício (Si) das amostras no período de águas altas em 2013.



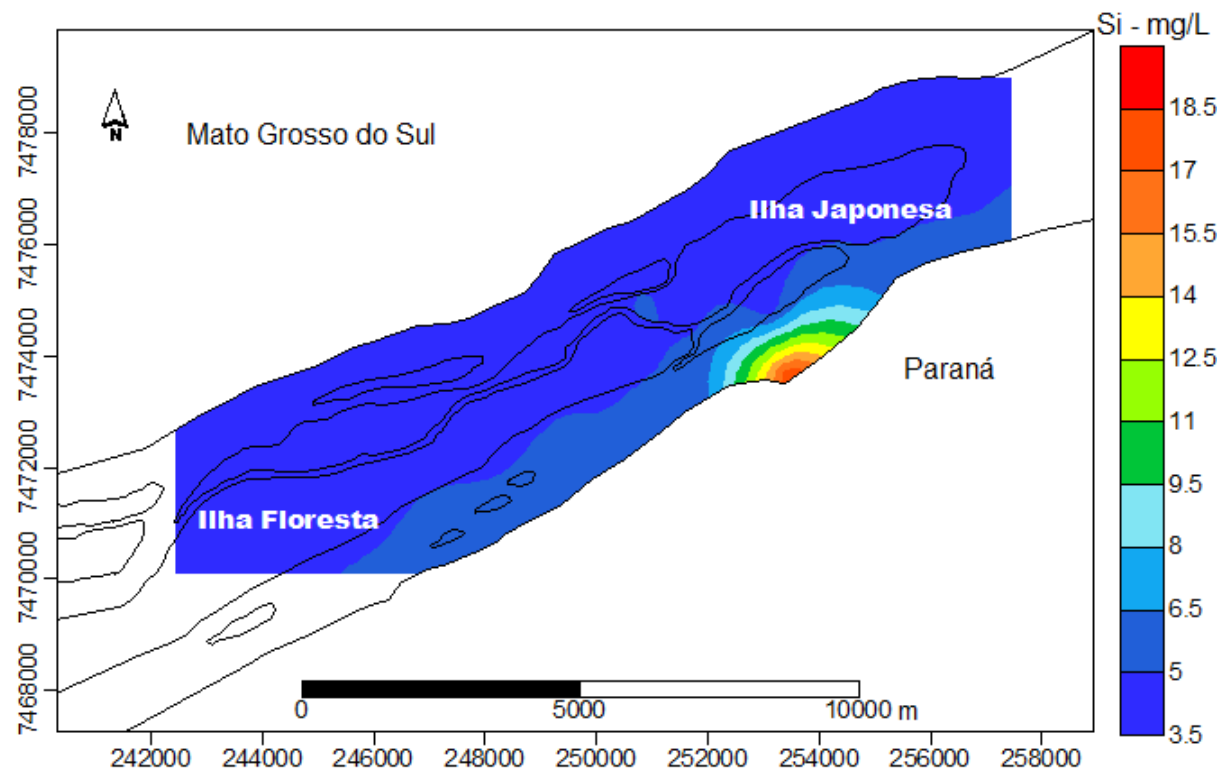
Fonte: o próprio autor

Figura 45 - Concentração de silício (Si) das amostras no período de águas baixas em 2012.



Fonte: o próprio autor

Figura 46 - Concentração de silício (Si) das amostras no período de águas altas em 2013.



Fonte: o próprio autor

6.5.13 Zinco (Zn)

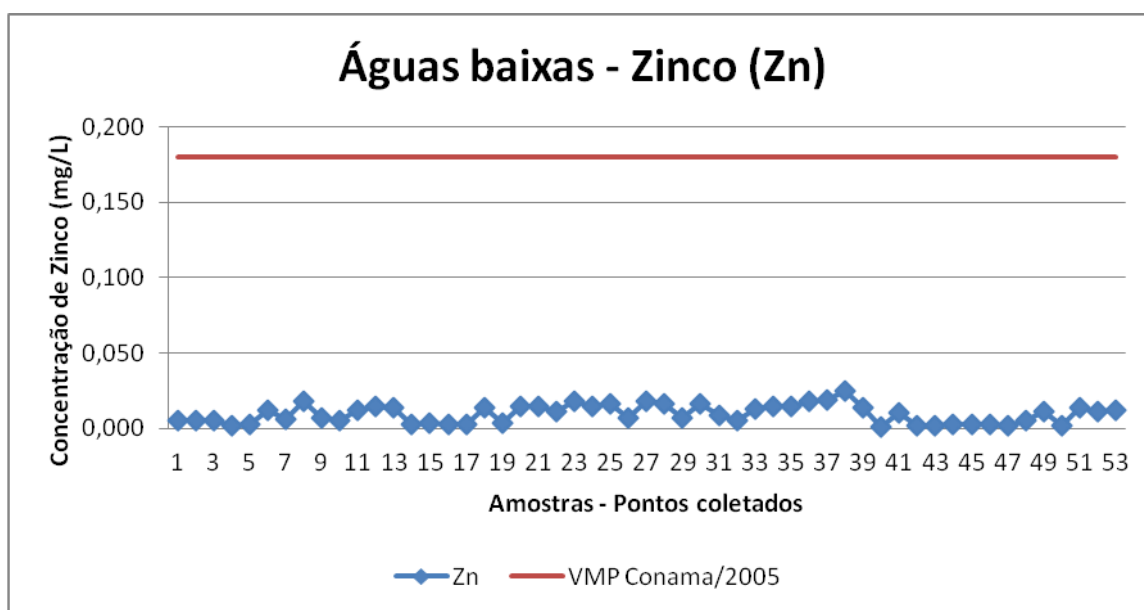
O teor de zinco no período de águas baixas apresentou valor médio de 0,010 mg/L, mínima de 0,001 mg/L e máxima de 0,025 mg/L (Figura 47 e Gráfico 62). No período de águas altas a média foi de 0,005 mg/L, a mínima foi de 0,001 mg/L e a máxima foi de 0,016 mg/L (Figura 48 e Gráfico 63).

O CONAMA 357/2005 determina que o valor máximo de zinco não ultrapasse 0,18 mg/L e a Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde determina VMP de 5 mg/L. Nenhuma amostra ultrapassou o limite estabelecido na legislação em nenhum dos períodos de águas altas e baixas.

Zanetti (2009) no período de águas baixas encontrou três picos de maiores concentrações de zinco: no ressaco do Leopoldo (0,297 mg/L), no ressaco do Vardo (0,427 mg/L) e na lagoa do Gavião (0,36 mg/L). No período de águas altas houve diluição do zinco em todas as amostras da área de estudo.

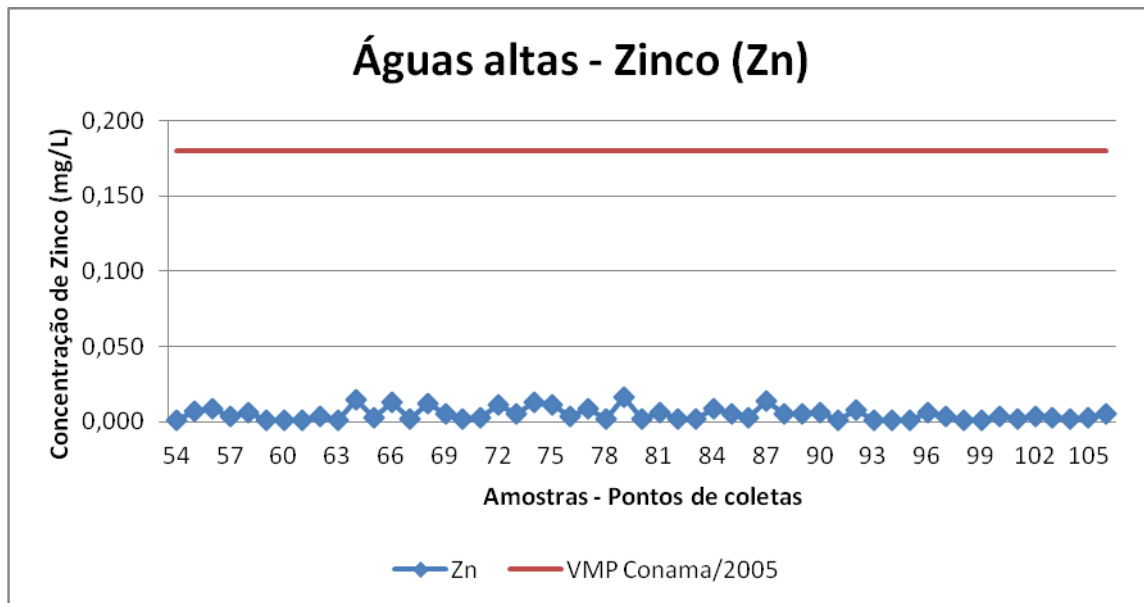
Silva (2013) encontrou no período de águas baixas 0,050 mg/L na Ilha Carioca. No período de águas altas a amostra com maior concentração atingiu 0,092 mg/L na Praia da Carioca. Silva (2013) ainda comenta que nos dois períodos não houve grande diferencial na concentração, apenas as coletas do período de cheias mostram-se pouco acima do período de seca, porém não são valores acima da legislação.

Gráfico 62 - Concentração de zinco (Zn) das amostras no período de águas baixas em 2012.



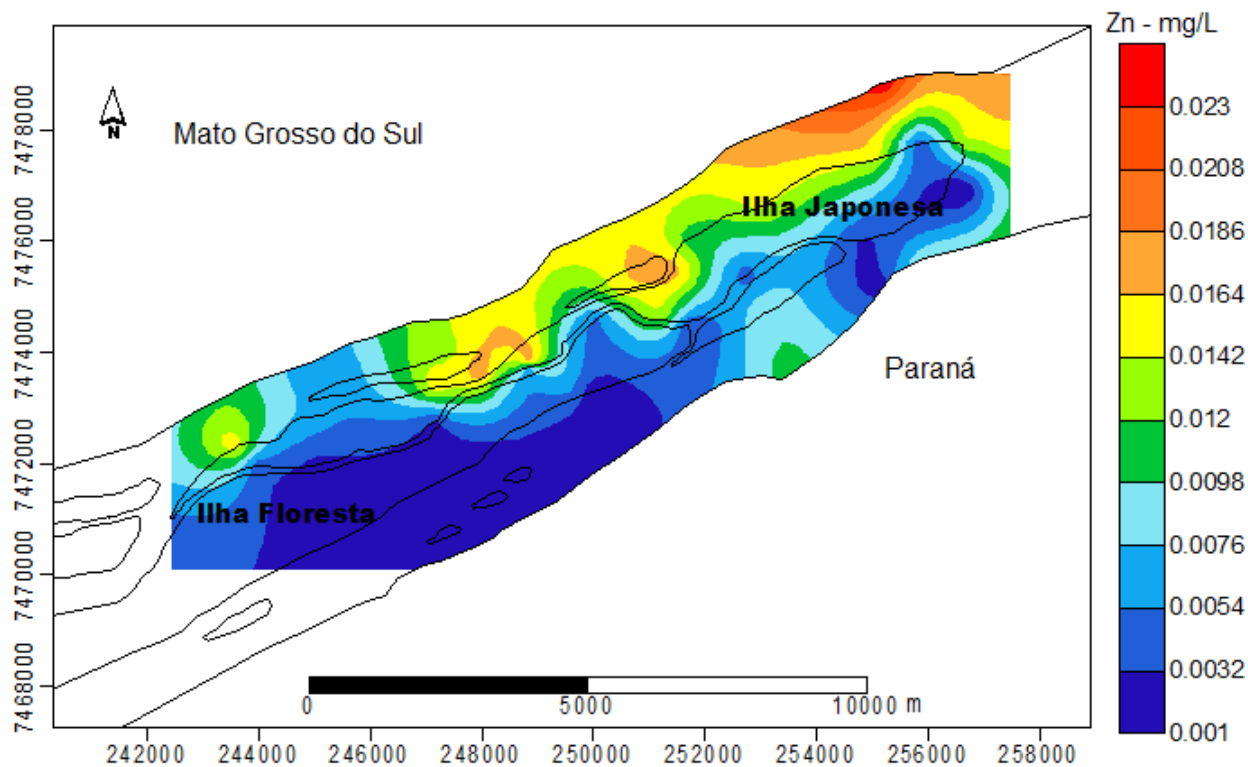
Fonte: o próprio autor

Gráfico 63 - Concentração de zinco (Zn) das amostras no período de águas altas em 2013.



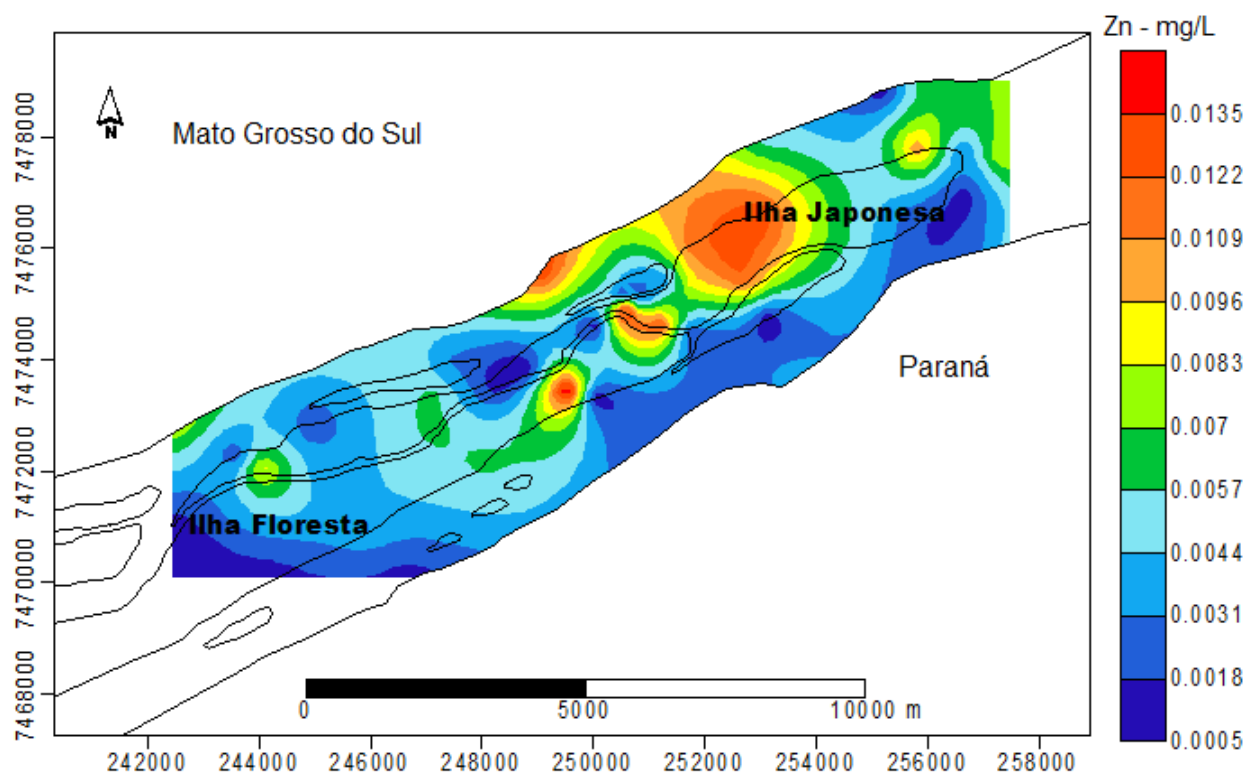
Fonte: o próprio autor

Figura 47 - Concentração de zinco (Zn) das amostras no período de águas baixas em 2012.



Fonte: o próprio autor

Figura 48 - Concentração de zinco (Zn) das amostras no período de águas altas em 2013.



Fonte: o próprio autor

6.5.14 Riscos ambientais dos dados hidrogeoquímicos

Entre os elementos químicos analisados das amostras coletadas, alguns apresentaram concentrações acima do máximo permitido pela Resolução CONAMA 357/2005, a saber: alumínio, cobre, ferro, fósforo e manganês (Tabela 9).

Tabela 9- Amostras dos elementos químicos que tiveram constância local e temporal

Autores	Elementos químicos acima do VMP segundo Conama 357/2005							
Zanetti (2009)	Al	Fe	Mn	Cd	Pb	–	–	Zn
Silva (2013)	Al	Fe	–	Cd	Pb	Cu	P	–
Presente trabalho	Al	Fe	Mn	–	–	Cu	P	–

Fonte: o próprio autor

O alumínio apresentou concentrações acima do VMP no período de águas altas e próximas de uma casa de moradores na ilha Japonesa e em áreas de deposição de sedimentos na ilha Japonesa, conhecidas como “prainhas”, além de ressacos na margem do Mato Grosso do Sul.

O cobre também apresentou concentrações acima do VMP no período de águas altas em um clube de pescadores na ilha Japonesa e em “prainhas” com deposição de sedimentos, ambos na ilha Japonesa.

O ferro teve em águas baixas e altas VMP acima do permitido. No período de águas baixas as amostras que excederam o VMP se localizaram em ressacos, na margem direita do rio (estado do Mato Grosso do Sul) e no córrego dos Couros (estado do Paraná) margem esquerda do rio. No período de águas altas as amostras que ficaram acima do VMP se localizaram somente nos ressacos.

O fósforo apresentou concentrações acima do VMP em águas baixas e altas. A alta concentração se localizava próxima do córrego dos Couros, na margem esquerda do rio (estado do Paraná). Seu curso percorre plantações e moradias rurais, assim essas concentrações podem estar ligadas ao uso de fertilizantes e da descarga de esgotos.

O manganês teve concentrações acima do VMP em águas baixas e altas. Essas amostras foram localizadas no córrego dos Couros. A alta concentração no córrego pode ter correlação com a erosão dos solos, advinda das propriedades rurais onde o córrego percorre.

Além disso, Zanetti (2009) obteve concentrações acima do VMP em seis elementos: alumínio (Al), cádmio (Cd), chumbo (Pb), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn). Silva (2013) também obteve seis elementos acima do VMP: alumínio (Al), cádmio (Cd), chumbo (Pb), cobre (Cu), ferro (Fe) e fósforo (P). Desta forma, os elementos que tiveram uma constância temporal e local de concentrações excessivas nas pesquisas realizadas por Zanetti (2009) e Silva (2013) foram o alumínio (Al), cádmio (Cd), chumbo (Pb) e ferro (Fe).

Os elementos que tiveram constância temporal e local na pesquisa realizada por Zanetti (2009) e Silva (2013) foram o alumínio (Al), o ferro (Fe), Cádmio (Cd), Chumbo (Pb). Nestas pesquisas foram constatadas VMP acima do permitido pelo CONAMA 357/2005.

Além disso, também ficou constatada a existência e constância local nas ilhas Japonesa e Floresta do cobre (Cu) e do fósforo (P) ao se comparar com a pesquisa realizada por Silva (2013) e com manganês (Mn) ao se comparar com a pesquisa realizada por Zanetti (2009).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As interações entre a saúde humana e o ambiente são muito complexas e difíceis de avaliar, porém com o avanço da Geografia da Saúde, correlacionadas com causas ambientais, elas se mostram cada vez mais evidentes.

O levantamento dos dados de saúde entre os anos de 2001 a 2011 apresentou um quadro geral de oito grupos de óbitos do Código Internacional de Doenças nos municípios limieiros do Alto Rio Paraná, a saber, Marilena/PR, São Pedro do Paraná/PR, Porto Rico/PR, Querência do Norte/PR, Batayporã/MS, Taquarassu/MS e Naviraí/MS.

Avaliando os municípios limieiros, verificou-se que os óbitos do grupo de doenças do aparelho circulatório apresentaram os maiores índices, e o município que possui a maior porcentagem de óbitos por doença circulatória foi Taquarassu/MS (41,1%) sendo a porcentagem do Brasil de 28,5%, do Paraná de 32,2% e do Mato Grosso do Sul de 31,5%. Os outros municípios limieiros tiveram porcentagem entre 29,6% a 38,9%, destacando que todos apresentaram porcentagens acima do Brasil (28,5%). Por outro lado, o município de Naviraí/MS (29,6%) ficou abaixo da porcentagem do Paraná (31,2%) e do Mato Grosso do Sul (31,5%).

Os óbitos do grupo de doenças por neoplasia ocorreram com maior frequência no estado do Paraná que possui 16,9% de óbitos, sendo São Pedro do Paraná/PR (16,6%), o município limieiro com a maior porcentagem por neoplasia. A porcentagem do Brasil foi de 14,7% e do Mato Grosso do Sul foi de 14,9%.

Os óbitos por neoplasia que junto com os óbitos por doenças circulatórias apresentaram mais da metade dos óbitos (50%) nos municípios limieiros do Alto Rio Paraná indicando um aumento dos óbitos causados por doenças crônico-degenerativas, principalmente problemas cardiovasculares e câncer.

No grupo de doenças do aparelho respiratório, o município que apresenta a maior porcentagem de óbitos é São Pedro do Paraná/PR (12,7%). Os outros municípios limieiros, ficaram com porcentagem entre 7,2% a 9,8%. A porcentagem do Brasil foi de 10%, do Paraná foi de 10,4% e do Mato Grosso do Sul foi de 9,9%.

No grupo das doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas, o município com maior porcentagem de óbitos foi Porto Rico (10,8%). Neste grupo apenas um município (Taquarassu/MS – 5,1%) não ficou acima das porcentagens estaduais (PR – 5,3% e MS – 6,2%) e do Brasil (5,6%).

O grupo de doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas chama a atenção quando se comparar com as médias estaduais (PR e MS) e com a média do Brasil. Somente um dos municípios lindeiros ficou abaixo da porcentagem nacional.

O grupo de doenças do aparelho digestivo, infecciosas e parasitárias e do sistema nervoso possuem menores porcentagens de óbitos com relação ao grupo de doenças verificadas e com relação à média do Brasil e dos estados do Paraná e do Mato Grosso do Sul.

Nas análises dos dados de precipitação é importante destacar a sazonalidade do Alto Rio Paraná, onde ele se apresenta com períodos de águas baixas e altas. Em novembro de 2012 (águas baixas) houve um acúmulo de chuva de 52,8 mm, e no período de coleta não houve nenhum registro de precipitação. Em março de 2013 (águas altas) houve um acúmulo de chuva de 138 mm e no período de coleta choveu 5,7 mm (no primeiro dia de coleta). De forma geral, é possível indicar que os elementos químicos tiveram uma menor concentração no período de águas altas, porém, isso não significa que todos os elementos se concentraram neste período, pois outros fatores influenciam na sua mobilidade, como pH, matéria orgânica, minerais argilosos.

Entre os parâmetros físico-químicos analisados, a temperatura das amostras ficou entre 25,6 °C e 32 °C no período de águas baixas. As amostras no período de águas altas ficaram entre 24 °C e 29 °C. Essas temperaturas podem influenciar em algumas substâncias químicas e relacionar-se com o pH de forma positiva.

O pH nos períodos de águas baixas apresentou valores entre 4,8 a 9,3. Os valores inferiores a 6 foram encontrados em ressacos, e isso pode estar relacionado a maiores concentrações de matéria orgânica. No período de águas altas as amostras se encontraram dentro padrões estabelecidos pelo CONAMA 357/2005.

A condutividade elétrica, no período de águas baixas, apresentou média de 33 uS/cm e no período de águas altas a média foi de 54 uS/cm. O valor superior encontrado no período de águas altas pode estar relacionado com a precipitação ocorrida no período da coleta das amostras.

Entre os elementos químicos que ficaram acima do VMP (CONAMA 357/2005) nesta pesquisa foram: alumínio, cobre, ferro, fósforo e manganês. Na pesquisa realizada por Zanetti (2009) os elementos que ficaram acima do VMP foram: alumínio, ferro, manganês, cádmio, chumbo e zinco e na pesquisa realizada por Silva (2013) os elementos acima do VMP foram: alumínio, ferro, cádmio, chumbo, cobre e chumbo.

Portanto, o risco a saúde ambiental para a população dos municípios lindeiros do Alto Rio Paraná está ligado aos elementos químicos Alumínio (Al) e Ferro (Fe),

Manganês (Mn), Cádmio (Cd), Chumbo (Pb), Cobre (Cu), Fósforo (P) onde foram constatadas a sua presença neste trabalho e em pesquisas anteriores (ZANETTI, 2009 e SILVA, 2013).

O alumínio está ligado a doenças do sistema nervoso, como o Alzheimer e o ferro está ligado as doenças do sistema circulatório, afetando a corrente sanguínea e também o coração. Os elementos cádmio (Cd), chumbo (Pb), cobre (Cu), fósforo (P) e manganês (Mn) também podem apresentar risco a saúde ambiental para a população dos municípios limdeiros, pois foram encontradas em pelo menos duas das três pesquisas realizadas no Alto Rio Paraná. Cádmio e chumbo são metais perigosos. Os dois elementos estão ligados a doenças do aparelho digestivo e podem danificar fígado e rins. O chumbo ainda pode paralisar as articulações e provocar o desenvolvimento de câncer. O cobre está ligado a febre, náuseas e diarreia. O fósforo está ligado às doenças do sistema nervoso central e o manganês também está relacionado com distúrbios neurológicos, como Mal de Parkinson.

O zinco (Zn) encontrado acima do VMP somente na pesquisa realizada por Zanetti (2009) também é um forte indício de risco ambiental, pois pode ocorrer de forma cíclica e deve ser investigado futuramente. O zinco está relacionado a problemas com tosse, febre, náusea e vômitos.

A presença de elementos químicos acima dos VMP presente nos rios, também pode ser influenciada pela dinâmica das barragens das usinas hidrelétricas construídas no rio Paraná e nos seus afluentes, assim como pela dinâmica hidroclimática que pode lixiviar constituintes químicos dos solos para os rios. Outro fator que pode estar diretamente ligado aos excessivos VMP é a ação antrópica através de descarga de esgotos e do uso indiscriminado de agrotóxicos.

REFERÊNCIAS

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

ÁGUAS PARANÁ, **Sistema de informação hidrológica.** Disponível em: <http://www.aguasparana.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=264>. Acesso em: 20 jan. 2014.

ALIEVI, A. A. **O Consumo de Água Subterrânea do Aquífero Serra Geral na Regional de Saúde de Londrina (PR) e Implicações a Saúde Coletiva: Uma Discussão da Geografia da Saúde Apoiada na Hidrogeoquímica.** Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual de Londrina, 2012.

ALMEIDA, L. Q. **Riscos Ambientais e vulnerabilidades nas cidades brasileiras: Conceitos, metodologias e aplicações.** São Paulo – SP: Cultura Acadêmica, 2012.

ALVAREZ R. et al. Geochemical assessment of an arsenic mine adjacent to a water reservoir (León, Spain). **Environmental Geology**, v. 50, p. 873–884, 2006.

ANA. Agência Nacional de Água. **Dados Hidrológicos.** Disponível em: <<http://www.ana.gov.br.htm> >. Acesso em: 20 out. 2013.

ARAUJO, P.R. **Interação Hidrogeoquímica e geografia da saúde na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia, zona Norte de Londrina, PR.** (Dissertação de Mestrado), Londrina, 2006.

ARAÚJO, P. R.; PINESE, J. P. P. **Anomalias na distribuição geográfica dos dados de saúde da bacia hidrográfica do Ribeirão Lindóia, zona norte do município de Londrina/PR Anomalies dans la distribution géographique des données de santé du bassin hydrographique de Ribeirão Lindóia, zone nord de la municipalité de Londrina/PR Anomalies in geographic distribution of health data of Ribeirão Lindóia basin, northern zone of Londrina city.** Confins (Paris), p. 1-8174-18, 2013.

ARAUJO, P. R. e PINESE, J. P. P. Geoambientes, elementos químicos e saúde humana. In: YAMAKI, H; PINESE, J. P. P; ASARI, A. Y; BARROS, M. V. **Geografia e Meio Ambiente: Reflexões e Proposições.** Londrina: Midiograf II: Edições Humanidades, 2006.

AZEVEDO, J. C. R. **Estudo biogeoquímico na lagoa dos Patos – MS, habitat da Planície de Inundação do Alto Rio Paraná, Brasil** (Tese Doutorado)- Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2005, p.31-58.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**, 10 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

BALESTRINI, R. S. **Análise fitossociológica da Ilha Carioca, Alto Rio Paraná, utilizando o método de parcelas e pirâmide de vegetação.** Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Londrina – UEL, Londrina, 2012.

BALDO, M. C. **Variabilidade Pluviométrica e a Dinâmica Atmosférica na Bacia do Rio Ivaí – PR.** Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho/UNESP, Presidente Prudente, 2006.

BARCELLOS, Christovam ; MACHADO, J. H. M. . A Organização Espacial Condiciona As Relações Entre Ambiente e Saúde: O Exemplo da Exposição Ao Mercúrio em Uma Fábrica de Lâmpadas Fluorescentes. **Ciência & Saúde Coletiva**, RIO DE JANEIRO, v. 3, n.2, p. 103-113, 1998.

BARRETO, S. R.G. **Estudos da variabilidade temporal dos parâmetros físicoquímicos e dos metais na caracterização de uma lagoa na planície de inundação do alto rio Paraná** (Tese Doutorado), Maringá, p. 23-66. 2001.

BERTRAND, Georges. BERTRAND, Claude. **Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades.** Maringá: Ed. Massoni, 2009.

BORGES, C. Z., **Erosão Marginal no Rio Paraná após a conclusão do reservatório da UHE Engº. Sergio Motta (Porto Primavera), à jusante da barragem.** Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 2004.

BRANCO, S. M. Água, Meio Ambiente e Saúde. In: REBOUÇAS, A. C; BRAGA, B; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil.** São Paulo: Ed. Escrituras, 1999.

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 jul. 2013.

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 jul. 2013.

BRILHANTE, O.M. e CALDAS, L.Q.A. **Gestão e Avaliação de Risco em Saúde Ambiental**, Fundação Oswaldo Cruz – FIOCRUZ,. Rio de Janeiro, Brasil, 1999.

CAMPOS, J. B e SOUZA, M.C. Vegetação, In: VAZZOLER, A E. A. M; AGOSTINHO, Â A; HAHN, N S. **A Planície de Inundação do Alto Rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos.** Maringá: UEM, 1997.

CASTRO, P. H. **Caracterização e mapeamento em escala 1:100.000 dos solos das ilhas Mutum e Porto Rico, Alto Rio Paraná, PR/MS**. Dissertação (Mestrado em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento). Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2012.

CORTECCI, Gianni. **Geologia e saúde**. Bologna: Università degli Studi di Bologna - Dipartimento di Scienze della Terra e Geologico-Ambientale. Trad. de Wilson Scarpelli. 2006. p. 05, 17 Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/geosaude.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2013.

CORREA, Geraldo T.; SOUZA FILHO, Edvard E. **Avaliação dos processos de erosão marginal no Arquipélago Floresta Japonesa (ALTO RIO PARANÁ)** Geografia (Londrina) v. 18, n. 2, 2009. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/>. Acesso em: 22 abr. 2013.

DAHI, E. **Water Supply in Developing Countries: Problems and Solutions**. Lyngby: Ed. Technical, University of Denmark, 1992.

DISSANAYAKE, C. B.; CHANDRAJITH, R. **Introduction to Medical Geology**. Springer eBooks. 2009.

DATASUS. **Banco de dados do Ministério da Saúde**. Disponível em: <<http://www.datasus.gov.br>>. Acesso em 12 set. 2013.

DUARTE, D. A. B. G.; PINESE J.P.P. Mapeamento do uso e ocupação do solo e contextualização geográfica do meio físico da ilha Japonesa, Alto Rio Paraná (PR). Simpósio Paranaense de Pós Graduação e Pesquisa em Geografia - SIMPGEO. **Anais**. Guarapuava: 2012, p. 2348 – 2363.

DWORKIN S.I. The hydrogeochemistry of the Lake Waco drainage basin, Texas. **Environmental Geology**, v. 45, p. 106-114, 2003.

DREW, David. **Processos interativos homem meio ambiente**. Coordenação editorial de. Antônio Cristofolletti – 3ª Ed., Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1998.

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, L. A., CASTRO, A. B., BASILICI, G. Seismites in continental sand sea deposits of the Late Cretaceous Caiuá Desert, Bauru Basin, Brazil. **Sedimentary Geology**, v. 199, p. 51-64, 2007.

FERNADEZ, O. V. Q.; SANTOS, M. L. S.; STEVAUX, J. C. Evolução e características faciológicas de um conjunto de ilhas no Rio Paraná, Região de Porto Rico (PR). **Boletim de Geografia - UEM**, Ano 11, número 1, dezembro, 1993. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/view/12173>. Acesso em: 22 abr. 2013.

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

FRANÇA, V. **Análise das influências dos pulsos das inundações no Geossistema da subbacia do alto curso do rio Paraná, região de Porto Rico (PR) e Taquaruçu (MS)**. (Tese Doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, p.54-120, 1998.

GODOY, M. P. **Peixes e Pesca do Rio Paraná: Área do Futuro reservatório de Ilha Grande**. Florianópolis: ELETROSUL, p. 146, 1986.

CORREA, G. T. **O uso do solo no Arquipélago Mutum-Porto Rico - Alto rio Paraná, (PR/MS)**. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual De Maringá – PR, 1998.

CORTECCI, G. **Geologia e Salute**. Disponível em: <http://www.igg.cnr.it/Geologia_e/Geologia&Salute.htm>. Acesso em: 18 set. 2013.

GONÇALVES, J. A. C et al. . Arsenic in the groundwater of Ouro Preto (Brazil): its temporal behavior as influenced by the hydric regime and hydrogeology. **Environmental Geology** (Berlin), v. 53, 2007, p. 785-793.

FRANÇA, V. **Análise das influências dos pulsos das inundações no Geossistema da subbacia do alto curso do rio Paraná, região de Porto Rico (PR) e Taquaruçu (MS)**. (Tese Doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 1998, p.54-120.

IAPAR, **Cartas climáticas do Paraná: classificação climática**. Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=863>. Acesso em: 02 jun. 2014.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**, Rio de Janeiro, 1992.

INCA, **Instituto Nacional de Câncer. Incidência de câncer no Brasil – estimativa 2012**. Disponível em: <http://www.inca.gov.br/estimativa/2012/index.asp?ID=2>. Acesso em: 15 set. 2013.

JUNIOR, S. C. Identificação de riscos ambientais e proteção da água: uma aproximação necessária. In: GUIMARÃES, S. T. L. (org) et al. **Gestão de áreas de riscos e desastres ambientais**. Rio Claro: IGCE/UNESP/RIO, p. 32 – 59. 2012.

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

LIMA, I. V. Ferro. In: AZEVEDO, Fauto A; CHASIN, Alice A.M. **Metais gerenciamento de toxicidade**. São Paulo: Ed. Atheneu, p. 99 – 126. 2003.

MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná**. Rio de Janeiro: José Olímpio Editores, 1981.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Texto, 2007.

MARTINS, I. Manganês. In: AZEVEDO, Fauto A; CHASIN, Alice A.M. **Metais gerenciamento de toxicidade**. São Paulo: Ed. Atheneu, p.67 - 98. 2003

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.

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

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo; A interação Homem-Natureza no futuro da cidade; In: CRISTOFOLETTI, A; Et all (Org); **Geografia e Meio Ambiente no Brasil**, São Paulo: Ed. Hucitec, 2002.

NUPÉLIA, **A Planície Alagável do Rio Paraná: estrutura e Processo Ambiental**, 2012. Disponível em: http://www.peld.uem.br/peld-Area_Estudo_Bacia.htm. Acesso em: 02 mai. 2012

PIRES, E. O. **Geografia da saúde e geologia médica como instrumento de planejamento e gestão em saúde ambiental: o caso das anomalias de flúor e da fluorese dentária em Itambaracá – PR**. (Dissertação de Mestrado), Londrina, 2008.

PAOLIELLO M. M. B.; CAPITANI, E. M. Chumbo. In: AZEVEDO, Fauto A; CHASIN, Alice A.M. **Metais gerenciamento de toxicidade**. São Paulo: Ed. Atheneu, p. 399 – 414. 2003.

PEDROZO M. F. M Cobre In: AZEVEDO, Fauto A; CHASIN, Alice A.M. **Metais gerenciamento de toxicidade**. São Paulo: Ed. Atheneu, p. 143 – 186. 2003

OLIVEIRA, J. P. Níquel. In: AZEVEDO, Fauto A; CHASIN, Alice A.M. **Metais gerenciamento de toxicidade**. São Paulo: Ed. Atheneu, p. 127 – 1142. 2003

OMS. **Elementos traço na nutrição e saúde humana**. Organização Mundial de Saúde, Tradução Andréa Favano. São Paulo: Roca, 1998.

RADESCA, M. L. P. S. A hidrografia. In: AZEVEDO, A. de. (org.) **Brasil a Terra e o Homem**. 2º Ed. São Paulo: Companhia editora nacional, (volume 1) p. 573 – 607, 1968.

RAHN, P. H. **Engineering Geology: an environmental approach**. New York: Elsevier Science Publishing, 1986.

RIBEIRO, H. **Saúde Pública e Meio Ambiente: evolução do conhecimento e da prática, alguns aspectos éticos**, Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-12902004000100008&script=sci_arttext. Acesso em: 18 jan. 2014.

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.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia ambiente e planejamento**. 2ª ed. Contexto. São Paulo. 1991.

ROSS, J.L.S. Geomorfologia Ambiental. In: CUNHA, S.B. da. e GUERRA, A.J.T.,(orgs). **Geomorfologia do Brasil**. Capítulo 7. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, RJ. 1998.

SANTOS, A. C. Noções de hidrogeoquímica. In: FILHO, J. M.; FEITOSA, F.A. C. (Org.) **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. Fortaleza: CPRM/LABHID-UFPE, 1997.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

SCARPELLI, W. **Introdução a Geologia Médica**. São Paulo: Universidade de São Paulo – Instituto de Geociências. Curso proferido na I FENAFEG, 2003.

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, Cássio Roberto da (Org.); FIGUEIREDO, Bernardino Ribeiro (Org.); CAPITANI, Eduardo Mello de (Org.); CUNHA, F. G. (Org.). **Geologia Médica no Brasil**. Rio de Janeiro: CPRM, v. 1. 220p. 2006.

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

SILVA, M. C. **Análise Hidrogeoquímica do Arquipélago Carioca e relações com saúde coletiva do município de Porto Rico – PR**. Dissertação (Mestrado em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento) Universidade Estadual de Londrina, 2013.

SILVA. J. X.; Z Aidan, R. T. **Geoprocessamento & análise ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

SOARES, P.C.; LANDIM, P.M.B. Depósitos cenozoicos na região centro-sul do Brasil. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 16, n. 31, p. 17-39, 1976.

SOUZA, L. B. e ZANELLA, M. E. **Percepção de Riscos Ambientais: Teoria e Aplicações**. Fortaleza: Edições UFC, 2009.

SOUZA FILHO, E. E; STEVAUX, J. 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: 07 mai. 2013.

SOUZA FILHO, E. E; STEVAUX, J. C. **A planície alagável do alto rio Paraná: aspectos geológicos e geomorfológicos**. Universidade Estadual de Maringá, 2003. Disponível em: < <http://www.peld.uem.br/Relat2003/pdf/Geologia.pdf>>. Acesso: 23 mai. 2013.

SOUZA FILHO, E. E; STEVAUX, J. C. Geologia e geomorfologia do complexo rio Baía, Curutuba, Ivinheima. In: VAZZOLER, A E. A. M; AGOSTINHO, Â A; HAHN, N S. **A Planície de Inundação do Alto Rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. Maringá: UEM, 1997.

STEVAUX, J.C. **The Uper Paraná River (Brazil): geomorphology, sedimentology and paleoclimatology**. Quaternary International, 21. p. 143 -161, 1994.

TAMBELLINI A.T, CÂMARA V.M. A temática saúde e ambiente no processo de desenvolvimento da Saúde Coletiva: aspectos históricos, conceituais e metodológicos. **Ciência e Saúde Coletiva**, 3(2):47-59, 1998.

THOMAZ, S. M; ROBERTO, M. C; BINI, L. M. Caracterização limnológica dos ambientes aquáticos e influência dos níveis fluviométricos. In: VAZZOLER, A E. A. M; AGOSTINHO, Â. A; HAHN, N. S. **A Planície de Inundação do Alto Rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. Maringá: UEM. p. 73-102, 1997.

VAZ, D. S.; REMOALDO, P. C. A. A geografia da saúde brasileira e portuguesa: algumas considerações conceituais. **GEOUSP - Espaço e Tempo**, São Paulo, Nº 29 - Especial, pp. 173 – 192. 2011.

VAZ. A. J.; LIMA, I. V. Imunotoxicologia dos metais. In: AZEVEDO, Fauto A; CHASIN, Alice A.M. **Metais gerenciamento de toxicidade**. São Paulo: Ed. Atheneu, p. 399 – 414. 2003.

ZAVATINI, J. A. Dinâmica atmosférica e variações pluviais no oeste de São Paulo e norte do Paraná (uma análise têmporo-espacial ao longo do eixo Araçatuba-Presidente Prudente-Londrina). **Boletim de Geografia Teorética** (Rio Claro), v.15, n.29-30, 1985.

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