



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

ALAN ALVES ALIEVI

**BACIA HIDROGRÁFICA ENQUANTO RECORTE ESPACIAL
E ANALÍTICO EM GEOGRAFIA DA SAÚDE:
HIDROGEOQUÍMICA E SAÚDE COLETIVA NA BACIA DO RIO
PIRAPÓ/PR**

Londrina
2017

ALAN ALVES ALIEVI

**BACIA HIDROGRÁFICA ENQUANTO RECORTE ESPACIAL
E ANALÍTICO EM GEOGRAFIA DA SAÚDE:
HIDROGEOQUÍMICA E SAÚDE COLETIVA NA BACIA DO RIO
PIRAPÓ/PR**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Londrina, como requisito para obtenção do título de Doutor em Geografia. Área de Concentração: Dinâmica Geoambiental.

Orientador: Prof. Dr. José Paulo P. Pinese

Londrina
2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Alievi, Alan Alves.

Bacia Hidrográfica enquanto recorte espacial e analítico em Geografia da Saúde: : Hidrogeoquímica e saúde coletiva na bacia do rio Pirapó/PR / Alan Alves Alievi. - Londrina, 2017.
216 f.

Orientador: José Paulo Peccinini Pinese.

Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2017.

Inclui bibliografia.

1. Geografia da Saúde e Hidrogeoquímica - Tese. 2. Bacia Hidrográfica - Tese. 3. Combinações Geográficas - Tese. 4. Saúde coletiva e Bacia do rio Pirapó/PR - Tese. I. Pinese, José Paulo Peccinini. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título.

ALAN ALVES ALIEVI

**BACIA HIDROGRÁFICA ENQUANTO RECORTE ESPACIAL E
ANALÍTICO EM GEOGRAFIA DA SAÚDE:
HIDROGEOQUÍMICA E SAÚDE COLETIVA NA BACIA DO RIO
PIRAPÓ/PR**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Londrina, como requisito para obtenção do título de Doutor em Geografia. Área de Concentração: Dinâmica Geoambiental.

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. Antonio Cezar Leal
Universidade Estadual Paulista – UNESP

Prof. Dr. Christovam Barcellos
DIS/CICT/FIOCRUZ - Rio de Janeiro/RJ

Profa. Dra. Eloiza Cristiane Torres
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 29 de setembro de 2017.

*'À minha irmã Samantha A. Alievi (in
memorian), que partiu na madrugada de
domingo 14/07/2013, quando estava
iniciando o doutoramento...'*

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Paulo P. Pinese, orientador desta tese e também de minha dissertação de Mestrado, por ter aceitado mais esta orientação e pela maneira firme e segura com que me conduziu pelo caminho da pesquisa, partilhando seus conhecimentos.

A todos os meus professores (graduação na UEL e pós-graduação na UEL) por abrirem as portas e indicarem caminhos.

À prof. Dr.^a Rosana Salvi, por toda atenção e orientação enquanto coordenadora do Programa no período de meu doutoramento.

Ao Anderson e demais funcionários da secretaria de pós-graduação em Geografia/UEL, pela atenção, paciência e pelo esclarecimento das diversas dúvidas que surgiram no decorrer desses quatro anos de estudo.

Aos funcionários, professores e alunos das escolas onde trabalhei do Ensino Fundamental ao Ensino Médio (SESI/Londrina e Colégio Estadual Albino Feijó Sanches), que deixaram marcas ao me ensinarem o ofício de ser professor.

Aos professores Dr. André Celligoi e Dra. Eloiza Cristiane Torres que participaram do exame de qualificação, por suas valiosas contribuições enquanto membros da banca.

Aos professores que farão parte da banca examinadora de defesa e pela inestimável contribuição que darão para o meu amadurecimento intelectual e pessoal.

Ao CNPq, CAPES e Fundação Araucária do Estado do Paraná, Brasil, pelo suporte financeiro através dos projetos do Convênio CNPq/Fundação Araucária: 61.0088/06-8 e Convênio Fundação Araucária/UEL: 063/08. Também dos projetos Fundação Araucária 15.880, 19.733 e 25.247.

Ao prof. Dr. João Carlos Alves que disponibilizou o laboratório de Análise de qualidade da água (Sala 342) para que realizássemos a preparação das amostras assim como também agradeço pelo apoio e orientações em todos os momentos de realização da análise da água.

Ao prof. Dr. César Ricardo Teixeira Tarley por ceder o espaço do laboratório de Espectroscopia da Central Multiusuária de Laboratórios de Pesquisa (CMLP) da PROPPG/UEL para a realização das análises dos teores de metais no MP-AES.

Aos meu pais, que cumpriram a missão de me trazerem ao mundo e me criarem com tanto amor!

À Léia Aparecida Veiga, pelo apoio incondicional durante o período de doutoramento e pela parceria de vida!!!

A estes e a tantos outros, meu eterno agradecimento.

ALIEVI, A. A. **Bacia Hidrográfica enquanto recorte espacial e analítico em Geografia da Saúde: Hidrogeoquímica e saúde coletiva na bacia do rio Pirapó/PR.** 2017. 225 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Londrina/PR, 2017.

RESUMO

A presença de metais em águas superficiais pode promover uma série de agravos à saúde de uma população local que venha a consumir destas águas. Deve-se considerar o estudo das bacias hidrográficas e das complexas interações em seu interior que possam contribuir para o desenvolvimento de agravos a saúde na população local em função da presença de metais nas águas superficiais que a compõem e, neste sentido, procurou-se nesta pesquisa advogar em favor da utilização da bacia hidrográfica enquanto recorte espacial e analítico. Partiu-se do pressuposto que a mesma é a concreticidade de uma determinada combinação geográfica - um arranjo espacial e analítico caracterizado pela relação interdependente dos elementos ambientais e humanos em uma determinada área. Neste sentido, a pesquisa foi realizada junto à Bacia hidrográfica do Pirapó, situada na porção setentrional do estado do Paraná, localizando-se entre os paralelos 22° 32' e 26° 34' S e os meridianos 51° 17'5,33" e 52° 17' 18,30" W. No curso dos rios Pirapó e Bandeirante do Norte (principal afluente) foram coletadas, um total de 36 amostras de água nos períodos de seca (agosto/2016) e cheia (janeiro/2017) para a detecção dos teores de metais em laboratório por meio de Espectrômetro de Emissão Atômica de Plasma Induzido por Microondas (MP-AES), sendo encontrados valores abaixo daqueles máximos permitidos (VMP) pelo CONAMA bem como pelo Ministério da Saúde. Para correlacionar estes teores aos óbitos obtidos no ano de 2016, entre os municípios que se situam na área da bacia hidrográfica, foram realizadas análises da distribuição espacial dos teores bem como das taxas de internação e mortalidade registradas naquele ano. Na área de estudo a maior parte da ocupação e uso do solo é representada por propriedades rurais e atividades ligadas ao plantio de soja, milho, algodão e cana-de-açúcar (corriqueiramente demandantes de agrotóxicos), bem como à pecuária de corte. Nas porções mais próximas do meio urbano, são preocupantes os aportes de efluentes industriais, lodo de esgoto, resíduos de tratamento de água, dentre outros identificados na área da bacia hidrográfica, principalmente no entorno dos pontos com teores elevados de metais na água coletada. Assim, foram constituídas as áreas de risco, representadas pelo teores anômalos de metais registrados nos pontos A1 (nascente), A2 (Apucarana), A4 (Mandaguari), A5 (Maringá/Astorga), A6 (Maringá/Iguaraçu), A9 (Paranacity), A11 (Colorado/Paranapoema), A13 (Jardim Olinda), A14 (Colorado/Lobato), A17 (Guaraci/Santa Fé), A16 (Jaguapitã) e A18 (Rolândia). Com base nas ocorrências na análise dos fatores geográficos envolvidos na distribuição destas áreas de risco, verificou-se que havia a necessidade de uma proposta de metodologia sistêmica, que enfatizasse as relações entre ambiente, sociedade e saúde, e portanto, foi elaborada uma proposta de percurso metodológico de análise com base na teoria das combinações geográficas de André Cholley, que defendesse atender o objetivo de se apoiar um subsídio teórico-metodológico que permita o estudo sistêmico da bacia hidrográfica do rio Pirapó no âmbito das relações saúde e ambiente.

Palavras-chave: Geografia da Saúde. Hidrogeoquímica. Bacia Hidrográfica. Combinações Geográficas. Saúde coletiva. Bacia do rio Pirapó/PR.

ALIEVI, A. A. **Hydrographic basin as spatial and analytical clipping in Health Geography**: Hydrogeochemistry and collective health in the Pirapó river basin / PR. 2017. 225 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Londrina/PR, 2017.

ABSTRACT

The presence of heavy metals in surface waters can promote a number of health problems for a local population that consumes these waters. Consideration should be given to the study of river basins and the complex interactions within them that may contribute to the development of health problems in the local population due to the presence of heavy metals in the surface waters that compose it and, in this sense, in this thesis advocate in favor of the use of the geographic basin as spatial and analytical clipping. It was assumed that the same is the concreteness of a particular geographical combination - a spatial and analytical arrangement characterized by the interdependent relation of the environmental and human elements in a given area. In this sense, the research was conducted near the Pirapó Basin, located in the northern portion of the state of Paraná, the Rio Pirapó basin is located between the parallels 22° 32' and 26° 34' S and the meridians 51° 17' 5,33" and 52° 17' 18.30" W. In the course of the Pirapó and Bandeirante do Norte rivers (main tributary), a total of 36 water samples were collected in the dry period (August/2016) and filled period (January/2017) for detection with Microwave Plasma Atomic Emission Spectroscopy (MP-AES), with values below the maximum permitted values (VMP) being found by CONAMA and by the Ministry of Health. In order to correlate these levels of metals to the deaths obtained in 2016, among the municipalities located in the basin area, analyzes of the spatial distribution of the contents as well as the hospitalization and mortality rates recorded in that year were carried out. In the study area, most of the land use and occupation is represented by rural properties and activities related to the planting of soybean, corn, cotton and sugarcane (commonly demanded by pesticides), as well as to beef cattle. In the nearer portions of the urban environment, the contributions of industrial effluents, sewage sludge, water treatment residues, among others identified in the basin area, especially around the points with high levels of metals in the collected water, are of concern. Thus, the areas of risk were represented, represented by the anomalous levels of metals recorded in A1 (headspring), A2 (Apucarana), A4 (Mandaguari), A5 (Maringá / Astorga), A6 (Maringá / Iguaraçu), A9), A11 (Colorado / Paranapoema), A13 (Jardim Olinda), A14 (Colorado / Lobato), A17 (Guaraci / Santa Fe), A16 (Jaguapitã) and A18 (Rolândia). Based on the occurrences of the analysis of the geographic factors involved in the distribution of these risk areas, it was verified that there was a need for a systemic methodology that emphasized the relationship between environment, society and health. An methodological analysis based on the theory of geographical combinations of André Cholley, that defended to meet the objective of supporting a theoretical and methodological subsidy that allows the systemic study of the watershed of the Pirapó river in the scope of health and environment relations.

Keywords: Health Geography. Hydrographic basin. Hydrogeochemistry. Geographical Combinations. Public health. Pirapó's river basin.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Localização dos pontos de amostragem ao longo dos rios Pirapó e Bandeirante do Norte, destacando os trechos de alto, médio e baixo curso.	55
Figura 02	Etapas da análise por Espectrometria de Emissão com Plasma (MP-AES).	56
Figura 03	Ponte interditada devido à destruição da mesma no início do ano de 2016, nas proximidades de Jardim Olinda.	60
Figura 04	Localização dos buffers de 3 km de diâmetro junto aos pontos amostrados para análise do uso e ocupação do solo nestas áreas.	63
Figura 05	Localização da área de estudo – Bacia hidrográfica do Rio Pirapó/Paraná	66
Figura 06	Estruturas primárias de derrames na Formação Serra Geral.	70
Figura 07	Mapa geológico da Bacia hidrográfica do Rio Pirapó/Paraná	72
Figura 08	Mapa de tipos de solos na Bacia hidrográfica do Rio Pirapó/Paraná.	74
Figura 09	Mapa geomorfológico da Bacia hidrográfica do Rio Pirapó/Paraná.	77
Figura 10	Mapa hipsométrico da área da Bacia hidrográfica do Rio Pirapó com representação esquemática do perfil topográfico ao longo do curso do Rio Pirapó, desde sua nascente (Apucarana) a sua foz (Jardim Olinda).	80
Figura 11	Ponto A8 (Lobato) onde se observa a falta da mata ciliar e as barrancas de latossolo vermelho na margem, suscetível à erosão provocada pelo rio Pirapó.	81
Figura 12	Mapa de tipos de vegetação na Bacia hidrográfica do Rio Pirapó/Paraná.	83
Figura 13	Mapa de tipos climáticos na Bacia hidrográfica do Rio Pirapó/Paraná	85
Figura 14	Divisão dos municípios no ano de 1956 e as 3 subdivisões no norte-paranense.	89
Figura 15	Área colonizada pela Companhia de Terras Norte do Paraná (CNTTP).	90
Figura 16	Gênese dos núcleos urbanos na Bacia hidrográfica do Rio Pirapó/Paraná	91
Figura 17	Rede de rodovias e cidades (áreas edificadas) na Bacia hidrográfica do Rio Pirapó.	95

Figura 18	Densidade demográfica dos municípios da Bacia hidrográfica do Pirapó – 2014.....	103
Figura 19	Distribuição espacial dos municípios por meio dos setores com maior número de pessoal ocupado no interior da bacia hidrográfica do Pirapó – Ano de 2010.	111
Figura 20	Distribuição espacial dos municípios por meio do PIB per capita registrado no ano de 2010.	113
Figura 21	Índice de Gini da renda domiciliar per capita nos anos de 1991, 2000 e 2010 entre os municípios da bacia hidrográfica do rio Pirapó.....	116
Figura 22	Renda municipal per capita nos municípios da bacia hidrográfica do rio Pirapó no ano de 2000.....	123
Figura 23	Municípios em que 60% da receitas são oriundas de transferências da União no ano de 2000.....	124
Figura 24	Variação percentual positiva do IDH entre os municípios da bacia hidrográfica no período entre os anos de 1991 e 2010.....	125
Figura 25	Mapa de usos dos solos na Bacia hidrográfica do Rio Pirapó.	127
Figura 26	Distribuição espacial das taxas de mortalidade por DAC no ano de 2016 ..	134
Figura 27	Distribuição espacial das taxas de mortalidade por DAD no ano de 2016.....	136
Figura 28	Distribuição espacial das taxas de mortalidade por DENM no ano de 2016.....	138
Figura 29	Distribuição espacial das taxas de mortalidade por DAG no ano de 2016.....	139
Figura 30	Distribuição espacial das taxas de mortalidade por Neoplasias no ano de 2016.....	141
Figura 31	Distribuição espacial das taxas de mortalidade por DSN no ano de 2016.....	142
Figura 32	Distribuição espacial das taxas de mortalidade por DAR no ano de 2016.....	144
Figura 33	Distribuição espacial das taxas de mortalidade por TMC no ano de 2016.....	146
Figura 34	Distribuição espacial dos teores de Alumínio (Al) nos períodos seco (ago/2016) e cheio (jan/2017).	166

Figura 35	Distribuição espacial dos teores de Bário (Ba) nos períodos seco (ago/2016) e cheio (jan/2017).	167
Figura 36	Distribuição espacial dos teores de Cálcio (Ca) nos períodos seco (ago/2016) e cheio (jan/2017).	168
Figura 37	Distribuição espacial dos teores de Chumbo (Pb) nos períodos seco (ago/2016) e cheio (jan/2017).	169
Figura 38	Distribuição espacial dos teores de Cobalto (Co) nos períodos seco (ago/2016) e cheio (jan/2017).	170
Figura 39	Distribuição espacial dos teores de Cobre (Cu) nos períodos seco (ago/2016) e cheio (jan/2017).	171
Figura 40	Distribuição espacial dos teores de Estrôncio (Sr) nos períodos seco (ago/2016) e cheio (jan/2017).	172
Figura 41	Distribuição espacial dos teores de Ferro (Fe) nos períodos seco (ago/2016) e cheio (jan/2017).	173
Figura 42	Distribuição espacial dos teores de Magnésio (Mg) nos períodos seco (ago/2016) e cheio (jan/2017).	174
Figura 43	Distribuição espacial dos teores de Manganês (Mn) nos períodos seco (ago/2016) e cheio (jan/2017).	175
Figura 44	Distribuição espacial dos teores de Níquel (Ni) nos períodos seco (ago/2016) e cheio (jan/2017).	176
Figura 45	Distribuição espacial dos teores de Potássio (K) nos períodos seco (ago/2016) e cheio (jan/2017).	177
Figura 46	Distribuição espacial dos teores de Silício (Si) nos períodos seco (ago/2016) e cheio (jan/2017).	178
Figura 47	Uso e ocupação do solo no ponto A1 (nascente) – Apucarana/PR (ago/2016).	182
Figura 48	Terreno na rua Des. Clotário Portugal, onde se localiza a nascente do rio Pirapó – Área central de Apucarana/PR	183
Figura 49	Veio de água do rio Pirapó no local da nascente – Apucarana/PR.	184
Figura 50	Área da nascente (mata ciliar) do rio Pirapó na área central de Apucarana/PR.....	185
Figura 51	Uso e ocupação do solo no ponto A2 (divisa entre Arapongas e Apucarana – PR-444) (ago/2016).	187

Figura 52	Ponto de Amostragem A2 na rodovia PR-444, ao fundo o município de Apucarana. Na foto abaixo se pode perceber a reduzida mata ciliar nas proximidades das margens, exposição do substrato rochoso (basaltos) e a erosão em nitossolo vermelho, comum na área. Ao fundo desta, parte de uma corredeira no curso do rio.....	189
Figura 53	Uso e ocupação do solo no ponto A4 (divisa entre Araçongas e Apucarana – PR-444) (ago/2016).	193
Figura 54	Relevo ondulado nas proximidades do ponto A4 (Madaguari). Nos morros ao fundo (Madaguari) há pouca cobertura vegetal e intensa ocupação por pastagens, como é possível verificar em primeiro plano também.....	194
Figura 55	Uso e ocupação do solo no ponto A5 (divisa entre Araçongas e Apucarana – PR-444) (ago/2016).....	196
Figura 56	Ponto de Amostragem A5 na rodovia PR-454, entre Maringá e Astorga, trecho com mata ciliar ainda preservada. Podem-se perceber alguns afloramentos das rochas basálticas da Formação Serra geral.....	197
Figura 57	Uso e ocupação do solo no ponto A6 (divisa entre Maringá e Iguaraçu – PR-461) (ago/2016).....	200
Figura 58	Proximidade do ponto A6, entre Maringá e Iguaraçu. Destacam-se a cultura do milho, o relevo pouco ondulado e a pequena quantidade de mata ciliar, por onde passa o rio Pirapó, ao fundo da imagem.	201
Figura 59	Uso e ocupação do solo no ponto A9 (divisa entre Paranacity e Lobato) – PR-461) (ago/2016).....	204
Figura 60	Uso e ocupação do solo no ponto A16 (divisa entre Jaguapitã e Pitangueiras) – PR-454) (ago/2016).....	208
Figura 61	Distribuição espacial das áreas de risco para teores anômalos de metais nos cursos hídricos no período seco (agosto de 2016).....	210
Figura 62	Esquema proposto de modelo metodológico de análise.....	214
Figura 63	Esquema de desenvolvimento do modelo metodológico de análise proposto.....	216

LISTA DE TABELAS

Tabela 01	Limites de detecção do equipamento (MP-AES).....	57
Tabela 02	Alturas mensais de precipitação (mm) no período entre os anos de 1987 e 2017.....	59
Tabela 03	Alturas mensais de precipitação (mm) no período entre os anos de 2016 e 2017.....	61
Tabela 04	População residente segundo grupos de idades e os municípios da Bacia hidrográfica do Pirapó (2010).....	99
Tabela 05	Grau de urbanização (%) nos municípios da Bacia hidrográfica do Pirapó (2010)	106
Tabela 06	População ocupada segundo os principais setores de atividade econômica nos municípios da Bacia hidrográfica do Pirapó (2010).	108
Tabela 07	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal entre os anos de 1991, 2000 e 2010.....	120
Tabela 08	Consumo de agrotóxicos por tipo de produto, segundo as bacias hidrográficas do Paraná – 2011.....	129
Tabela 09	Quantidade de habitantes nos municípios da Bacia hidrográfica do Pirapó no ano de 2016, segundo projeção do IBGE (2016)	132
Tabela 10	Distribuição das taxas de mortalidade mais elevadas junto aos pontos de amostragem nos rios Pirapó e Bandeirante do Norte, no ano de 2016.....	147
Tabela 11	Taxas de internações por local de residência nos anos de 2016 e 2017 (jan/jun).....	149
Tabela 12	Distribuição das taxas de internação mais elevadas junto aos pontos de amostragem nos rios Pirapó e Bandeirante do Norte, no ano de 2016.	153
Tabela 13	Teores de metais (ppm) nas amostras do período seco (agosto/2016) na bacia hidrográfica do rio Pirapó.....	157
Tabela 14	Teores de metais (ppm) nas amostras do período cheio (fevereiro/2017) na bacia hidrográfica do rio Pirapó.....	158
Tabela 15	Valores Máximos Permitidos (VMP) para teores de metais nas águas de abastecimento publico segundo portarias e resoluções nacionais.....	159

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01	Médias mensais de altura de precipitação (mm) em 30 anos, no período entre os anos de 1987 e 2017, registradas nos municípios da bacia hidrográfica do rio Pirapó com estações pluviométricas.	59
Gráfico 02	Altura de precipitação (mm) nos anos de 2016 e 2017 (jan-jul), registradas nos municípios da bacia hidrográfica do rio Pirapó com estações pluviométricas.	62
Gráfico 03	Total da população residente para cada município da Bacia hidrográfica do Pirapó – 2010	101
Gráfico 04	Evolução do IDH-M entre os municípios da Bacia hidrográfica do Pirapó nos de 1991, 2000 e 2010.	119

LISTA DE QUADROS

Quadro 01	Metais pesados oriundos de atividades industriais, origem e efeitos à saúde.....	38
Quadro 02	Dados e informações geoespaciais temáticos em formato Shpefile (ITCG).....	51

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	17
1. GEOGRAFIA DA SAÚDE	23
1.1. A NOÇÃO DE SAÚDE COLETIVA.....	28
1.2. SAÚDE COLETIVA NO BRASIL.....	30
2. GEOGRAFIA E SAÚDE AMBIENTAL	32
2.1. HIDROGEOQUÍMICA E SAÚDE HUMANA	35
2.2. PROCESSOS GEOQUÍMICOS	37
3. REVISITANDO O CONCEITO DE BACIA HIDROGRÁFICA	41
3.1. BACIA HIDROGRÁFICA E COMBINAÇÕES GEOGRÁFICAS: APROXIMAÇÕES TEÓRICO-METODOLÓGICAS.	43
4. RISCO E VULNERABILIDADE: ESPACIALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE RISCO À SAÚDE HUMANA	48
5. METODOLOGIA E MÉTODO DE PESQUISA	50
6. ASPECTOS FÍSICOS E NATURAIS	65
6.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	65
6.2 SOBRE A CLASSIFICAÇÃO DO RIO PIRAPÓ	67
6.3 SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO PIRAPÓ.....	68
6.4 ASPECTO GEOLÓGICO	69
6.5 ASPECTO PEDOLÓGICO	73
6.6 ASPECTO GEOMORFOLÓGICO	75
6.7 HIPSOMETRIA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PIRAPÓ	78
6.8 ASPECTO FITOGEOGRÁFICO.....	82
6.9 ASPECTO CLIMÁTICO	85

7	ASPECTOS SOCIOESPACIAIS	88
7.1	A FORMAÇÃO SOCIOESPACIAL DO NORTE DO PARANÁ: GÊNESE DOS CONDICIONANTES SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRAPÓ	88
7.2	ASPECTOS DEMOGRÁFICOS	96
7.3	ATIVIDADES ECONÔMICAS.....	103
7.4	USO E OCUPAÇÃO DO SOLO.....	126
7.5	O CONSUMO DE AGROTÓXICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRAPÓ	128
8	ANÁLISE DOS DADOS DE SAÚDE	131
8.1	LEVANTAMENTO E ANÁLISE DO ESTADO DE SAÚDE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO PIRAPÓ (2016)	131
8.2	ESPACIALIZAÇÃO DOS TEORES DE METAIS E CORRELAÇÕES COM A SAÚDE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO PIRAPÓ	154
8.2.1	Análise da distribuição espacial dos teores de metais nas águas dos rios Pirapó e Bandeirante do Norte.....	160
8.2.2	Considerações sobre as correlações espaciais entre teores anômalos e taxas de mortalidade.....	179
9	PROPOSTA DE PERCURSO METODOLÓGICO DE ANÁLISE	213
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	218
	REFERÊNCIAS	224
	ANEXOS	236
	ANEXO A – Quadro Q1	237
	ANEXO B – Quadro Q2	238
	ANEXO C – Quadro Q3	239
	ANEXO D – Quadro Q4	240
	ANEXO E – Quadro Q5	241
	ANEXO F – Gráfico G1.....	242
	ANEXO G – Gráfico G2.....	243
	ANEXO H – Figura F1.....	244

ANEXO I –	Figura F2.....	245
ANEXO J –	Figura F3.....	246
ANEXO K –	Figura F4.....	247
ANEXO L –	Figura F5.....	248
ANEXO M –	Figura F6.....	249
ANEXO N –	Figura F7.....	250
ANEXO O –	Figura F8.....	251
ANEXO P –	Quadro Q6	252

INTRODUÇÃO

A presença de metais pesados em águas superficiais pode promover uma série de agravos à saúde de uma população local que venha a consumir destas águas. Dentre os agravos mais significativos podem ser elencados aqueles ligados aos casos de neoplasias (câncer) bem como doenças que afetam os sistemas nervoso, circulatório, respiratório, dentre outros (SELINUS et al., 2005). Metais pesados podem provocar efeitos no coração, constrição dos vasos sanguíneos, elevando a pressão arterial e afetar até mesmo o sistema nervoso, que se constitui dos nervos, gânglios, medula e cérebro, simplificadamente. Dentre os que podem provocar neoplasias cita-se o Níquel, que pode gerar câncer de pulmão e dos seios paranasais, assim como o Arsênio que apresenta alto efeito carcinogênico (ALIEVI e PINESE, 2012).

Na literatura existe um acervo considerável a respeito dos fatores socioambientais que condicionam o aparecimento de doenças veiculadas pelo meio hídrico, especialmente, nos ambientes tropicais e essencialmente para doenças contagiosas e transmissíveis como a malária, toxoplasmose, dengue e suas variantes. No entanto, não se verifica a mesma variedade de estudos quando se adentra na questão da presença de metais nas águas superficiais, bem como da sua influência nos óbitos junto a uma população local.

Dada a importância da água para a saúde coletiva, destaca-se o que afirmam Azevedo & Botelho (1995), ou seja, pessoas com doenças causadas, direta ou indiretamente, pela água de má qualidade e por falta de saneamento ocupam 80% dos leitos hospitalares, nos países em desenvolvimento. Portanto, o estado de saúde da população é grandemente afetado, em especial nos países em desenvolvimento, pelos agentes causadores de doenças encontrados na água (SELINUS et al., 2005).

Desta forma, buscou-se trazer à luz da discussão os fatores e condicionantes socioambientais que podem influenciar tanto no aparecimento de metais nas águas superficiais de uma bacia hidrográfica bem como na distribuição espacial dos óbitos junto a população possivelmente correlacionados à presença destes elementos-traço nas águas consumidas. O intuito é buscar fundamentos teóricos que permitam trabalhar de uma forma sistêmica a problemática dos agravos a saúde da população gerados por elementos tóxicos presentes nos meios hídricos (ALIEVI & PINESE, 2015).

Neste sentido, são discutidos os aspectos ligados aos efeitos tóxicos dos metais pesados nos organismos vivos, principalmente o humano, bem como as formas pelas quais estes elementos-traço aparecem no ambiente por vias naturais e/ou antrópicas, em função de

processos químicos, biológicos e advindos das atividades humanas, para por fim, compreender como o contexto socioespacial no interior de uma bacia hidrográfica pode fornecer meios para o entendimento dos processos espaciais que condicionam a distribuição espacial das doenças de veiculação hídrica (promovidas neste caso pelos metais pesados) e os possíveis agravos à saúde da população local (SELINUS et al., 2005).

As doenças de veiculação hídrica aumentam de intensidade e distribuição em regiões com alta concentração populacional, por exemplo, em zonas periurbanas metropolitanas, e com o aumento de despejos de atividades industriais, especialmente aqueles provenientes das indústrias de processamento da matéria orgânica (carne, laticínios, cana de açúcar).

Como destaca Tundisi (2003, p. 11), fatores adicionais de contaminação são os rios urbanos de pequeno porte, com águas contaminadas e não tratadas que podem funcionar como pólo de dispersão de doenças de veiculação hídrica direta ou indiretamente.

Segundo Guilherme (et al., 2005), os elementos-traço (metais pesados) estão presentes naturalmente em solos e sistemas aquáticos superficiais e sub-superficiais, ainda que, conforme os mesmos, não haja perturbação antrópica do ambiente, sendo que o aumento em sua concentração pode ocorrer tanto em razão de processos naturais quanto por atividades antropogênicas.

Dentre os processos naturais que contribuem para o aparecimento de elementos-traço nos sistemas aquáticos estão o intemperismo de rochas e lixiviação no perfil do solo, enquanto que as fontes antropogênicas estão associadas, principalmente, às atividades de mineração e às atividades industriais, assim como aos resíduos sólidos urbanos (GUILHERME et al., 2005).

Segundo McCally (2002), a importância dos metais pesados enquanto contaminantes severos é tão grande que no ranking criado pela agência norte-americana de substâncias tóxicas e registro de saúde (U.S. Agency for Toxic Substances and Disease Registry – ATSDR), onde são listados todos os contaminantes presentes em lixo tóxico de acordo com sua prevalência e severidade de sua toxicidade, metais pesados ocupam a primeira, a segunda, a terceira e a sexta colocação da lista, em tempo, os mesmos são: chumbo, mercúrio, arsênio e o cádmio, respectivamente. Nesta lista estão elencados os metais pesados contidos no lixo tóxico, que é essencialmente produto das atividades antrópicas e que impactam o ambiente. Ainda assim, o ambiente contém metais pesados originalmente naturais assim como metais pesados oriundos de atividades humanas como a indústria, agricultura e agropecuária, dentre outras (SELINUS et al., 2005).

Entretanto, em algumas situações pode ocorrer um aumento da quantidade de metais pesados nos meios aquático, terrestre e atmosférico, o que gera concentrações potencialmente tóxicas, às quais grupos populacionais podem estar expostos (AZEVEDO & CHASIN, 2003).

Segundo Azevedo & Chasin (2003), os efeitos tóxicos dos metais dependem de diversas variáveis, do hospedeiro e de sua condição temporal e dos parâmetros de exposição, como via, dose e duração. Pode-se acrescentar ainda que os aspectos espaciais ligados às condições socioeconômicas, tais como, por exemplo, residência em locais onde pouca ou nenhuma condição sanitária é observável devido ao fato de que a mesma se encontra em uma situação de segregação espacial em relação às outras localidades, também influenciam os efeitos tóxicos dos metais pesados, assim como de outros elementos causadores de agravo à saúde humana, como por exemplo, dos patógenos.

Os reservatórios naturais vêm sendo depositários de uma variedade de subprodutos, provenientes da atividade antrópica. A presença de elementos potencialmente tóxicos é responsável por efeitos adversos sobre o ambiente, com repercussão na economia e na saúde pública. A introdução de metais nos sistemas aquáticos ocorre naturalmente através de processos geoquímicos, no intemperismo e, a contribuição atribuída à atividade humana é um reflexo de sua ampla utilização pela indústria (YABE & OLIVEIRA, 1998, p.551)

Conforme Milani (2004, p.61), os metais são distribuídos naturalmente no ambiente pelos ciclos biogeológicos, ocorrendo bioconcentração por plantas e animais, bem como sua incorporação na cadeia alimentar. Pelo ciclo geológico, a água de chuva pode provocar a erosão do solo e das rochas, ricos em metais, transportando-os para os rios, lagos e oceanos e, finalmente, precipitando como sedimento. Os metais presentes na atmosfera também podem ser absorvidos pela água da chuva, retornando ao solo e daí sendo transportados para os rios. Existem diversas fontes antropogênicas de metais no ambiente aquático, dentre elas estão as atividades industriais, lançamento de efluentes domésticos sem tratamento e águas superficiais provenientes de áreas cultivadas com adubos químicos e defensivos agrícolas que são ricos em cádmio, chumbo, mercúrio e cobre (SELINUS et al., 2005).

Segundo Licht (1998), a água superficial e o material sólido suspenso ou em solução são provenientes do escoamento superficial ou de fontes de águas subterrâneas. Todo mineral solúvel transportado pelas drenagens está relacionado aos constituintes, que deixaram de ser precipitados e que vão produzir as feições hidrogeoquímicas anômalas nas drenagens. É neste sentido que Vasconcellos (2011, p.44) destaca que o sistema de drenagem possui características químicas provenientes de reações entre elementos químicos, sólidos, gases e

líquidos, decorrentes de processos de origem natural ou antrópica, adquirindo assim uma gama de elementos que são expostos ao ser humano de variadas formas.

A par da análise sistêmica dos elementos e processos envolvidos na dinâmica geoquímica dos metais pesados em meio aquoso, tal como um curso d' água, bem como as dinâmicas socioespaciais que criam as condições de agravamento de problemas de saúde na população e que, possivelmente, possam ter algum tipo de relação com a presença de metais pesados na água consumida pela mesma. Verifica-se que as correlações entre variáveis tão diversas combinam-se no momento em que observa a constituição de áreas representativas, a quem se pode denominar de áreas de risco.

Nesta perspectiva torna-se necessário à Geografia da Saúde associar-se a Hidrogeoquímica, para efetuar estas pesquisas no âmbito das bacias hidrográficas, principalmente em se tratando de doenças propagadas pelo contato com elementos químicos nocivos à saúde, notadamente estudadas, tais como fluorose dentária e esquelética (GOLONO DE DEUS et al., 2015; JAYME et al., 2013; PIRES, 2007), neoplasias ligadas a ingestão de altas concentrações de elementos químicos como Arsênio (As), Cromo (Cr), Chumbo (Pb), dentre outros, considerando essencialmente, todas as complexas interações de ordem ambiental e socioeconômica existentes no contexto das bacias hidrográficas.

Deve-se considerar o estudo das bacias hidrográficas e das complexas interações em seu interior que possam contribuir para o desenvolvimento de agravos a saúde na população local, em função da presença de metais pesados nas águas superficiais que a compõem, por um viés sistêmico, que as trate em uma perspectiva holística embasada essencialmente nas relações sociedade e natureza (GUIMARÃES; PICKENHAYN; LIMA, 2014).

Neste sentido, como afirmado por Alievi e Pinese (2015), a bacia hidrográfica deve ser tratada enquanto um todo (sistema) caracterizado pelas relações sociedade e natureza, assumindo-se a mesma não somente enquanto recorte espacial (delimitação), mas também como um produto dos fenômenos geográficos de cunho social e natural que interagem entre si. Criando desse modo as situações socioambientais que suportam o aparecimento e desenvolvimento de agravos à saúde da população local e, por fim, da emergência de áreas de risco à saúde coletiva.

Para determinado caminho, a pesquisa foi estruturada de modo a alcançar o objetivo de se apoiar um subsídio teórico-metodológico que permita o estudo sistêmico das interações entre a hidrogeoquímica e saúde coletiva e sua conformação espacial na forma de áreas de risco, no contexto da bacia hidrográfica do rio Pirapó, região Norte Central do Paraná (figura 05).

Em termos de objetivos específicos buscou-se: a) Aprofundar e discutir os aspectos teórico-metodológicos da Geografia da Saúde e acerca do estudo sistêmico das relações saúde-ambiente-sociedade; b) Verificar por meio da hidrogeoquímica a qualidade físico-química do rio principal de uma bacia hidrográfica em conjunto com a verificação do estado de saúde da população local, procurando as possíveis correlações entre ambos; c) Identificar a presença de metais nas águas dos rios Pirapó e Bandeirante do Norte e produzir mapas de distribuição espacial para metais (na área de estudo) tais como: ferro (Fe), cromo (Cr), alumínio (Al), bário (Ba); Cálcio (Ca), chumbo (Pb), cobalto (Co), cobre (Cu), estrôncio (Sr), magnésio (Mg), manganês (Mn), níquel (Ni), potássio (K) e silício (Si); d) Correlacionar os dados hidrogeoquímicos e dados de saúde para identificar as possíveis áreas de risco à saúde coletiva relacionadas à presença de metais na água superficial consumida; e) Produzir mapa que demonstre a distribuição espacial das áreas de risco relacionadas à presença de metais nas águas dos rios Pirapó e Bandeirante do Norte; f) Identificar e distribuir espacialmente, na forma de mapas, as diferentes taxas de mortalidade para os grupos de causa elencados, relacionados à ingestão de metais, conforme tratado na literatura acerca do assunto, investigada neste estudo; g) Analisar e interpretar a partir de uma abordagem sistêmica, as interações entre os diferentes elementos naturais e sociais no contexto da bacia hidrográfica (organização espacial) para verificar o papel destas relações na distribuição espacial das anomalias geoquímicas e agravos à saúde da população local.

Visto desta forma, os estudos geográficos atrelados a análise do estado de saúde de uma população em vista das condições hidrogeoquímicas dos cursos d'água em uma bacia hidrográfica, devem empregar uma análise sistêmica para tratar dos processos doença-ambiente, análise esta possível quando se trata a bacia hidrográfica enquanto uma entidade de análise embasada na premissa de que a mesma se comporta e se traduz no resultado dos diversos fatores geográficos intrínsecos e inter-relacionados, tal como uma combinação geográfica.

Logo, procura-se nesta pesquisa advogar em favor da utilização da bacia geográfica enquanto recorte espacial e analítico, partindo-se da metodologia de análise geográfica promovida por Andre Cholley (1964) em sua teoria das Combinações Geográficas. Parte-se do pressuposto que a mesma é a concreticidade de uma determinada combinação geográfica - um arranjo espacial e analítico caracterizado pela relação interdependente dos elementos ambientais e humanos em uma determinada área. Verifica-se a necessidade de uma metodologia de pesquisa em que este recorte espacial seja visto e analisado de uma forma sistêmica, o que viria a contribuir sobremaneira aos estudos em Geografia da Saúde que se

debruçam sobre o estudo do estado de saúde de populações, a partir do consumo de água oriunda, especificamente, de cursos d'água superficiais.

Isto posto, a necessidade de uma sequência lógica que viria a demonstrar e afirmar toda a pesquisa realizada para a produção deste trabalho, buscou-se estruturar os capítulos na sequência:

- 1) Referencial teórico
- 2) Metodologia e Método de Pesquisa
- 3) Aspectos Físicos e Naturais da Bacia hidrográfica do Pirapó
- 4) Aspectos Socioespaciais dos municípios da Bacia do Pirapó
- 5) Análise dos dados de saúde e distribuição espacial dos agravos
- 6) Espacialização das concentrações de metais na Bacia hidrográfica do Rio Pirapó
- 7) Proposta de percurso metodológico de análise
- 8) Considerações finais

1 GEOGRAFIA DA SAÚDE

Conhecida pelo seu papel de mantenedora da vida, a água também pode ser o meio pelo qual doenças que afetam a saúde dos seres vivos são transmitidas em decorrência do contato direto ou indireto com a mesma. Esse duplo aspecto dos recursos hídricos os torna um objeto de estudo para ramos da ciência como a Geografia da Saúde, que se preocupa em estudar a espacialização de doenças, em específico, estas que perfazem os meios hídricos.

Segundo a ATSDR (2010), as exposições humanas a agentes perigosos presentes no ar, água, solo, alimentos e a perigos físicos no ambiente são as maiores contribuintes para as doenças, incapacidades e mortes pelo mundo. Além do mais, a deterioração das condições ambientais em muitas partes do mundo tem diminuído o desenvolvimento sustentável de muitas nações, chega-se a estimar que 25% de todas as doenças que podem ser prevenidas no mundo, dentre as quais a diarreia e as infecções respiratórias - as duas lideram a lista de doenças que mais afligem a humanidade – são promovidas ou desencadeadas pela má qualidade ambiental.

A importância da água para a saúde coletiva é dado imprescindível, haja visto que o estado de saúde da população é grandemente afetado, em especial nos países em desenvolvimento, pelos agentes causadores de doenças encontrados na água.

Conforme Alievi (2010), primeiramente é preciso compreender que a saúde pode ser considerada com um estado fora de equilíbrio, ou seja, não harmônico, um estado e não uma característica, pois, não existe maneira pela qual um ser vivo esteja somente doente ou somente saudável, há sempre uma flutuação entre estados, o que não muda caracteristicamente o ser que padece ou “prospera”.

Assim, por conta destas flutuações, a saúde varia conforme fatores internos ao organismo em questão, como também varia de acordo com efeitos promovidos pelo meio externo ou ambiente. Antes mesmo da compreensão de como o ambiente pode influenciar a saúde dos seres vivos, o mesmo vinha sendo objeto de estudo da filosofia há muitos anos. O início da prática de se compreender sua dinâmica remete os tempos em que a filosofia pré-socrática tratava dos aspectos da natureza e de seu funcionamento. Havia decerto uma preocupação bastante contundente com os fatores ambientais que pudessem causar doenças aos seres humanos (GUIMARÃES; PICKENHAYN; LIMA, 2014). Pode-se afirmar que as primeiras relações entre a saúde ambiental e a geografia da saúde iniciaram-se a partir deste ponto.

Neste sentido, a necessidade de se explicar racionalmente as doenças e *modus operandi* das mesmas ocorreram, conforme alguns estudos, nas terras margeadas pelo Mar Mediterrâneo, ao sul da Europa, na região conhecida como Balcãs, ou mais precisamente, na Grécia. Segundo Vieites & Freitas (2007, p. 190), este pioneirismo grego não ocorreu ao acaso, pois caracteristicamente a medicina grega era compatível com o pensamento grego de se analisar o comportamento humano, além das atividades práticas do dia-a-dia ou mesmo religiosas, com uma postura racional, sendo que esta atividade alcançou maturidade com a filosofia pré-socrática, que tratava da idéia de *physis* e que viria a ser a base da idéia de dinâmica do corpo e doença da medicina hipocrática.

No transcorrer da história da sociedade humana, especificamente na idade média houve, de certa forma, uma regressão dos estudos sobre saúde, pois, conforme destaca Pires (2008, p. 33), houve uma certa regressão do pensamento acerca da saúde, pois a ocorrência das doenças tinha basicamente duas interpretações, sendo que na primeira, pagãos acreditavam ser as doenças possessões demoníacas ou feitiçarias, e na segunda, utilizada pelos cristãos, as doenças eram vistas como sinais de purificação e expiação dos pecados.

Ainda antes da Idade Média, os antigos hebreus detinham visão semelhante, mas não consideravam a doença necessariamente devida à ação de demônios ou maus espíritos, ainda que acreditassem que ela pudesse representar, de qualquer modo, um sinal da cólera divina. Na verdade, segundo Scliar (2007, p. 30), a doença era sinal de desobediência ao mandamento divino e, como pode-se perceber, as pessoas na idade média detinham visão semelhante aos antigos hebreus e, sendo então a doença um sinal dessa desobediência ou pecado, a enfermidade proclamava o próprio pecado, quase sempre em forma visível, como no caso da lepra, por exemplo, que por se tratar de uma doença contagiosa, sugeria contato entre os corpos, “[...] contato que pode ter evidentes conotações pecaminosas” (SCLIAR, 2007, p. 30).

Retomando a antiga idéia de *physis*, Vieites & Freitas (2007, p. 190) afirmam que da *physis* provinha tudo que era, o que é e o que será, desde astros, homens, animais e mesmo os deuses. O importante a se perceber é que a idéia de *physis* demonstrava que não havia contraposição entre natural, psíquico e social, pois todas estas dimensões pertenceriam a ela, sendo que os elementos que a compunham formariam harmonicamente todas as coisas, por meio de forças vivas de reunião e de dispersão – o amor e a discórdia, respectivamente -. “[...] A harmonia e o equilíbrio constituintes da natureza seriam resultados da coexistência dessas forças paradoxais que tenderiam, uma, à agregação, e outra, à desagregação” (VIEITES & FREITAS, 2007, p. 191).

Estes preceitos da filosofia pré-socráticas eram claros no pensamento de Alcmeón (560 - 500 a.C.), médico de Crotona, que afirmava ser a saúde um estado de equilíbrio de forças tais como o úmido e o seco, frio e quente, amargo e doce, entre outras. Assim, “O predomínio de uma delas é causa de doença. Pois tal predomínio de uma delas é pernicioso. Essa é a característica básica que posteriormente orienta a obra de Hipócrates e dos autores do *Corpus Hippocraticum*” (VIEITES & FREITAS, 2007, p. 191), pode-se até mesmo afirmar que este fora o princípio da busca de relações entre doenças e ambientes, pois distanciava-se da idéia de que deuses imputavam aos seres as enfermidades, posto que características “terrenas” como a umidade, o frio, dentre outros elementos do ambiente, passavam a ter preponderância enquanto fatores causadores de doenças sobre o homem.

Assim, a racionalidade como forma de encarar a questão das doenças era visível e norteava os estudos de Hipócrates e seus discípulos. Diferente da visão mágico-religiosa de anteriormente, os escritos desta obra traduzem a racionalidade da medicina praticada naquele momento. Esse fato pode-se perceber no início de um texto intitulado “Saúde Sagrada”, em que, segundo Scliar (2007, 32) inicia-se da seguinte maneira: “[...] A doença chamada sagrada não é, em minha opinião, mais divina ou mais sagrada que qualquer outra doença; tem uma causa natural e sua origem supostamente divina reflete a ignorância humana”.

Cabe ressaltar ainda que no *Corpus Hippocraticum* havia conceitos médicos de Hipócrates e sua escola embasados em uma visão holística e ambiental, por assim dizer, que é fundamental na concepção hipocrática, onde o corpo humano e tudo aquilo que o circunda – que, em conjunto, constituem a *physis* – eram pensados por meio da composição dos elementos ar, terra, água e fogo, e pelas qualidades de frio, quente, seco e úmido. Corpo e espaço eram compreendidos a partir desses elementos e qualidade (VIEITES & FREITAS, 2007, p. 192).

A par desta concepção, Hipócrates (460 - 377 a.C.) fundamenta sua obra *Dos Ares, das Águas e dos Lugares*, onde descrevia a influência das mudanças sazonais, dos climas e dos ventos sobre o corpo humano e suas doenças (VIEITES & FREITAS, 2007). Segundo Scliar (2007, p. 33) a obra hipocrática caracteriza-se pela valorização da observação empírica, com uma visão epidemiológica do problema de saúde-enfermidade, sendo que nesta obra, em específico, as observações não se limitam ao paciente em si, mas também ao seu ambiente. Assim, defendia-se nesta obra um conceito ecológico de saúde-enfermidade, sendo que desta obra emerge a idéia de *miasma*, que vem do latim e significa ‘maus ares’, ou seja, “[...] emanações de regiões insalubres capazes de causar doenças como a malária, muito comum no sul da Europa e uma das causas da derrocada do Império Romano” (SCLIAR, 2007, p.33).

Considera-se então que as origens conceituais da Geografia da Saúde podem ser traçadas desde a Grécia antiga e a obra “Ares, Águas e Lugares” de Hipócrates. Antecedentes mais recentes advêm da exploração e colonização europeia por meio de relatos acerca do conhecimento das condições de saúde “exóticas”. No século XX, estudos da geografia da saúde e doença desenvolveram-se substancialmente. Inicialmente, permaneceu como sub-campo dos serviços de pesquisa médica e de saúde, os nomes variavam de geografia patológica, geomedicina e epidemiologia geográfica. No entanto, nos anos de 1940, geógrafos humanos começaram a atentar diretamente à doença e saúde, aplicando suas distintas perspectivas disciplinares e desenvolvendo “geografia médica” como uma reconhecida sub-disciplina da geografia humana (SCLIAR, 2007).

Cabe ressaltar que geógrafos médicos tradicionalmente comprometem-se com duas vertentes de pesquisa que, algumas vezes, se sobrepõem. A primeira se interessava pelo mapeamento e modelagem dos determinantes espaciais – distribuição e difusão de doenças. A segunda relatava-se à localização, distribuição, acessibilidade e utilização dos serviços de saúde e emergira na década de 1960 (GATRELL, 2002; KEARNS & MOON, 2002). Motivando as duas vertentes estava a preocupação com a equidade e respeito para oportunidades de boa saúde. Tais oportunidades eram entendidas em referência ao lugar de residência – os tipos de lugares onde pessoas doentes poderiam ser encontradas, ou onde melhor ou pior assistência à saúde era provida, conforme os autores supracitados.

Nos últimos 15 anos, geógrafos médicos têm começado a focar não somente na distribuição característica da doença e dos serviços de saúde/doença, mas também em mais complexas noções de “lugar” (KEARNS & MOON, 2002). Neste ínterim, lugares são conceitualizados não somente como locais onde “observações” são localizadas, mas como fenômeno cultural e simbólico mais complexo construído por meio de relações entre as pessoas e seu meio. Geógrafos acabaram interessados em entender como os lugares impactam e constroem experiências, bem como a medicina impacta sobre a experiência dos lugares. Estes lugares podem variar em função da escala e configuração dos hospitais que atendem a comunidade, por exemplo. Isto posto, ao lado desta mudança, tem ocorrido um grande engajamento com a teoria social prática e o aumento do uso dos métodos de pesquisa qualitativa, bem como uma mudança nominal de Geografia Médica para Geografia da Saúde (KEARNS & MOON, 2002; PARR, 2004).

Assim posto, uma epidemiologia da paisagem fez-se presente, sendo a mesma baseada na observação de que doenças ocorrem e são transmitidas no espaço, em padrões espaciais; esta aproximação provê uma versão espacializada da epidemiologia clássica (MEADE &

EARICKSON, 2005). A hipótese é a de que se os pesquisadores podem mapear e modelar o padrão espacial das doenças, eles podem também determinar onde (e quando) doenças ocorrerão e como se propagarão. A pesquisa nesta área é teoricamente embasada no conceito de ecologia da doença, que considera como o comportamento humano interage com as condições ambientais (tanto natural como construído) para promover ou prevenir doença (MAY, 1958).

Há também, na composição das desigualdades espaciais da saúde, considerável debate que foca-se na saúde e a falta da mesma, sendo as mesmas grandemente influenciadas pelas características da população que reside em locais particulares (composição/estrutura), ou pelos fatores que refletem mais a natureza dos ambientes onde cada população vive (MACINTYRE et al., 2002). Segundo estes autores, os fatores composicionais incluem sexo (gênero), status socioeconômico, severidade ou tipos de condições, capacidade de cuidados familiares, recursos econômicos pessoais e despesas. Efeitos contextuais na saúde incluem a qualidade do ambiente construído e renda relativa ou absoluta. Fatores contextuais destacam a significância do lugar nas disparidades de doenças desde que “estruturas oportunistas” baseadas no lugar possam promover ou inibir a saúde e as práticas de saúde.

Este tema tem tradicionalmente envolvido uma grande quantidade de análises quantitativas que incluem modelamento multi-posicional, um desenvolvimento (crescimento) largamente introduzido na pesquisa em saúde pelos geógrafos (DUNCAN et al., 1993). Mais recentemente, uma larga ênfase no capital social tem ajudado a decifrar contextos culturais locais intangíveis para saúde e cuidado em saúde consumida, embasando normas locais compartilhadas, valores, e coesões de grupo e suas identidades, por meio ação grupal, trabalho por prover ou restringir acesso ao cuidado em saúde e comportamentos em vigilância da saúde (BARCELLOS e BASTOS, 1996).

No entanto, independente do momento histórico, as questões ambientais são elo comum nos estudos no campo da geografia médica. Segundo Freitas (2003), entre meados do século XVIII e XIX a preocupação com os efeitos à saúde provocados pelas condições ambientais parece ter sido acentuada quando os problemas ambientais sobre a saúde estiveram associados aos efeitos do rápido e intenso processo de industrialização e urbanização. Conforme o autor, “[...] nesse período, as preocupações e estratégias sanitárias tinham por base a teoria dos miasmas, para a qual as sujeiras externas e os odores detectáveis deveriam ser reduzidos ou eliminados para deter a disseminação das doenças” (FREITAS, 2003, p. 139).

Todavia, os trabalhos iniciais sobre Geografia Médica fizeram a vinculação entre áreas endêmicas de doenças com determinadas características culturais, raciais e climáticas, relacionando ambientes e grupos populacionais de forma “determinista”, em virtude da indistinção entre as variáveis de saúde, seus determinantes, bem como seus contornos sócio-econômicos, pelos quais foram atribuídos vários preconceitos étnicos, culturais e ambientais a esse campo científico que surgia (LACAZ *et al.*, 1972).

Todavia, Rojas (1998) considera que devido à intensa fragmentação histórica da Geografia, várias foram as direções percorridas pelas diferentes geografias, que de uma forma ou de outra, acabavam por tratar do tema do bem-estar. No entanto, a Geografia Humana, da População, Urbana, Rural, Histórica, Social, Política e Cultural, imbricavam-se em uma emaranhada trama juntamente com os novos ramos que estavam surgindo nas últimas décadas como a Geografia do Comportamento, do Gênero, da Percepção, Humanística e Ambiental.

Assim, inicialmente sugerida como uma nova organização da Geografia Humana (década de 1970), a Geografia do Bem-estar propunha um enfoque integrador que cessasse as fronteiras desnecessariamente incrementadas entre as disciplinas geográficas que abordavam o tema do bem-estar humano (SMITH, 1980 *apud* ROJAS, 1998, p. 702).

Entretanto, Rojas (1998) afirma que diversas são as denominações que têm sido adotadas por países e regiões, dentre as quais se destacam, com alguma conotação evolutiva, a Topografia Médica, Geografia das patologias, das enfermidades e das mortes, Geomedicina, Geoepidemiologia e Ecologia Médica, entre outras. Nesta pesquisa, em que pese, adota-se o termo Geografia da Saúde, nos moldes resultantes do desenvolvimento deste campo no âmbito na geografia brasileira.

1.1 A NOÇÃO DE SAÚDE COLETIVA

Em princípio, saúde pública e saúde coletiva podem ser considerados sinônimos, no entanto, existem diferenças. Para compreender a noção de saúde pública faz-se necessário realizar um breve histórico do desenvolvimento desta noção, até o momento em que ela passa, devido a alguns fatores, a denominar-se saúde coletiva.

Segundo Gómez-Arias (2003) em meados do século XVI até princípios do século XVII ocorreram na Europa três acontecimentos muito importantes para se compreender a noção de saúde pública, os quais: um desenvolvimento notável do comércio e das forças produtivas, uma acumulação da riqueza proveniente do comércio com o oriente e da exploração da América e, por fim, um crescimento importante da população. Este autor destaca que neste

contexto de acumulação de riquezas que impunha a idéia de enriquecimento ao pensar coletivo, o utilitarismo, corrente filosófica que “[...] interpretava e valorizava os fatos com base no benefício e rentabilidade [...]” surgira como expressão filosófica do capitalismo, compreendendo a importância dos corpos como fontes de produção e riqueza, e o efeito desfavorável das doenças/enfermidades sobre a produção, pois, “os enfermos não trabalham nem consomem” (GÓMEZ-ARIAS, 2003, p. 4).

Neste ínterim, uma nova forma de governo ganhava impulso por consequência do desenvolvimento de mecanismos que pretendiam controlar a incorporação da população ao processo produtivo ao mesmo tempo em que este denominado Estado Moderno. Segundo alguns autores, deveria responsabilizar-se por manter a ordem e garantir a riqueza do reino, mediante ações dirigidas a promover o bem-estar físico, a saúde e longevidade dos súditos produtores de riqueza (GÓMEZ-ARIAS, 2003). Segundo o autor, um aparato de polícia foi desenvolvido para alcançar tais fins, aparato este constituído de diferentes instituições e mecanismos de vigilância, controle e castigo, dirigidos a garantir a ordem, a produção e a saúde da população. É nestas medidas policiais do Estado Moderno que se encontra o germe do que hoje chamamos de saúde pública (GÓMEZ-ARIAS, 2003, p. 5).

Há de se observar ainda que a saúde coletiva pode ser considerada um campo complexamente hierarquizado de saberes e práticas e agentes (LUZ, 2009). Caracteristicamente transdisciplinar, o campo da Saúde Coletiva agrega saberes produzidos pelas ciências biomédicas, humanas e físicas; agentes tais como pesquisadores, técnicos, docentes, gestores; assim como enseja práticas de intervenção, transformação, promovidas por políticas públicas ou não, por meio de técnicas (LUZ, 2009). A Geografia, enquanto um domínio específico do saber, pode contribuir tanto em termos de teorias e metodologias analíticas, como também nas práticas relativas ao campo da saúde coletiva.

Interessante ressaltar que enquanto campo, existe na Saúde Coletiva uma hierarquização dos saberes e práticas mutável de acordo com as transformações internas e externas a eles (culturais, econômicas, sócio-políticas) (LUZ, 2009, p. 307). Portanto, trabalhar a saúde coletiva em separado dos aspectos socioeconômicos, desprovendo-a do espaço geográfico, torna-se algo pernicioso, pois os saberes e práticas deste campo resultam e interagem reciprocamente junto à sociedade, o que leva considerar-se o papel preponderante detido pela organização espacial e aquela (a sociedade) que a anima.

1.2 SAÚDE COLETIVA NO BRASIL

Pode-se entender o movimento da saúde coletiva no Brasil a partir da origem daquilo que se denominou medicina social, que foi o primeiro movimento a tratar da saúde em um âmbito social, um embrião do atual movimento de saúde coletiva. Meneghel (2004) afirma que a medicina social originou-se no século XVIII, na Europa, em um amplo processo de rearticulação social da prática médica, algo que, segundo a autora, o filósofo Foucault havia denominado de “nascimento da medicina social”, que era um indicativo da socialização do corpo (indivíduo) como força de produção e de trabalho a qual o capitalismo havia engendrado, e que por fim, este fato haveria de ser consolidado por meio da medicina.

Tomando como objeto o espaço da sociedade, ainda que em uma estratégia biopolítica (MENEGHEL, 2004), a medicina social estuda “[...] a dinâmica do processo saúde/doença, a relação com a estrutura de atenção médica e com a sociedade, visando à obtenção de níveis máximos possíveis de saúde e bem-estar” (MENEGHEL, 2004, p. 1). A medicina social havia emergido na Europa do século XVIII e diferenciava-se, segundo a autora, em três vertentes principais, as quais: “[...] o sanitarismo inglês, centrado na medicina da força de trabalho; o urbanismo francês, preocupado com a salubridade das cidades; e a polícia médica, que se estruturou na Alemanha, marcada por forte preocupação com o controle sanitário” (MENEGHEL, 2004, p. 1).

A figura do Estado era bastante presente no patrocínio destas perspectivas, tanto é que a participação política postulada como principal estratégia de transformação da realidade de saúde por meio da medicina social (MENEGHEL, 2004) era engendrada na maioria das vezes por esta instituição. Na América Latina, o período compreendido entre o século XIX até 1930, caracterizou-se pelas “[...] investigações no campo da higiene, patrocinadas pelo Estado e desenvolvidas por institutos de pesquisa nos moldes europeus” (MENEGHEL, 2004, p. 2). O início do século XX correspondeu à criação dos institutos de medicina tropical, ao saneamento dos portos, às pesquisas baseadas na parasitologia e aos levantamentos entomológicos, segundo o autor supracitado.

Influenciada, sobretudo, pela medicina urbana francesa, a medicina social praticada no âmbito da América Latina era uma medicina higienista que, sobre o pretexto de controlar as doenças e “limpar” as cidades, tinha na verdade como objetivo eliminar organizações populares, possíveis “focos” de rebeliões (MENEGHEL, 2007), assim como atender a certos interesses, pois nesta época em que havia grandes campanhas de controle de doenças tais como febre amarela, malária, dentre outras ditas “tropicais”, atendia-se às “[...] necessidades

de saneamento dos portos para exportação de produtos da colônia aos países centrais” (MENEGHEL, 2007, p. 5).

Somente na década de 1970 é que se observa o que viria a ser o arcabouço teórico-conceitual da Saúde Coletiva, pois como escreve Nunes (1994, p. 4) na fase que se estende de 1974 a 1979, durante a construção da medicina social, verifica-se um “[...] momento importante na construção teórico-conceitual, com pesquisas sociais, epidemiológicas sobre determinantes econômicos da doença e do sistema de saúde, associada à discussão de propostas alternativas ao sistema de saúde vigente”. Segundo Nunes (1994), é no final da década de 1970 que será repensada a saúde de maneira ampliada, de forma a serem criados cursos de pós-graduação em saúde pública e medicina social, que posteriormente seriam enquadrados no campo das ciências da saúde, com a denominação de Saúde Coletiva (NUNES, 1994).

Torna-se claro que existe a necessidade de políticas públicas de saúde que considerem e incorporem a dimensão ambiental nas atuações da saúde coletiva, como afirma Vilela (et. al., 2003, p. 75), algo reconhecido mesmo pela Constituição de 1988, onde retomou-se a questão ambiental e se relacionou a mesma com o campo da saúde. Segundo os autores, desta premissa resultou a Lei Orgânica da Saúde, ou Lei 8.080/90, que havia incluído entre as atribuições do Sistema Único de Saúde (SUS), as da execução de ações de vigilância sanitária, entendida como um conjunto “capaz de eliminar, diminuir ou prevenir riscos à saúde, de intervir nos problemas sanitários decorrentes do meio ambiente, da produção e circulação de bens e da prestação de serviços de interesse da saúde, bem como as de participar na formulação e na implementação de políticas: a) de controle das agressões ao meio ambiente; b) de saneamento básico; e c) relativas às condições e aos ambientes de trabalho”. Art. 6.º, II.9 (VILELA et al., 2003, p.75).

2 GEOGRAFIA E SAÚDE AMBIENTAL

Em se tratando das relações entre o ambiente e a saúde humana, a Geografia da Saúde em sua primeira fase de estruturação, foram os elementos naturais que mais chamaram a atenção dos estudiosos da área. Porém, dada a evolução das idéias e conceitos que envolvem a temática, o ambiente em suas dimensões físicas e sociais passa a ser o lócus da promoção da saúde, visto que é na “[...] relação dos indivíduos e da coletividade com o ambiente que se estabelecem os processos de produção social da saúde [...]”(GUIMARÃES; PICKENHAYN; LIMA, 2014, p. 81).

Analisando a epistemologia e as mudanças desenvolvidas ao longo da sistematização do conhecimento geográfico, verificam-se diferentes fases no decorrer deste percurso que também incidem no ramo da Geografia da Saúde, bem como da Geografia Médica, que segundo May (1958), deveria se ater aos fatores patogênicos (agentes, vetores, hospedeiros, reservatórios, homem) e geográficos, que se destacariam de tal forma que deveriam ser divididos em 3 grandes grupos: os físicos (clima, relevo, solo, hidrografia, etc.), os biológicos (animal, parasitismo, etc.) e os humanos (combinação de elementos demográficos, ecologia humana, geografia cultural, etc.); cabe ressaltar que autores denominam a Geografia Médica Contemporânea como Geografia da Saúde, visto que se baseia “[...]em análise espacial e geografia aplicada à utilização e acesso aos serviços de saúde, combinando o uso de modelos para melhor entender a ação humana” (DUTRA, 2011, p.73).

Ademais, como enfatiza Barcellos (2008), a Geografia da Saúde torna possível entender e intervir acerca dos problemas de saúde ao perceber a complexidade das relações entre ambiente, sociedade e território, outra categoria muito cara à Geografia.

Desde Max Sorre, em sua perspectiva ecológica, o ambiente tem importância dada a necessidade de se aproximar o mesmo da saúde, uma vez que as relações entre o homem e o meio enquanto ação da natureza (meio físico e biológico) junto ao homem e como ação humana, que interfere e modifica a natureza, trazendo novos elementos ao entendimento das relações ambiente e saúde.

Por conta desta diversidade de ocorrências e dinâmicas ambientais em que as mesmas estão inseridas, cabe ressaltar que se defende a idéia de que o ambiente deve ser tratado de forma holística, tal como fazia Hipócrates em seus trabalhos, considerando-o como tudo aquilo que envolve e está envolto pelo homem, não somente os aspectos ditos físicos, mas também os aspectos sociais e culturais (GUIMARÃES; PICKENHAYN; LIMA, 2014).

Tal como ocorre no campo da geografia da saúde, a organização espacial é muito relevante no que tange os processos doença-saúde humanos, e influencia doravante os fatores ambientais e seus condicionamentos sobre aqueles mesmos processos. Considerar-se-á como ambiente não somente o aspecto físico-químico-biológico da paisagem, mas como também, a teia de relações que se imprimem sobre o espaço por meio da ação da sociedade sobre o mesmo, teia esta oriunda das atividades econômicas, culturais e políticas do homem.

Anunciar o ambiente somente em seus aspectos físicos torna o mesmo um simples palco de acontecimentos, em que não é possível verificar a importância da organização espacial sobre as dinâmicas socioeconômicas que condicionam a atuação das enfermidades na sociedade.

Exemplo disso é trazido por Vieites e Freitas (2007), ao afirmarem que, entre meados do século XVIII e XIX a preocupação com os efeitos à saúde provocados pelas condições ambientais parece ter sido acentuada quando os problemas ambientais sobre a saúde estiveram associados aos efeitos do rápido e intenso processo de industrialização e urbanização que passaram a incidir nas grandes aglomerações e a afetar as populações residentes. A contaminação dos solos, da água subterrânea e superficial decorrem principalmente do crescimento desordenado dos aglomerados urbanos e da produção industrial que não estão sujeitos a um controle ambiental mais efetivo.

Neste sentido, toma-se o ambiente em sua acepção holística, não separando-o da sociedade, mas sim tomando-o como a própria totalidade em que se insere a sociedade e as relações desta com o meio em que a mesma se desenvolve, um todo que abarca sociedade, economia, política e cultura, assim como a natureza, que não é mero substrato, mas condição existencial para a sociedade. Tal como enfatiza Nascimento & Laranja (2008), compreendendo que a sociedade em suas diversas esferas (cultural, econômica, etc.) faz parte de processos relativos à problemática ambiental contemporânea, deve-se levar em conta a sociedade como componente e como sujeito dessa problemática.

Alguns estudiosos utilizam o termo meio ambiente, no entanto, no âmbito deste trabalho considerar-se-á os termos ambiente e meio ambiente como sinônimos, posto que se concorda serem os conceitos muito semelhantes. Como embasamento, leia-se o que diz Veyret (apud MENDONÇA & KOZEL, 2004) acerca do conceito de meio ambiente

A noção de meio ambiente não recobre somente a natureza, ainda menos a fauna e a flora somente. Esse termo designa as relações de interdependência que existem entre o homem, as sociedades e os componentes físicos, químicos, bióticos do meio e integra também seus aspectos econômicos, sociais e culturais (MENDONÇA & KOZEL, 2004, p. 125).

Independente do termo, utilizar-se-á o vocábulo ‘ambiente’ neste trabalho, no sentido amplo de seu significado, ou seja, uma totalidade que se dá em função das relações de interdependência entre sociedade e natureza.

Destarte, um tema bastante trabalhado em saúde ambiental é a questão das doenças contagiosas oriundas de ambientes propícios à ocorrência das mesmas. Quando se trata dos ambientes aquáticos, muitas são as formas de se adquirir, ou entrar em contato, com agentes contagiosos que se encontram neste meio.

Verifica-se, na maioria das vezes, que a forma mais comum de se contrair doenças é a ingestão de água e alimentos contaminados, no entanto, algumas podem ser transmitidas por outros vetores (animais, humanos) ou pelo contato direto com a água contaminada. Doenças não-contagiosas também podem ser contraídas destas formas, excetuando-se os casos de transmissão por vetores.

As doenças infecciosas causadas diretamente pela água que podem ser provocadas pela ingestão de água contaminada com urina ou fezes, humanas ou animais, contendo bactérias ou vírus patogênicos, incluem: cólera, febre tifóide, amebíase, leptospirose, giardíase, hepatite infecciosa e diarreias agudas. Doenças causadas pela falta de limpeza e de higiene com água, provocadas por má higiene pessoal ou contato de água contaminada na pele ou nos olhos, incluem: escabiose (sarna), pediculose (piolho), tracoma (causa cegueira), conjuntivite bacteriana aguda, salmonelose, enterobíase, ancilostomíase (amarelão), ascaridíase (lombriga). Existem também doenças causadas por parasitas encontrados em organismos que vivem na água, ou por insetos vetores com ciclo de vida na água que podem transmitir doenças, tais como: esquistossomose (barriga d’ água), dengue, malária, febre amarela e filariose (elefantíase).

Segundo Angjeli (1995, p. 154) surtos imediatos por focos de água são caracterizados pela infecção de considerável número de pessoas em um período relativamente pequeno de tempo. “A configuração da distribuição dos casos está intimamente ligada à configuração do sistema de distribuição ou ao recurso hídrico”.

Desta forma, conforme está estruturado o sistema de abastecimento de água, o mesmo incidirá na distribuição de doenças correlacionadas a concentração de elementos do ambiente físico como os metais pesados (ou mesmo aos agentes infecciosos), considerando ainda que o estruturamento deste sistema obedece a maneira pela qual se dá a organização espacial do espaço geográfico, em última instância este conduzirá concretamente a maneira pela qual se dará a distribuição espacial de agentes patogênicos e elementos tóxicos por entre a coletividade que consome das águas que perpassam o sistema de abastecimento, que não

deixa de ser um objeto técnico, tal qual Santos (1996) assevera, ou seja, um objeto criado em função do trabalho social e que traz em si uma funcionalidade e ao mesmo tempo uma espacialidade convencionada e animada pela sociedade, ou parcela dela.

2.1 HIDROGEOQUÍMICA E SAÚDE HUMANA

O estudo hidrogeoquímico tem por finalidade identificar e quantificar as principais propriedades e constituintes químicos das águas superficiais, procurando estabelecer uma relação com o meio físico (SANTOS, 1997, p. 81), ele é de suma importância à Geografia da Saúde e Geologia Médica, enquanto auxílio na identificação de elementos químicos que podem ser prejudiciais à saúde humana.

A água no meio natural não é pura, isto porque, conforme os meios em que está interagindo, pode dissolver elementos químicos que estão presentes nos mesmos, e em se tratando das águas que percolam o solo e as rochas, esta ocorrência é ainda mais concreta, pois existe nítido reflexo entre os elementos químicos que ocorrem nas rochas e solos, e aqueles que ocorrem nas águas que os percolaram. Segundo Santos (1997, p. 81) “[...] a água é o solvente mais abundante, sendo capaz de incorporar grandes quantidades de substâncias ao entrar em contato com os minerais constituintes dos solos e rochas, nos quais circula”.

Ocorre então uma movimentação destes íons que obedece uma dinâmica de arranjo e rearranjo de elementos químicos, que existe tanto nos meios superficial como no subterrâneo. Fenômeno esse caracterizado por Licht (1983) como dispersão geoquímica, um processo no qual íons e partículas se movem para novos ambientes geoquímicos, provocado tanto por ação de processos químicos quanto físicos.

No grande sistema dinâmico que é a Terra, onde efetua-se a movimentação de materiais, que mudam de forma e composição em função de processos como a fusão, cristalização, erosão, precipitação, etc., há basicamente 2 grandes grupos denominados ambiente supérgeno e ambiente hipógeno.

O primeiro se restringe à superfície, onde as temperaturas e pressão são mais baixas, há maior facilidade para a circulação de fluídos e maior quantidade de oxigênio livre, sendo o meio onde ocorrem os processos de erosão, intemperismo, sedimentação e diagênese. O segundo ambiente, hipógeno ou profundo, caracteriza-se por altas temperaturas e pressão, com pouco oxigênio livre e baixa circulação de fluídos. Nele ocorrem processos magmáticos, metamórficos e hidrotermais.

De qualquer forma, este fato remete à ocorrência de uma distribuição espacial de elementos químicos condicionada por uma anterior absorção/adsorção destes pela água, que os dissolve e termina por transportá-los para outras localidades. Muitas vezes reconhece-se por meio da análise geoquímica destas águas.

Para Govett apud Licht (1983) uma anomalia geoquímica é considerada quando teores anormalmente altos ou baixos de um elemento ou combinação dos mesmos, ou sua distribuição espacial anormal, em um tipo de amostra particular, em ambiente específico, determinado por uma técnica analítica específica, ocorrem num ambiente que teoricamente não deveria apresentar aquele quadro geoquímico. Por isso Licht (1983) salienta que esta anomalia geoquímica é, por definição, um desvio da normalidade, um desvio dos padrões geoquímicos considerados normais para um determinado espaço geoquímico.

Neste sentido, as doenças de veiculação hídrica aumentam de intensidade e distribuição em regiões com alta concentração populacional, por exemplo, em zonas periurbanas metropolitanas, e com o aumento de despejos de atividades industriais, especialmente aqueles provenientes das indústrias de processamento da matéria orgânica (carne, laticínios, cana de açúcar). Fatores adicionais de contaminação são os rios urbanos de pequeno porte, com águas contaminadas e não tratadas que podem funcionar como pólo de dispersão de doenças de veiculação hídrica direta ou indiretamente (TUNDISI, 2003, p.11).

Os reservatórios naturais vêm sendo depositários de uma variedade de subprodutos, provenientes da atividade antrópica. A presença de elementos potencialmente tóxicos é responsável por efeitos adversos sobre o ambiente, com repercussão na economia e na saúde pública. A introdução de metais nos sistemas aquáticos ocorre naturalmente através de processos geoquímicos, no intemperismo e, a contribuição atribuída à atividade humana é um reflexo de sua ampla utilização pela indústria (YABE e OLIVEIRA, 1998, p.551)

Conforme BAGGIO FILHO (2008), os metais são distribuídos naturalmente no ambiente pelos ciclos biogeológicos, ocorrendo bioconcentração por plantas e animais, bem como sua incorporação na cadeia alimentar. Pelo ciclo geológico, a água de chuva pode provocar a erosão do solo e das rochas, ricos em metais, transportando-os para os rios, lagos e oceanos e, finalmente, precipitando como sedimento.

Os metais presentes na atmosfera também podem ser absorvidos pela água da chuva, retornando ao solo e daí sendo transportados para os rios. Existem diversas fontes antropogênicas de metais no ambiente aquático, dentre elas estão as atividades industriais, lançamento de efluentes domésticos sem tratamento e águas superficiais provenientes de áreas

cultivadas com adubos químicos e defensivos agrícolas que são ricos em cádmio, chumbo, mercúrio e cobre.

Segundo Licht (1998) A água superficial e o material sólido suspenso ou em solução são provenientes do escoamento superficial ou de fontes de águas subterrâneas. Todo mineral solúvel transportado pelas drenagens está relacionado aos constituintes, que deixaram de ser precipitados e que vão produzir as feições hidrogeoquímicas anômalas nas drenagens (LICHT, 1998).

Neste sentido, Vasconcellos (2011, p.44) destaca que o sistema de drenagem possui características químicas provenientes de reações entre elementos químicos, sólidos, gases e líquidos, decorrentes de processos de origem natural ou antrópica, adquirindo assim uma gama de elementos que são expostos ao ser humano de variadas formas: Processos geoquímicos (natural); Intemperismo (natural); Atividade humana (antrópico)

2.2 PROCESSOS GEOQUÍMICOS

Como afirmado por Salomon & Foster (1984), ainda que o volume das águas continentais (rios, lagos, águas subterrâneas) seja insignificante em relação à massa total da hidrosfera, as mesmas tem importância particular visto que são a base do abastecimento público de água doce bem como geoquimicamente são relevantes visto que são responsáveis pela maioria dos processos de erosão e dispersão química dos elementos contidos nas rochas e solos.

Segundo Szikszay (1993, p.8), toda a água nos sistemas das nuvens é uma água praticamente pura, sendo que a aquisição da composição química de uma água vem da dissolução dos minerais, especificamente, pelo processo de salinização, que se processa por dissolução e pelo ataque das substâncias contidas nas rochas que a água atravessa.

Dentre os princípios que controlam a composição química das águas naturais, conforme a autora supracitada, estão a termodinâmica do sistema aquoso e as reações químicas (reações que ocorrem em soluções aquosas relativamente diluídas).

No entanto, é necessário ressaltar que no curso de seu trajeto (ciclo hidrológico), a água está em contato não somente com rochas, mas com gases também, destacando que os gases principais em contato com a água são o N₂, Ar, O₂, H₂, He, CO₂, H₂S, NH₃ e CH₄, todos presentes na atmosfera (SZIKSZAY, 1993, p.13).

No que tange à água superficial, um rio representa a média dos seus afluentes mais as águas da chuva e a água subterrânea, sendo que sob certas condições, materiais dissolvidos

precipitam, sendo outros retirados por organismos (SZIKSZAY, 1993, p.102). A autora destaca ainda que conforme o tamanho dos rios, certas características predominam, sobretudo as características geológicas da região ou locais, no caso dos rios pequenos.

Mudanças mais significativas ocorrem em grandes rios, onde se verifica, por exemplo, que os resíduos secos geralmente aumentam ao longo do curso do rio, assim como certos elementos traços, como o cobre, diminuem ao longo do curso devido à retirada do mesmo efetuada por certos animais que o necessitem para as células; as mudanças se dão também em função do clima e das estações, visto que "O mesmo rio no inverno tem mais sais dissolvidos que no verão por causa das chuvas que diluem as águas dos rios na época das chuvas" (SZIKSZAY, 1993, p.103).

Ressalta-se ainda que as águas dos rios (e lagos) podem ser divididas em duas grandes classes, as águas sulfatadas e as águas carbonatadas, estas mais comuns em regiões ou locais de clima tropical, temperado e subtropical enquanto que aquelas (sulfatadas) são mais frequentes em regiões áridas (SZIKSZAY, 1993, p.106).

No que tange a atuação antropogênica na modificação da qualidade das águas subterrâneas, as fontes de contaminação são em geral diretamente associadas a despejos domésticos, industriais e ao chorume oriundo de aterros de lixo. E assim como ocorre com a água que penetra nos solos e alcança a zona saturada do aquífero, estes contaminantes também mobilizam metais naturalmente contidos no solo, como alumínio, ferro e manganês, assim como também são potenciais fontes de nitrato e substâncias orgânicas extremamente tóxicas ao homem e ao meio ambiente (FREITAS et al., 2001).

Compreender a dinâmica e a disponibilidade dos elementos destacados, bem como suas concentrações no ambiente é muito importante, principalmente diante da constatação de que os impactos tecnogenéticos sobre esses sistemas têm se intensificado nos últimos anos. Como pode-se observar, os metais pesados também são produto das atividades industriais, que são o principal meio de propagação antropogênica destes elementos no ambiente. No quadro 01 encontra-se uma síntese dos metais pesados, caracterizando sua origem na produção industrial e os efeitos à saúde humana.

Quadro 01. Metais pesados oriundos de atividades industriais, origem e efeitos à saúde humana.

Metais	Origem	Efeitos à saúde
Alumínio	Produção de artefatos de alumínio; serralheria; soldagem de medicamentos (antiácidos) e tratamento convencional de água.	Anemia por deficiência de ferro; intoxicação crônica.
Cádmio	Soldas; tabaco; baterias e pilhas.	Câncer de pulmões e próstata; lesão nos rins.
Chumbo	Fabricação e reciclagem de baterias de autos; indústria de tintas; pintura em cerâmica; soldagem.	Saturnismo (cólicas abdominais, tremores, fraqueza muscular, lesão renal e cerebral).
Cobalto	Preparo de ferramentas de corte e furadoras.	Fibrose pulmonar (endurecimento do pulmão) que pode levar à morte.
Cromo	Indústrias de corantes, esmaltes, tintas, ligas com aço e níquel; cromagem de metais.	Asma (bronquite); câncer.
Níquel	Baterias; aramados; fundição e niquelagem de metais; refinarias.	Câncer de pulmão e seios paranasais.

Fonte: Adaptado de CUT – RJ. Comissão de Meio Ambiente. s/a. Org.: ALIEVI, A. A., 2009.

A contaminação dos solos e da água subterrânea decorre principalmente do crescimento desordenado dos aglomerados urbanos e da produção industrial que não estão sujeitos a um controle ambiental mais efetivo. Segundo Valentim (2007) esta situação propicia cenários de risco à saúde humana e demandam abordagem integrada de avaliação e gerenciamento, principalmente nas áreas de maior concentração da população e das atividades produtivas.

Conforme Alievi (et al., 2009b), nestas áreas é maior a pressão sobre os recursos hídricos, que são contaminados por meio de esgotos sanitários e industriais, entre outros. Os empreendimentos industriais apresentam potencial capacidade de contaminação dos solos e da água subterrânea, principalmente as atividades dos setores de produção têxtil, alimentícia, gráfica, química, metalúrgica, siderurgia, celulose, minerais metálicos e não-metálicos, farmacêuticos, dentre outros. Atualmente, os produtos químicos tóxicos representam a maior ameaça para a segurança do abastecimento de água nas nações industrializadas. Existem muitas possíveis fontes de contaminação química na água. Estas incluem hidrocarbonetos clorados, resíduos industriais da produção química, metais pesados oriundos de operações de metalização, pesticidas, e a salinidade provinda da lixiviação de terras agrícolas.

Conforme BAGGIO FILHO (2008), apesar do potencial poluente das fontes naturais de metais, está claro que o grande problema da contaminação advém das ações antrópicas, uma vez que tais metais estão presentes em muitos compostos usados na indústria, na Medicina e na agricultura. A influência das atividades humanas interfere no ciclo bioquímico, alterando a forma e a intensidade do transporte ou a maneira como o metal é depositado originalmente. A intervenção humana pode ser considerada como a maior responsável pela magnitude e frequência da disposição dos metais, uma vez que a sua geração e utilização como subproduto nas atividades industriais ocorre em escalas exponenciais, gerando diversos impactos em níveis locais e globais, levando a um estresse contínuo da natureza e, conseqüentemente, a efeitos agudos e crônicos à saúde dos ecossistemas e do homem (BAGGIO FILHO, 2008).

Ainda segundo Baggio Filho (2008) A contaminação por metais pode ocorrer por fontes difusas (atmosfera, deposições sólidas, lixiviação do solo – particularmente em áreas agrícolas) e pontuais (efluentes industriais, esgotos domésticos, depósitos de lixo e despejos da mineração). "São essas diferenciações que indicam a contribuição de cada uma dessas fontes na contaminação dos ambientes (níveis de assimilação) e também a influência nos trabalhos de remediação" (BAGGIO FILHO, 2008, p. 80).

A par destas considerações, é necessário ressaltar que as águas dos cursos, que drenam uma região, apresentam características físico-químicas próprias, que refletem, como afirmara Tonello (2005), as atividades do solo da respectiva bacia hidrográfica, que neste caso relativo à Bacia hidrográfica do Rio Pirapó, apresenta em seu interior um uso agropastoril preponderante.

3 REVISITANDO O CONCEITO DE BACIA HIDROGRÁFICA

A complexa rede de relações entre elementos geográficos de ordem social e natural presentes neste recorte espacial, particularmente demarcado pela confluência de fatores morfogenéticos e hidrogeológicos, fomenta uma análise geográfica desta totalidade que se apresenta enquanto uma combinação geográfica (CHOLLEY, 1964) dada às particularidades que emergem das relações entre sociedade e natureza no interior destas áreas, as bacias hidrográficas.

Com vias de alicerçar a discussão entorno de um recorte espacial e analítico que possa fundamentar estudos em Geografia da Saúde, procura-se neste ensaio advogar em favor da utilização da bacia geográfica enquanto recorte espacial e analítico, partindo-se da metodologia de análise geográfica promovida por Andre Cholley (1964) em sua teoria das Combinações Geográficas.

Acredita-se que o ajustamento desta teoria à realidade presente e a combinação da mesma à um recorte de cunho regional, como a Bacia Hidrográfica, possam trazer novos elementos para a análise espacial dos estados de saúde em determinadas populações inseridas nestas áreas, vistas em um prisma sistêmico, como preconiza a teoria das combinações.

Enfim, procura-se promover a bacia hidrográfica enquanto uma combinação geográfica particularmente analisável de um ponto de vista sistêmico e que sirva de **recorte analítico e espacial** aos estudos em Geografia da Saúde. Neste sentido, a bacia hidrográfica pode ser considerada enquanto combinação geográfica, sendo assim uma entidade (individualidade) de análise na geografia da saúde. Parte-se do pressuposto que a mesma é a concreticidade de uma determinada combinação geográfica - um arranjo espacial e analítico caracterizado pela relação interdependente dos elementos ambientais e humanos em uma determinada área, neste caso, a própria bacia hidrográfica.

Torna-se necessário ressaltar que a constituição dos primeiros aglomerados humanos às margens dos rios se deu em uma fase em que o homem principiava no trato da terra para cultivar as primeiras cepas de cevada, de trigo; constituir os primeiros arrozais e milharais, dentre outros. Este período em específico, ao qual denomina-se Neolítico, iniciou-se a cerca de 9.000 a.C. e foi marcado, dentre outros, pela fixação de grupos populacionais em áreas propícias ao cultivo, em suma, nas proximidades dos mananciais hídricos (rios, ribeirões, lagos, etc.).

Buscava-se certa proximidade destes corpos tanto para a dessedentação (saciar a sede), alimentação (peixes, crustáceos), como também para as formas de asseio e limpeza, conforto

térmico e fins recreativos (ainda que não fosse o ambiente mais propício a isso, em uma época que o homem era visto como presa por animais que também se utilizavam da água destes locais, com objetivos semelhantes).

Como afirma Engels (2000), no estado selvagem o homem empregara o uso do fogo, o que lhe permitiu, dentre outros, cozinhar animais aquáticos e ao mesmo tempo possibilitou, dada esta nova alimentação, ao homem tornar-se independente do clima e localidade e seguir o curso dos rios e costas marítimas, espalhando-se sobre a superfície terrestre.

Espalhando-se por estas áreas próximas aos cursos d'água, as comunidades humanas começavam assim a ocupar e territorializar estas porções, constituindo seu modo de vida, utilizando os recursos naturais e modificando a paisagem local. No entorno destes cursos d'água a vida era animada pela dinâmica social (cultura, religião, economia) conjuntamente à dinâmica natural dos processos que deram origem àquilo que se viria a denominar como bacia hidrográfica.

Segundo Teodoro (et al., 2007), diversas definições de bacia hidrográfica foram formuladas ao longo do tempo, sendo que em todos os autores há uma grande semelhança no que tange o fato deste recorte espacial basear-se, a priori, na área de concentração de determinada rede de drenagem.

Considerando-se somente a dimensão físico-natural do que viria a ser uma bacia hidrográfica, pode-se valer da definição dada por Barella (2001 *apud* Teodoro et al., 2007) em que se designa bacia hidrográfica como

[...] um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas, ou escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para formação de nascentes e do lençol freático. As águas superficiais escoam para as partes mais baixas do terreno, formando riachos e rios, sendo que as cabeceiras são formadas por riachos que brotam em terrenos íngremes das serras e montanhas e à medida que as águas dos riachos descem, juntam-se a outros riachos, aumentando o volume e formando os primeiros rios, esses pequenos rios continuam seus trajetos recebendo água de outros tributários, formando rios maiores até desembocarem no oceano (BARELLA, 2001 *apud* TEODORO et al., 2007, p.138).

Como afirmado, considerando-se esta dimensão física uma bacia hidrográfica poderia ser definida desta forma, no entanto, argumenta-se que uma definição mais apropriada aos estudos de cunho geográfico que se caracterizem por um viés analítico do contexto (bacia hidrográfica) em que se dão as relações sociedade e natureza, deveria se utilizar de uma perspectiva mais holística no tratamento e definição de uma bacia hidrográfica, dando conta de promover o papel da relação sociedade x natureza neste recorte espacial.

Ou seja, tratar a bacia hidrográfica enquanto um sistema (todo) caracterizado pelas relações sociedade e natureza permite com que se tenha uma visão mais abrangente dos fenômenos geográficos que ocorrem no interior deste recorte espacial que, para todos os efeitos, passa também a ser uma entidade de análise em Geografia da Saúde. Isto se deve pelo fato de que procurar-se-á tratar uma bacia hidrográfica não somente como um recorte (delimitação) mas também como um produto (entidade) dos fenômenos geográficos (naturais e sociais) convergentes, tal como preconiza a teoria de combinações geográficas de Andre Cholley.

3.1 BACIA HIDROGRÁFICA E COMBINAÇÕES GEOGRÁFICAS: APROXIMAÇÕES TEÓRICO-METODOLÓGICAS

A possibilidade de se trabalhar em geografia da saúde utilizando-se a bacia hidrográfica enquanto entidade analítica decorre de uma análise sistêmica da dinâmica socioambiental circunscrita à este recorte, que se considera possível a partir de um aporte teórico-metodológico fundamentado na teoria de Combinações Geográficas formulada pelo geógrafo francês Andre Cholley, na primeira metade do século XX.

Na formulação de sua teoria Cholley preocupava-se com o caráter analítico da pesquisa geográfica visto que seu objeto de estudo, a realidade geográfica, quando reduzida à seus elementos mais simples, expressar-se enquanto combinação de complexo (CHOLLEY, 1964), apreendida por uma análise integrada.

Cabe ressaltar que o contexto científico em que esta teoria foi formulada caracterizava-se pelo advento do método de análise sistêmico introduzido por Bertalanffy (1945) com a sua Teoria Geral dos Sistemas (TGS), em meio à Segunda Guerra Mundial (1939-1945). Dada a complexidade deste período, "[...] a TGS emergiu como uma ferramenta adequada para lidar com as diversas complexidades e as ideias comuns às várias áreas do conhecimento" (ALVES & SILVEIRA, 2008, p. 127).

A sinergia entre a teoria de combinações geográficas de Cholley e a teoria geral dos sistemas de Bertalanffy se traduz nas acepções lançadas por seus autores, quando se analisam suas concepções, cada qual em seu contexto, verifica-se uma similitude de ideias, veja-se:

A própria estrutura das combinações geográficas nos impede de considerar isoladamente os fatores que as compõem, isto é, em si mesmos. Eles existem, somente, como elementos da combinação e é nas próprias combinações que eles fazem parte que convém apreciá-los. Além de sua própria estrutura e de sua essência, que devemos conhecer, é a combinação, na qual se reúnem, que lhes dá seu

verdadeiro sentido devemos, então, procurar estabelecer as relações que os encadeiam aos demais elementos da combinação e a função que lhes cabe no processo em que participa a combinação e no dinamismo que a anima (CHOLLEY, 1964, p.139)

Necessário estudar não somente partes e processos isoladamente, mas também resolver os decisivos problemas encontrados na organização e na ordem que os unifica, resultante da interação dinâmica das partes, tornando o comportamento das partes diferente quando estudado isoladamente e quando tratado no todo (BERTALANFFY, 1975, p.53).

Verificando-se estas afirmações, bem como os estudos desenvolvidos a partir das perspectivas levantadas pelos autores supracitados, constata-se que a preocupação com a análise do processo de organização de cada elemento (parte) e das inter-relações entre eles em uma determinada totalidade (todo) perpassa a análise sistêmica das interconexões, das interfaces entre os elementos (ALVES & SILVEIRA, 2008).

É importante verificar este aspecto pois comprova-se, de uma forma simplificada, que as idéias que fundamentam o pensamento sistêmico também alicerçam a teoria proposta por Andre Cholley, uma vez que uma análise integrada da dinâmica inerente à combinação geográfica assemelha-se à análise proposta pela metodologia sistêmica. Tal como uma combinação geográfica, um sistema é um todo que somente pode ser apreendido por meio da análise das relações entre os elementos que o compõem e revelam sua estrutura (CHOLLEY, 1964).

Esta comprovação se faz necessária para se perceba que a análise proposta na teoria de combinações geográficas é necessariamente sistêmica dado o caráter sistêmico e integrador desta teoria que trabalha, por meio de um método analítico, com a compreensão de uma estrutura organizada (combinação geográfica) a partir da relação entre seus elementos, tal como destaca o próprio Cholley (1964).

Dada as características sistêmicas deste enfoque, utilizá-lo como meio para se compreender e delimitar, no interior de uma bacia hidrográfica, os processos engendrados pela convergência dos elementos presentes em seu interior, permitem uma análise integrada dos aspectos socioambientais presentes neste recorte, tornando-o desta forma, para além de um recorte espacial, uma entidade de análise análoga à combinação geográfica, tornando-a um importante meio para estudos de caráter sistêmico acerca do estado de saúde de populações no interior destas áreas.

Outro dado interessante acerca da utilização da bacia hidrográfica para tal fim é que a mesma se configura como um tipo de combinação complexa dado que diferentes bacias hidrográficas podem apresentar elementos semelhantes, mas diferentes dinâmicas internas,

dadas pela forma como se organizam as relações (estrutura) entre seus diversos elementos (físicos, biológicos e humanos) em seus interiores.

Desta forma, cabe ressaltar que, especificamente no Brasil verifica-se que os estudos em geografia da saúde utilizam como categoria de análise conceitos tais como região e território. A maior parte destes, a partir de um conceito ou de outro, consideram que as interações entre os diferentes segmentos das sociedades humanas e destas com a natureza resultam nas condições de saúde ou doenças das populações (DUTRA, 2011).

No contexto da Geografia da Saúde, no início das formulações teóricas sobre as relações sociedade e natureza e o impacto destas na saúde humana, se procurava trabalhar por meio de um viés analítico e explicativo que, na visão de Max Sorre (1880-1962) poderia ser abarcado pelo conceito de complexo patogênico, onde as relações homem e meio compreendem a ação da natureza (meio físico e biológico) sobre o homem e a ação humana, modelando a natureza (DUTRA, 2011).

Nesta perspectiva, que se assemelha às proposições de Cholley, deve-se valer de um conceito que é ao mesmo produto e limite da dinâmica entre os fatores geográficos em uma dada porção da superfície terrestre. No que tange a utilização do conceito de bacia hidrográfica como um análogo de uma combinação geográfica, defende-se na verdade uma metodologia de pesquisa em que este recorte espacial seja visto e analisado de uma forma sistêmica, o que viria a contribuir sobremaneira aos estudos em Geografia da Saúde que se atém ao estudo do estado de saúde de populações a partir do consumo de água oriunda de cursos d'água superficiais, tais como rios, córregos, etc.

Neste patamar, considerar a gama de variáveis naturais e sociais inseridas no interior da área de abrangência de uma bacia hidrográfica significa a necessidade de um enfoque sistêmico no trato destas diversas variáveis e suas relações no espaço, que resultam em uma combinação geográfica própria do local. Basta ressaltar que as características físicas e biológicas, assim como as atividades humanas (dinâmica urbana, indústria, agropecuária, dentre outros) de uma bacia hidrográfica influem no ciclo hidrológico (TEODORO *et al.*, 2007), afetando-o a ponto das características físico-químicas da água do rio principal e seus afluentes estarem intimamente correlacionadas à estes fatores de cunho geográfico.

Visto desta forma, os estudos geográficos atrelados a análise do estado de saúde de uma população em vista das condições hidrogeoquímicas dos cursos d'água em uma bacia hidrográfica, devem empregar uma análise sistêmica para tratar dos processos doença-ambiente. Análise esta possível quando se trata a bacia hidrográfica enquanto uma entidade de análise embasada na premissa de que a mesma se comporta e se traduz no resultado dos

diversos fatores geográficos intrínsecos e inter-relacionados, tal como uma combinação geográfica.

Tal como afirmara Veado (1998, *apud* LIMBERGER, 2006), através da análise de sistemas e sua complexidade, pode-se criar conhecimentos sobre a natureza e sua estrutura, os elementos que a compõem, saber a maneira como uns influenciam os outros, o papel e função de cada um dos componentes e como o homem e suas atividades modificarão a organização espacial de uma dado território.

Para coadunar com Barcellos (2008 *apud* DUTRA, 2011), destaca o fato de que a Geografia da Saúde pode ajudar a entender e intervir sobre os problemas de saúde se perceber a complexidade das relações entre ambiente, sociedade e território. A análise sistêmica proposta neste trabalho embasada na teoria de combinações geográficas de André Cholley e a importância que o conceito de bacia hidrográfica adquire ao valer-se de sua inerente característica espacial e analítica análoga a uma combinação geográfica, torna possível o tratamento das questões socioambientais que influenciam no estado de saúde em populações locais.

Assim, a proposta de fato pode ser reduzida à necessidade de um arcabouço teórico-metodológico (teoria de combinações geográficas e seu método analítico) que permita trabalhar o conceito de bacia hidrográfica de uma forma sistêmica no trato de questões relativas à saúde humana. Como afirma Barcellos *apud* Dutra (2001), para isso, a Geografia da Saúde "[...] deve contribuir com metodologias que permitem captar e analisar as condições de vida e as situações de saúde que possuem diferentes configurações nos lugares" (BARCELLOS, 2008 *apud* DUTRA, 2011).

Cabe ressaltar que no tratamento da bacia hidrográfica enquanto uma combinação geográfica, dado o caráter sistêmico e integrador deste enfoque, o entendimento dos condicionantes socioambientais que podem promover o aparecimento de anomalias geoquímicas e conseqüentemente de agravos a saúde da população deste contexto espacial produz novos elementos analíticos para o planejamento de recursos hídricos bem como a gestão de bacias hidrográficas.

Esta proposição encontra já encontrava respaldo na afirmação de Leal (2012) de que o gerenciamento de águas e bacias hidrográficas exige que

se considerem diversos processos naturais e sociais interligados, com abordagem holística e sistêmica, visando compatibilizar o uso e ocupação do solo nas bacias hidrográficas com a garantia de disponibilidade de água para a sustentabilidade do desenvolvimento econômico, social e ambiental (LEAL, 2012, p.69).

Acrescenta-se desta forma a questão da saúde como um dos temas caros à gestão de bacias hidrográficas, dado que envolve uma série de fatores socioambientais que são integralizados no contexto de uma bacia hidrográfica e que, em última instância, criam as condições para o aparecimento de agravos à própria saúde da população.

Neste sentido é que se defende um modelo de análise que integre os diferentes fatores geográficos (saúde, ambiente, sociedade, água) pautando-se no uso das combinações geográficas com vistas a não somente contribuir para os estudos da geografia da Saúde como também à gestão de bacia hidrográficas, haja visto que a mesma prescinde daquilo que Leal (2000) afirmava quando se referia ao benefício social que o ato de gerir deveria satisfazer, em que pese, os três conjuntos de necessidade referentes à qualidade de vida, ou seja, o padrão de consumo, condição sócio-cultural e qualidade ambiental. E portanto, “[...] gerenciar águas consiste em trabalhar diversos processos naturais e sociais, com a abordagem sistêmica, com o objetivo de compatibilizar e garantir água para os múltiplos usos, para as atuais e futuras gerações” (LEAL, 2000, p.12)

4 RISCO E VULNERABILIDADE: ESPACIALIZAÇÃO DE ÁREAS DE RISCO À SAÚDE HUMANA

Dada a análise sistêmica dos elementos e processos envolvidos na dinâmica geoquímica dos metais pesados em meio aquoso, tal como um rio, bem como as dinâmicas socioespaciais que criam as condições de agravamento de problemas de saúde na população e que, possivelmente, possam ter algum tipo de relação com a presença de metais na água consumida pela mesma, verifica-se que as correlações entre variáveis tão diversas combinam-se no momento em que observa a constituição de áreas representativas, a quem se pode denominar de áreas de risco.

Assim, o potencial de risco existente nas diferentes situações analisadas podem demonstrar que algumas áreas apresentam uma propensão maior para gerar agravos à saúde da população que consome água obtida em meio às zonas de anomalia hidrogeoquímica. As possíveis correlações existentes entre óbitos e estas mesmas zonas exibem como resultado a configuração de áreas de risco à saúde coletiva.

A partir deste princípio é possível identificar algumas áreas de risco oriundas da espacialização dos teores anômalos encontrados nas amostras analisadas e, portanto, o mapa de distribuição espacial dos teores também serve à identificação destas áreas de risco, o que permite o suporte às atividades de gestão do meio físico (LICHT, 2001). Logo, além de se demonstrar como um meio para a realização das análises espaciais, o mapa de distribuição dos teores configura-se também como um produto em que são apresentadas as áreas de risco e que pode ser utilizado na gestão do meio físico. Conseqüentemente, o mapeamento dos teores nas amostras permite a identificação de zonas anômalas e, por fim, de áreas de risco.

Cabe ressaltar ainda que estas áreas de risco apresentam-se como porções do espaço em que se constituem o que denomina-se como *hazards* (perigo), o que na literatura acerca dos riscos ambientais significa dizer as situações (ou locais) em que há algum tipo de perigo que afete a sociedade. É muito importante afirmar que "[...] um *hazard* não é natural em si, mas trata-se de um evento que ocorre na interface sociedade-natureza" (MARANDOLA JR. e HOGAN, 2004, p. 98).

Como afirmado por Castro, Peixoto e Rio (2005, p. 27), "[...] não se pode pensar em risco sem considerar alguém que corre risco, ou seja, a sociedade". Esta ideia baseia-se no raciocínio de que o risco pode ser vinculado a um acontecimento que pode realizar-se ou não, mas que somente se constitui quando "[...] há a valorização de algum bem, material ou

imaterial, pois não há risco sem a noção de que se pode perder alguma coisa" (CASTRO, PEIXOTO e RIO, 2005, p. 27).

Considerando-se a sociedade exposta a estas áreas de risco, a necessidade de se criar ou promover instrumentos que permitam uma avaliação das situações adversas encontradas no espaço analisado têm uma importância fundamental nas políticas públicas relativas à saúde da população local. Neste sentido, argumentando-se em favor da análise espacial realizada, que buscará correlacionar os casos de doenças e as concentrações de teores anômalos na água, e que produzirá também mapas de distribuição espacial das áreas de risco à saúde pública.

Coaduna com esta proposta a afirmação de distribuição espacial de fatores de risco, como os teores anômalos de metais, por exemplo, permite caracterizar o tamanho e o local das áreas de risco e, como corroborado por Glass (2000), os resultados podem então ser apresentados como mapas que identificam áreas de risco para a saúde humana.

Estas ocorrências representadas na forma dos mapas permitiram com que estes fossem uma ferramenta muito útil no levantamento das áreas de maior risco à saúde pública. Estes mapas de risco poderão ser considerados nas políticas públicas como um apoio na tomada de decisões muitas vezes ligadas às atividades da vigilância ambiental visto que os mesmos apresentarão indicadores ambientais (teores anômalos) que suscitam ações de prevenção, bem como de remediação, descontaminação e recuperação ambiental.

Para além da questão da incidência ou prevalência da doença em termos de variação espacial, Slovik (1987) assevera que há uma necessidade de que a pesquisa relacionada à percepção de risco também se preocupe com a interação do ser humano com o ambiente. Além disso, como afirmado por Davenhall (2010), o mapeamento geográfico da saúde coletiva demonstra-se não somente como um instrumento indispensável aos profissionais da saúde como também um meio para que os indivíduos da sociedade, como um todo, tenham acesso a uma informação que lhes faça mais sentido, para que também comecem a se preocupar com as questões entre saúde e ambiente.

5 METODOLOGIA E MÉTODO DE PESQUISA

Segundo Monken (*et al.*, 2003), o modelo ecológico, a partir da ideia de multicausalidade dos fenômenos aliados ao processo saúde-doença é o que melhor explica a relação homem-ambiente do ponto de vista epidemiológico, uma vez que os contextos em que estão inseridos nos grupos sociais estão sujeitos a uma acumulação de riscos provenientes da forma como o espaço geográfico é organizado e produzido pela sociedade. Favorecendo a modificação no entorno e nos recursos naturais que podem promover o aparecimento de enfermidades na população, que somente são entendidas quando se considera a multiplicidade de relações entre fatores geográficos naturais e antrópicos.

A epidemiologia, conforme Lilienfield (1980) estuda os padrões de ocorrência de doenças em populações humanas e os fatores determinantes destes padrões. Neste sentido, a mesma aborda o processo saúde-doença em grupos sociais, que podem ser pequenos ou até mesmo populações inteiras. Tratando-se de uma análise que aborda complexas redes de interação entre sociedade e natureza para o entendimento dos padrões de ocorrência de doenças, a epidemiologia busca na teoria da multicausalidade o entendimento da combinação de fatores que interagem entre si e acabam desempenhando importante papel da determinação das doenças (MENEZES, 2001).

É neste sentido que a compreensão do espaço geográfico em questão, perpassa o entendimento da formação socioespacial (SANTOS, 1982), que se configurou ao longo do tempo histórico e da resultante combinação geográfica (CHOLLEY, 1964) construída em função das relações sociedade e natureza específicas da localidade analisada, em que pese, a bacia hidrográfica do rio Pirapó.

Assim, ponderar a categoria espaço geográfico em um contexto de bacia hidrográfica considerada enquanto combinação geográfica - extrapolando o seu sentido restrito de recorte espacial - permite compreender os processos doença-saúde (no campo epidemiológico) ou a “situação de saúde de um espaço populacional dado” (ROJAS, 1998), enquanto um resultado das condições específicas de grupos sociais, articuladas à forma como estes se inserem socialmente em determinado momento histórico e circunstâncias naturais (CASTELLANOS, 1990).

A epidemiologia em termos ecológicos combinada às categorias formação socioespacial, espaço geográfico e um conceito mais amplo de bacia hidrográfica, que no caso específico desta pesquisa se traduz- enquanto uma combinação geográfica (CHOLLEY,

1964), nas bases para a compreensão dos processos doença-saúde-ambiente analisados e discutidos neste estudo.

Quanto aos procedimentos metodológicos utilizados nesta pesquisa, optou-se pela verificação do estado de saúde da população que reside na área da bacia hidrográfica do rio Pirapó bem como da qualidade da água dos rios principais da bacia (Pirapó e Bandeirante do Norte) em termos de concentração de metais na água dos mesmos, com o intuito destacado de se verificar as possíveis correlações entre a saúde humana e a presença de metais na água consumida, traçando ainda uma distribuição espacial de áreas de risco decorrentes da presença de teores anômalos de metais no decurso da bacia hidrográfica analisada.

Dada a necessidade do levantamento da área de estudo e a produção de mapas com as características físicas e socioeconômicas da Bacia hidrográfica do Pirapó, foram elaborados, além dos mapas de **localização e recursos hídricos** da área de estudo, mapas do tipo **geológico, geomorfológico, pedológico, hipsométrico, vegetação original e climático** a partir de arquivos no formato *shapefile* (*.shp) disponíveis no site do Instituto de Terras Cartografia e Geociências (ITCG), utilizando-se o *software* ArcView (10.0) da ESRI. Foi realizada uma sobreposição dos *shapes*: junto ao recorte dos municípios que compõem a Bacia hidrográfica do Rio Pirapó de modo a se obter os mapas temáticos relativos a cada aspecto físico destacado anteriormente. Ressalta-se que o datum planimétrico e o sistema de projeção adotado foi o SIRGAS 2000 UTM Zona 22S. Desta forma, o quadro 02 demonstra quais bases cartográficas (*shapefiles*) foram utilizadas para representar os aspectos físicos da área de estudo.

Quadro 02. Dados e informações geoespaciais temáticos em formato shapefile (ITCG)

Mapa das Bacias Hidrográficas	Mapa das Bacias Hidrográficas do Paraná Fonte: SUDERHSA
Hidrografia – 1:250.000	Arquivo Vetorial - Formato Shapefile - da hidrografia do Estado do Paraná. Material Vetorizado com base nas Cartas Topográficas na escala de 1:250.000 Fonte: IPARDES
Mapa Geológico	Mapeamento Geológico do Paraná, disponível na escala de 1:250.000.
Mapa Geomorfológico	Mapa Geomorfológico do Paraná Fonte: MINEROPAR/IPARDES/ITCG
Mapa de Solos	Mapa de Solos do Paraná Fonte: EMBRAPA/EMATER
Mapa Fitogeográfico	Mapa Fitogeográfico do Paraná 1989/1990 Fonte: MAACK/ITCG/IBGE
Mapa de Climas	Mapa dos Climas do Paraná, segundo a classificação de Köppen Fonte: SIMEPAR

Fonte: ITCG – Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná. Org. O autor, 2015.

O mapa hipsométrico, em específico, foi obtido a partir de modelos digitais de elevação a partir de imagens SRTM disponibilizadas pelo TOPODATA (Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil – www.dsr.inpe.br/topodata) originalmente georreferenciadas em WGS84 e posteriormente reprojetaadas em UTM/WGS84 no software QGIS versão 2.16.2. Para tal, utilizou-se as seções 23S525 e 22S525, que correspondiam à área de estudo, sendo que a partir da manipulação destas imagens SRTM foi gerado o mapa hipsométrico da bacia hidrográfica do Pirapó, neste mesmo software (QGIS).

Para elaborar os mapas relativos as temáticas socioeconômicas como a subdivisão do norte-paranaense, área de colonização, gênese dos núcleos urbanos, rede urbana e rodovias, aspectos demográficos, atividades econômicas, produto interno bruto per capita, renda domiciliar (índice de Gini), índice de desenvolvimento humano municipal (IDH-M), renda municipal per capita e, por fim, uso e ocupação dos solos, também foram utilizadas bases cartográficas adquiridas junto ao site do ITCG, assim como foram utilizados dados oriundos do IBGE (2010; 2012), IPARDES (2012; 2015) na espacialização dos temas relativos a cada município da bacia hidrográfica do Pirapó.

No caso específico dos dados de saúde, relacionados aos óbitos registrados no ano de 2016, os mesmos foram obtidos a partir dos bancos de dados da Secretaria de Saúde do Estado do Paraná (SESA/PR), onde foram logrados dados relativos aos óbitos por grupo de causas ligados à CID-10, dentre os quais: I - Neoplasias (tumores); II - Doenças Endócrinas Nutricionais e Metabólicas; III - Transtornos Mentais e Comportamentais; IV - Doenças do Sistema Nervoso; V - Doenças do Aparelho Circulatório; VI - Doenças do Aparelho Digestivo; VII - Doenças do aparelho Respiratório; VIII - Doenças do Aparelho Geniturinário.

Para regularizar os dados de forma a manter a proporcionalidade entre a quantidade de óbitos (dado bruto) e quantidade de habitantes em cada município, foi necessário calcular a taxa de mortalidade para cada município e cada grupo de causas. Desta forma, dividiu-se o numero de óbitos pelo numero de habitantes para que não houvesse desproporcionalidade entre os dados, e dado que se utilizaria os dados do ano de 2016 (teores de metais nas amostras, óbitos por grupos de causas, numero de internações, uso e ocupação do solo neste ano, dentre outros), a quantia populacional foi baseada nas projeções do IBGE (2016) para o ano de 2016. número de óbitos por determinada doença, para cada 1.000 habitantes, na população residente em determinado espaço geográfico, no ano considerado. Esta taxa retrata

a incidência dessas doenças na população e estima o risco de morte, dimensionando a sua magnitude como problema de saúde pública (RIPSA, 2008).

$$\frac{\text{Número de óbitos de residentes por grupo de causas} \times 1.000}{\text{População total residente do ano considerado}}$$

Após tabulação destes dados, com a utilização do software ArcMap (ArcGis 10.0), foi realizada a distribuição espacial das variáveis por meio de quantificação em cores graduadas (*gratuated colors*) para cada município do recorte espacial e analítico para a verificação dos municípios com menor e maior número de óbitos para cada grupo de causas destacado anteriormente. Os mapas gerados demonstraram a distribuição espacial dos óbitos ao longo de um período compreendido entre os anos de 2016 e 2017, porém, cabe ressaltar que optou-se por se utilizar somente os dados do ano de 2016 devido o fato de que as correlações entre os dados de saúde e os teores de metais nas amostras de água se baseariam nas concentrações mais elevadas do período seco (ago/2016). Posteriormente, estes mapas foram comparados às áreas de risco geradas em função dos teores anômalos de metais nas amostras coletadas ao longo do curso dos rios Pirapó e Bandeirante do Norte, com o intuito de se verificar possíveis correlações espaciais entre os óbitos e teores anômalos de metais na água consumida.

Optou-se pela obtenção de amostras de água superficial e, especificamente dos rios Pirapó e Bandeirante do Norte devido à necessidade de se trabalhar com os mananciais mais utilizados para o abastecimento público. Conforme SEMA (2013), a demanda hídrica da Bacia do Pirapó é de aproximadamente 3 mil L/s, dos quais 75% provém de mananciais superficiais e 25% de mananciais subterrâneos. Quando se trata do abastecimento público, cerca de 38% da demandada tem essa finalidade. Além disso, “A disponibilidade hídrica superficial da Bacia do Pirapó é de 30 mil L/s, o que representa cerca de 3% do total do estado” (SEMA, 2013, p.90).

Ainda que os limites físicos da bacia hidrográfica do rio Pirapó não coincidam com os limites políticos dos municípios, estes fazem uso da água dos rios Pirapó e Bandeirante do Norte no abastecimento público de suas populações de tal modo que a demanda por água superficial no interior da bacia atinge cerca de 75% para tal finalidade, como afirmado. Embora esta situação demande atenção, torna-se claro que o contexto da bacia hidrográfica impõe-se como fator preponderante, haja visto que a água superficial representa um montante considerável do que é consumido pela sociedade, independente dos limites político-administrativos impostos pela mesma.

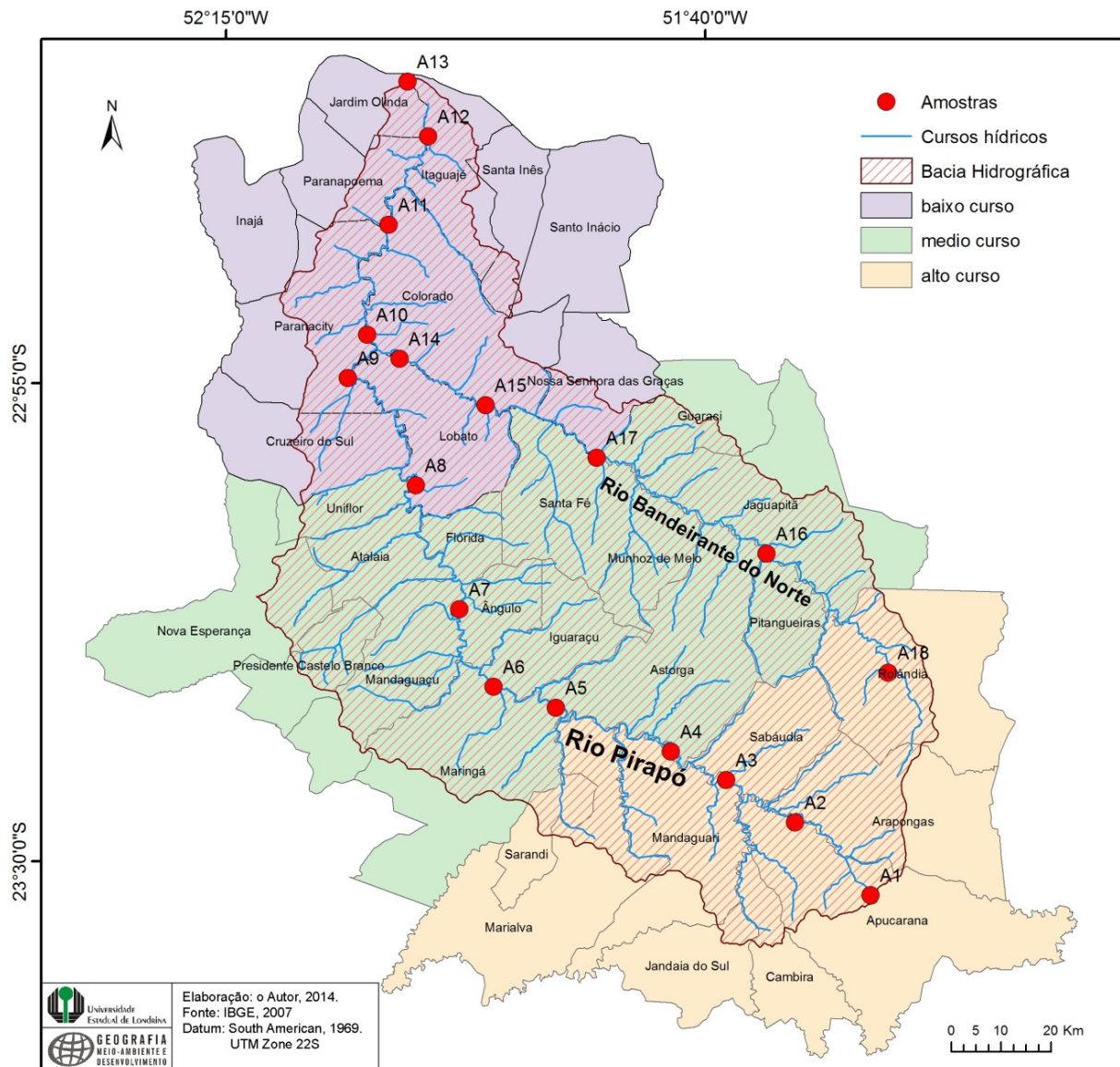
No que tange o procedimento de campo para amostragem dos teores de metais nas águas dos rio Pirapó e Bandeirante do Norte, a coleta das amostras ocorreu nos pontos destacados no mapa a seguir (figura 01). Ao todo foram coletadas cerca de 18 amostras em cada período (seco e cheio), nos anos de 2016 (agosto) e 2017 (janeiro). Além disso, procurou-se dividir a bacia hidrográfica em porções de alto, médio e baixo curso com base nos limites municipais.

As amostras de água foram coletadas em recipientes plásticos de 500 mL, devidamente etiquetados. Em seguida, foram adicionados cerca de 1,0 mL de Ácido Nítrico Ultrapuro (Merck) utilizando uma pipeta calibrada com uma pêra acoplada para posteriormente ser realizada a homogeneização. As mesmas foram armazenadas em caixas térmicas com gelo durante o período amostral e no transporte para o laboratório, sendo armazenadas em câmara fria, permanecendo sob resfriamento até o preparo para análises. Segundo Apha (2012), a adição do ácido na água é fundamental para manter suas propriedades químicas e biológicas.

Ressalta-se que após a coleta, procedeu-se com o armazenamento das amostras e as mesmas foram preservadas na câmara fria do Laboratório de Química - Departamento de Química (CCE/UEL) e em um Freezer no Laboratório de Geologia e Solos – Departamento de Geociências sob temperatura de aproximadamente 4°C.

Antes da análise no equipamento de espectometria, as amostras foram filtradas em membrana de celulose Milipore de 0,22 µm e armazenadas em frascos de 150 mL (polietileno). Desta forma, no laboratório, as alíquotas de 500 ml sofreram uma redução de volume para frascos de aproximadamente 150 ml, visto que a quantidade necessária é bastante pequena pelo equipamento (MP-AES), sendo as mesmas filtradas, para eliminar qualquer impureza que tenha persistido e que possa comprometer o equipamento.

Figura 01. Localização dos pontos de amostragem ao longo dos rios Pirapó e Bandeirante do Norte, destacando os trechos de alto, médio e baixo curso.



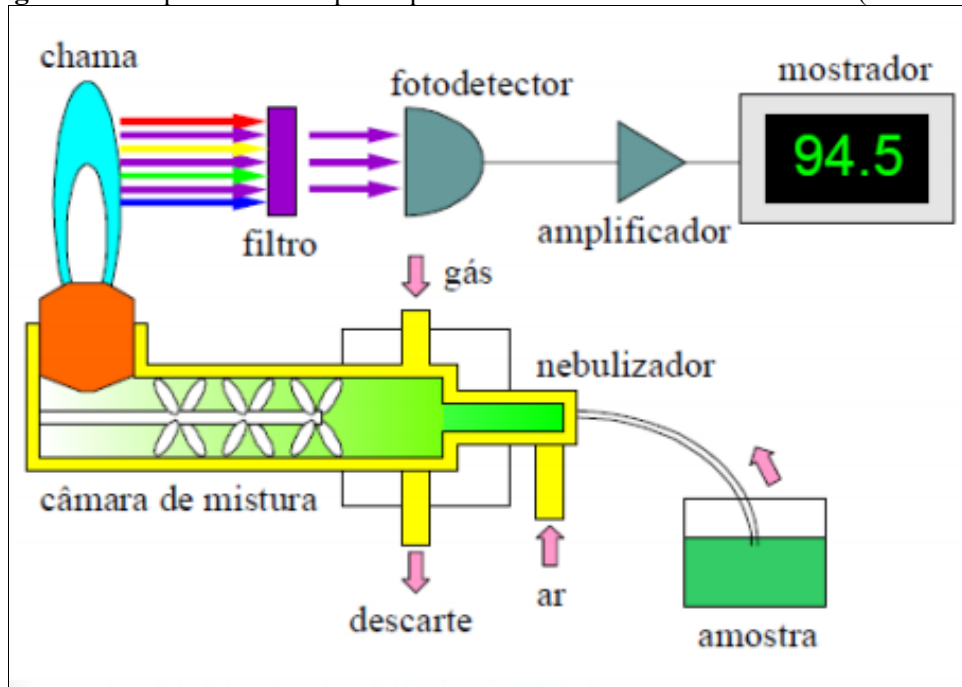
Assim, preparadas as amostras, as mesmas seguiram para a análise no MP–AES (Espectrômetro de Emissão Atômica com Plasma por Microondas - modelo MP4200/Agilent), no laboratório Espectroscopia da Central Multiusuária de Laboratórios de Pesquisa (CMLP) da PROPPG/Uel no departamento de Química da Uel, equipamento no qual foram verificadas as concentrações dos seguintes metais na água coletada: alumínio (Al), bário (Ba), cobalto (Co), ferro (Fe), silício (Si), cálcio (Ca), estrôncio (Sr), cobre (Cu), níquel (Ni), manganês (Mn), chumbo (Pb), magnésio (Mg) e potássio (K).

Para tal, este Espectrômetro de Emissão Atômica (MP-AES) utiliza a luz emitida pelo plasma (gás nitrogênio) que é dirigida a um detector de dispositivo acoplado de carga de ruído

baixo (CCD) que mediu o espectro e o sinal de fundo simultaneamente para precisar as curvas de calibração bem como os limites de detecção e, por fim, realizar a leitura dos teores de metais nas amostras (figura 02).

Conforme consta no sítio da USGS (Serviço Geológico dos Estados Unidos), a Espectrometria de Emissão Atômica é uma técnica utilizada para determinação quantitativa de metais, em níveis de concentrações maiores (porcentagem) e menores (ppm), em uma ampla variedade de amostras, tais como: amostras geológicas, ambientais e água, aços e ligas, orgânicas, agricultura e alimentos.

Figura 02. Etapas da análise por Espectrometria de Emissão com Plasma (MP-AES).



O princípio fundamental da Espectrometria de Emissão Atômica consiste na ionização dos elementos a serem analisados pelo plasma indutivo de argônio. No plasma as amostras transportadas em forma de aerosol sofrem uma seqüência de processos físico-químicos: dessolvatação, vaporização, dissociação e ionização. Em seguida, a luz emitida é filtrada e separada por região do espectro (difratada pelas redes de difração). Cada região do espectro está associada a uma transição eletrônica e as intensidades luminosas são medidas, pois são proporcionais à concentração do elemento.

Desta forma, as curvas de calibração foram obtidas a partir da leitura de 4 padrões para cada elemento analisado, sendo que os limites de detecção auferidos pelo equipamento permitiram a leitura dos teores dos elementos elencados na pesquisa, exceto pelo cádmio

(Cd), sódio (Na) e zinco (Zn) que apresentaram leitura abaixo do limite de detecção do equipamento (tabela 01).

Tabela 01. Limites de detecção do equipamento (MP-AES).

<i>Parâmetro</i>	<i>Mínimo Detectável</i>	Método de Análise
Alumínio (ppm)	0,006	MP-AES
Bário (ppm)	0,0002	MP-AES
Cálcio (ppm)	0,00005	MP-AES
Chumbo (ppm)	0,005	MP-AES
Cobalto (ppm)	0,002	MP-AES
Cobre (ppm)	0,001	MP-AES
Cromo (ppm)	0,001	MP-AES
Estrôncio (ppm)	-	MP-AES
Ferro (ppm)	0,002	MP-AES
Magnésio (ppm)	0,00012	MP-AES
Manganês (ppm)	0,0002	MP-AES
Níquel (ppm)	0,003	MP-AES
Silício (ppm)	-	MP-AES

Fonte: Agilent MP4200 (www.agilent.com/en/products/mp-aes).

Dentre aqueles que apresentaram teores suficientes para serem detectados pelo equipamento e considerando os valores para os dois períodos analisados (seco – agosto/2016 e cheio fevereiro/2017) tem-se o **alumínio** (Al), com variação de 0,00064 a 0,0073 ppm; o **bário** (Ba) com variação de 0,003 a 0,020 ppm; o **cobalto** (Co) com variação de 0 a 0,009 ppm; o **ferro** (Fe) com variação de 0 a 28,90 ppm; o **silício** (Si) com variação de 11,08 a 24,31 ppm; o **cálcio** (Ca) com variação de 0 a 11,46 ppm; o **estrôncio** (Sr) com variação de 0,035 a 0,053 ppm; o **cobre** (Cu) com variação de 0,0004 a 0,0017 ppm; o **níquel** (Ni) com variação de 0 a 0,0006; o **manganês** (Mn) com variação de 0 a 0,014 ppm; o **chumbo** (Pb) com variação de 0 a 0,0069 ppm; o **magnésio** (Mg) com variação de 0,286 a 0,494 ppm; e o **potássio** (K) com variação de 0,887 a 2,717 ppm. Estes dados podem ser visualizados nas tabelas 11 e 12 (páginas 126 e 130)

Após os resultados da análise química, os mesmos foram aplicados em um software de estatística para estabelecer as possíveis correlações entre as variáveis hidrogeoquímicas analisadas junto a um Sistema de Informação Geográfica – SIG.

Em relação aos dados regionalizados, foi realizada a análise espacial utilizando o software ArcMap 10, por meio interpolação IDW (Inverse Distance Weighted - Inverso do Quadrado da Distância), um processo no qual utiliza-se de pontos com valores conhecidos para estimar os valores em outros pontos desconhecidos, de tal modo que a ponderação é atribuída a pontos amostrais através da utilização de um coeficiente de ponderação que

controla como a influência da ponderação irá diminuir a medida que a distância a partir do ponto desconhecido aumenta (NETELER & MITASOVA, 2008).

A distribuição espacial gerada pela interpolação IDW teve como base a classificação dos teores amostrados por meio do método de classificação por desvio padrão (Standard Deviation), tendo como tamanho de intervalo $\frac{1}{4}$ de desvio padrão, resultando dentre 11 a 15 classes para cada mapa de teores gerado neste processo. Combinando as áreas de teores anômalos para cada metal, obteve-se a distribuição espacial das áreas de risco com base nas anomalias geoquímicas identificadas a partir dos pontos amostrados, o que permitiu elaborar o mapa de áreas de risco (figura 61, página 175). De todo modo, ressalta-se que as concentrações variaram em função, principalmente de fatores como a época de coletas; se no período de alta (período úmido/cheio) quando há maior aporte de chuvas na região e consequentemente maior diluição dos metais no meio aquoso ou a coleta ocorre no período de baixa (período seco), onde há uma menor diluição e por conseguinte um aumento na concentração média dos metais nas águas do rio estudado.

Assim, as concentrações de metais nas 36 (trinta e seis) amostras, sendo 18 (dezoito) referentes ao período de baixa e a outras 18 (dezoito) referentes ao período de cheia, obedeceram de uma forma geral a lógica descrita anteriormente, podendo-se verificar que as amostras do período de seca apresentaram maiores concentrações de metais do que as amostras do período úmido e, portanto, estes dados foram utilizados como base para o tratamento das correlações junto aos dados de saúde do mesmo ano, 2016.

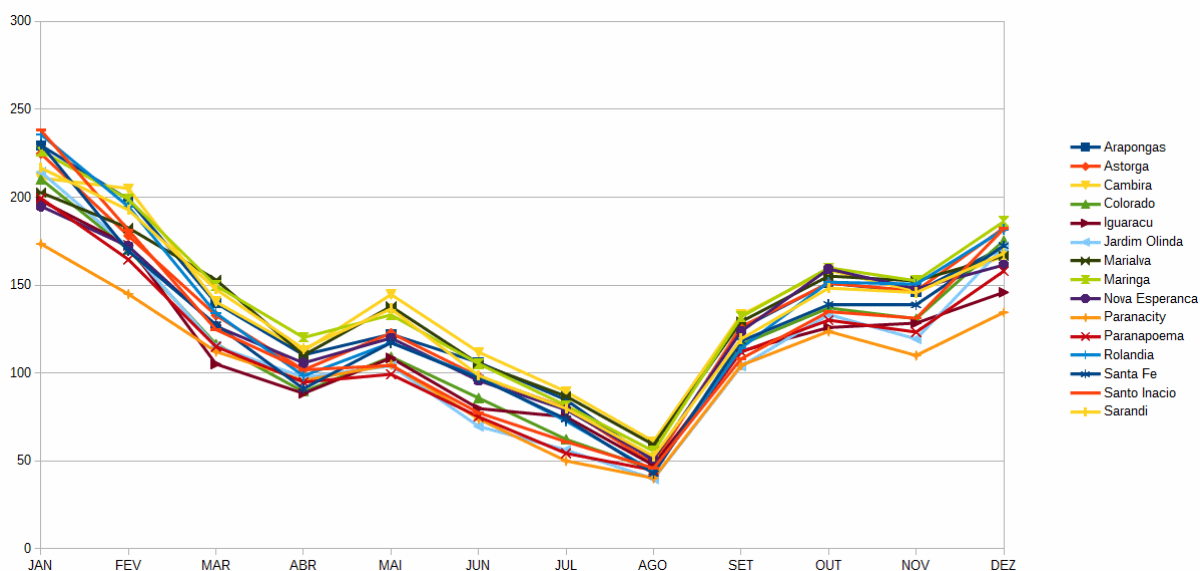
Portanto, as coletas realizadas no período de baixa (seca, estiagem) ocorreram nos dias 27, 28 e 29 de agosto do ano de 2016. Analisando a série histórica compreendida pelo intervalo de 30 anos, entre 1987 e 2017, verifica-se que no mês de agosto as alturas mensais de precipitação (mm) apresentam as menores médias, em todos os municípios da bacia hidrográfica do rio Pirapó que apresentam estações pluviométricas, conforme o Instituto de Águas do Paraná. Sendo assim, na tabela 02 e no gráfico 01, observa-se que em todos os municípios a média de precipitação teve seu menor valor no mês de agosto, no período compreendido entre os anos de 1987 e 2017.

Desta forma, optou-se pela realização das coletas referentes ao período de baixa (seca) no mês de agosto (2016), dado que nos últimos 30 anos o mesmo tem apresentado as médias mais baixas de precipitação (mm).

Tabela 02. Alturas mensais de precipitação (mm) no período entre os anos de 1987 e 2017.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Arapongas	229,5	198,8	139,8	110,3	122,1	106	84,7	49,8	125,5	151,2	146,1	171,9
Astorga	224,8	178,1	132,8	101,8	122,7	98,1	80,2	48,1	126,4	151,1	146,8	182,6
Cambira	211	205	140,5	112,5	144,7	111,9	89,4	61,1	133,1	158,5	146,6	166,6
Colorado	210,4	170,2	116,5	89,4	109,2	85,8	62,3	45,1	116,3	137	130,9	175,3
Iguaracu	198,1	172,7	105,1	88,4	108,6	79,8	75,1	47,5	112,5	125,9	128,4	145,9
Jardim Olinda	214,4	171,6	115,3	97,6	104,1	69,7	56,2	39,8	103,9	133,3	119,4	171,9
Marialva	202,7	182,6	153	110,1	137,9	105,3	86,8	59,2	129,2	155,2	152,4	166,7
Maringá	226,3	198,9	149,7	120,2	133,1	105,3	81,5	55,5	131,9	159,9	152,5	186,2
Nova Esperança	194,9	172,1	126,6	105,7	119,9	95,7	79,1	51,1	123,7	159,2	148	161,5
Paranacity	173,5	144,9	112,2	95,8	104,8	73,9	50	40,2	104,4	123,7	110	134,5
Paranapoema	199,5	164,6	115	94,8	99,3	75,1	54,3	44,7	112	130,1	123,3	158
Rolandia	235,8	194,7	134	98,4	117,2	97,9	72,7	44,1	114,2	151,7	150,6	181,6
Santa Fe	230,1	169,4	127,5	91,1	117,3	97,1	73,8	42,8	118,2	139,1	138,7	172,4
Santo Inácio	238,1	181,3	124,7	101,8	104,3	77,4	60,9	45,9	108,1	134,9	131,2	182,1
Sarandi	216,7	192,8	147,6	113,8	136,5	98,6	79,8	52,7	119,4	148,3	145,8	168,1

Fonte: Instituto das Águas do Paraná, 2017. Org. O autor, 2017.

Gráfico 01. Médias mensais de altura de precipitação (mm) em 30 anos, no período entre os anos de 1987 e 2017, registradas nos municípios da bacia hidrográfica do rio Pirapó com estações pluviométricas.

Fonte: Instituto das Águas do Paraná, 2017. Org. O autor, 2017.

Ainda de acordo com os dados da tabela 02, o mês de janeiro tem se demonstrado nos últimos 30 anos aquele com as maiores médias de precipitação, o que deveria ser considerado na realização das coletas em período de cheia (alta) dos rios Pirapó e Bandeirante do Norte, porém, naquele mesmo ano de 2016, a alta precipitação e todos os

problemas gerados pela mesma, como a destruição de algumas pontes (figura 03) que seriam utilizadas para a coleta das amostras inviabilizou o procedimento no mês de janeiro de 2016, sendo o mesmo postergado para o mês de janeiro do ano seguinte, em 2017. Assim, as coletas ocorreram nos dias 10, 11 e 12 de janeiro de 2017, período em que houve precipitação considerável, porém sem os mesmos tipos de situações adversas observadas no ano anterior de 2016.

Figura 03. Ponte interditada devido à destruição da mesma no início do ano de 2016, nas proximidades de Jardim Olinda.



Fonte: O autor, 2016.

Comparando-se os dados relativos aos anos de 2016 e 2017 (tabela 03), especificamente, aos dados destacados anteriormente, verifica-se que os meses de maior altura de precipitação (mm) são os meses de janeiro, maio e dezembro (2016), bem como janeiro e maio de 2017 (gráfico 02), segundo o Sistema de Informações Hidrológicas (Instituto das Águas do Paraná).

Por outro lado, no ano de 2016 o registro dos meses com maior estiagem demonstra que a mesma ocorrera principalmente entre os meses de julho e setembro (agosto apresentou um pequeno aumento na precipitação, essencialmente nos primeiros dias do mês), verificando-se um padrão semelhante no ano de 2017.

Assim, corroborando com as médias de precipitação registradas nos últimos anos, bem como os dados mais atuais dos anos de 2016 e 2017, os meses de agosto e janeiro foram

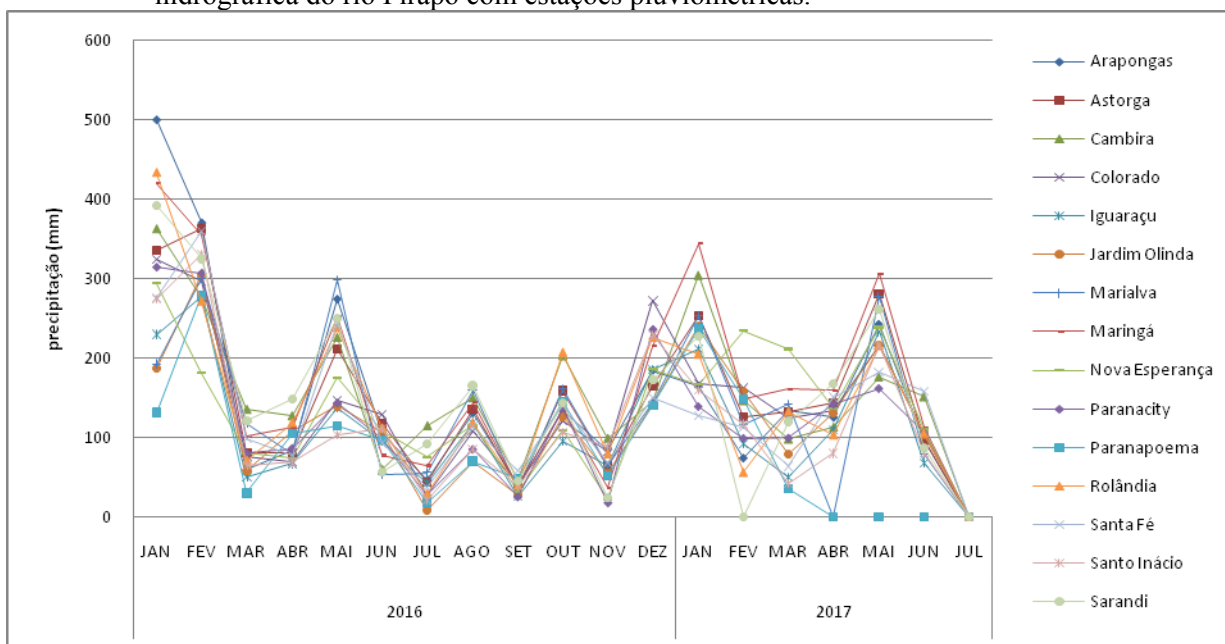
representativos dos períodos de estiagem e umidade, respectivamente, na área da bacia hidrográfica do rio Pirapó, dado que nas amostras de cada momento (seco e úmido) as concentrações dos metais foram resultantes da maior e menor dissolução dos mesmos nas diferentes situações, em função da sazonalidade das precipitações pluviométricas na área de estudo.

Tabela 03. Alturas mensais de precipitação (mm) no período entre os anos de 2016 e 2017.

	2016												2017						
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL
Arapongas	501,1	371,1	60,3	84,1	274,8	105,2	46,7	131,1	38,2	133,6	84,8	185	165,2	74,1	133,6	125,4	243,1	97,5	0
Astorga	336,4	363,8	80,4	80,7	211,3	118	43	136,2	36,4	159,2	63,7	165,1	253,5	125,8	132,5	143,5	282	96,4	0
Cambira	363,4	276,4	135,7	127,5	226,4	59,8	115,1	150,3	47	203,2	99,1	145,3	304,7	146,7	98,1	113,3	176,6	151,4	0
Colorado	324,2	297,4	76,5	69,6	147,3	128,5	27,5	108,6	40,1	121,2	82,3	272,1	167,7	162,2	125	134,2	215,8	105,4	0
Iguaraçu	229,6	277,2	49,9	66,9	136,7	95,5	42,5	118,3	25,4	95,2	64,2	185,1	211,1	91,6	50,4	109,5	232,9	67,4	0
Jardim Olinda	187,6	305,4	59,1	108,7	140,2	106,5	9,5	69,8	27,5	127,3	55,2	142,9	240,4	158,2	79,4	130,7	216,4	103,5	0,7
Marialva	192,9	300,4	118,7	79,4	298,5	53,1	55,7	160,1	33,4	161,3	64,8	143,5	253,2	116,8	142	-	278,3	78,5	0
Maringá	419,8	355,1	101,7	112,7	252,4	78	64,8	144,4	39,4	135,1	36,9	215,3	343,9	149,3	161,2	159,2	306,1	113	0
Nova Esperança	294,7	181,6	80,9	73,8	176	108,5	75,9	116,2	32,4	109,6	22	187	167,5	234,9	211,8	137,4	239,4	110,2	0
Paranacity	314,5	307,2	79,9	86	143,3	98,3	26,7	84,9	25	137,3	17,5	236,1	138,9	98,9	99,2	141,6	161,6	106,3	0
Paranapoema	131,7	279,6	29,9	104,7	114,9	96,8	18,4	70,2	47,9	145,6	51,1	140	236,8	148,6	35,7	-	-	-	-
Rolândia	433,6	271,5	71,4	118,7	238,4	112,2	29,5	118,6	39,6	207,3	79,3	226	204,8	55,9	133,1	102,9	215,5	105,9	0
Santa Fé	276,4	360,1	98,6	77,2	244,2	92,9	36,4	113,7	58,1	140,7	68,5	150,3	128	112,5	63,8	150,8	182,3	158,8	0
Santo Inácio	274	330,4	64,6	68,5	102,9	111,1	20,7	85,4	39,3	106,8	88,8	229,1	160	116,6	41,4	79,8	216,4	80,7	0
Sarandi	392,6	325,6	120,9	148,5	250,6	56,2	92,4	165,5	44,7	143,5	24	173	227,5	-	120,3	168,4	261,7	87,6	0

Fonte: Instituto das Águas do Paraná, 2017. Org. O autor, 2017.

Gráfico 02. Altura de precipitação (mm) nos anos de 2016 e 2017 (jan-jul), nos municípios da bacia hidrográfica do rio Pirapó com estações pluviométricas.

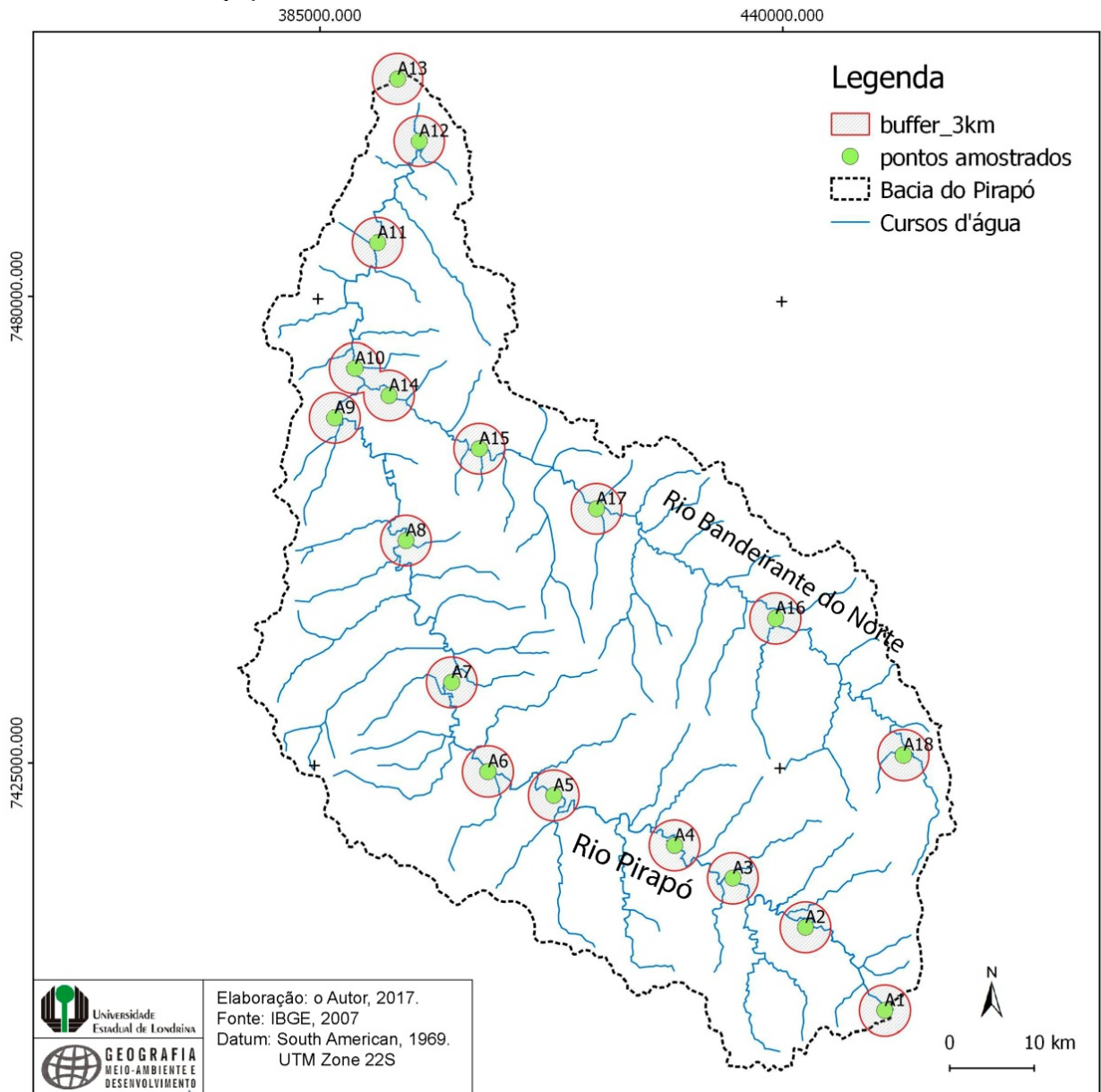


Fonte: Instituto das Águas do Paraná, 2017. Org. O autor, 2017.

Esta é uma conjuntura que deve ser considerada dado que diferentes épocas do ano promovem, em função da dinâmica atmosférica, diferentes situações em termos de concentração de metais nas águas dos rios enquanto consequência da variabilidade sazonal das chuvas, não somente em aspectos temporais e numéricos como também em termos espaciais, visto que, em mesmo período de tempo, em diferentes pontos dos cursos d'água há variação das condições atmosféricas (precipitações) bem como das condições ambientais presentes no entorno, fatores que afetam por conseguinte a concentração de metais nas águas.

Por fim, realizados os levantamentos geoquímicos e da situação de saúde da coletividade, buscou-se verificar quais pontos amostrados deveriam ser analisados de forma mais detalhada da análise das possíveis causas destes teores anômalos, tendo como base a análise do uso e ocupação do solo no entorno destes pontos amostrados, assim optou-se por delimitar áreas de buffer de 3 km de raio ao redor de cada ponto amostrado (figura 04).

Figura 04. Localização dos *buffers* de 3 km de diâmetro junto aos pontos amostrados para análise do uso e ocupação do solo nestas áreas.



Em pesquisa prévia, verificou-se que não há na literatura trabalhos que tenham determinado uma medida de área precisa para a análise espacial dos usos do solo e características geoquímicas do entorno, portanto, foi necessário buscar um valor médio para tal delimitação.

A verificação de algumas pesquisas acerca das zonas ou perímetros de proteção de poços (PPP) de captação de água subterrânea (visto que a mesma está sujeita aos mesmos tipos de contaminantes que a água superficial ou solo venham a apresentar) resultou na utilização do princípio de zona de contribuição, delimitada em função da área de recarga e

mobilidade geoquímica de contaminantes (DNPM, 1998) na delimitação destes *buffers* de 3km.

Como afirmam Carvalho e Hirata (2012), as PPP são divididas em quatro ou três áreas menores, sendo que a Zona III, com média de 1 a 2 km de raio (conforme a legislação de alguns países como Alemanha e França) é a zona que visa “[...] proteger contra contaminantes mais persistentes” (CARVALHO e HIRATA, 2012, p.55) que podem afetar a qualidade da água mesmo após percorrer grandes distâncias como substâncias perigosas não degradáveis ou radioativas (DNPM, 1998).

Havendo virtualmente fontes de contaminação (antrópica ou natural) ao redor de cada ponto de amostragem, partiu-se do princípio que estas fontes podem estar no mínimo a 2 km de distancia e, para aumentar a abrangência da análise, optou-se então por se utilizar uma área de 3 km de diâmetro.

Ademais, considerando que o entorno de cada ponto amostrado pode contribuir para o aparecimento de teores anômalos na água coletada, deve-se considerar que estas áreas se constituem como zonas de anomalia geoquímica e portanto, as mesmas se comportam como halo geoquímicos, que na definição destacada por Licht (2001), “[...] são áreas que contem teores anormalmente elevados ou reduzidos de elementos químicos nas rochas encaixantes, solos, vegetação, águas superficiais e subterrâneas [...]” (LICHT, 2001, p.13). Em um nível prático (levantamento de campo), outro parâmetro para delimitar o entorno em uma área de 3 km foi o alcance da visão da paisagem que cercava o ponto de amostragem, dado que a descrição da paisagem observada colaborava com o detalhamento do uso e ocupação do solo nesta área, no período específico das coletas (ago/2016 e jan/2017).

6 ASPECTOS FÍSICOS E NATURAIS

6.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Em uma área originalmente ocupada por grupos indígenas (Tupis e Guaranis), o rio principal desta bacia hidrográfica, o rio Pirapó, adquiriu este nome em função da associação dos termos *Pirá*, que significa peixe e *Po*, que pode significar mão ou grosso, largo; ou seja, Pirapó significa *peixe largo ou grosso* (SEMA, 2007), dada a abundância em peixes em suas águas.

Este rio nasce no município de Apucarana a cerca de 1.000 m de altitude e escoar para direção Norte, percorrendo uma extensão aproximada de 168 km até sua foz no Rio Paranapanema ("rio azarado, sem peixe" em tupi-guarani), a cerca de 300 metros de altitude no município de Jardim Olinda (SEMA, 2007). Seu maior afluente é o rio Bandeirante do Norte, que tem sua nascente no município vizinho à Apucarana, Arapongas; com extensão de aproximadamente 106 km. Conjuntamente a aproximadamente 60 tributários diretos, esta rede de drenagem é denominada como Bacia Hidrográfica do Rio Pirapó (figura 02).

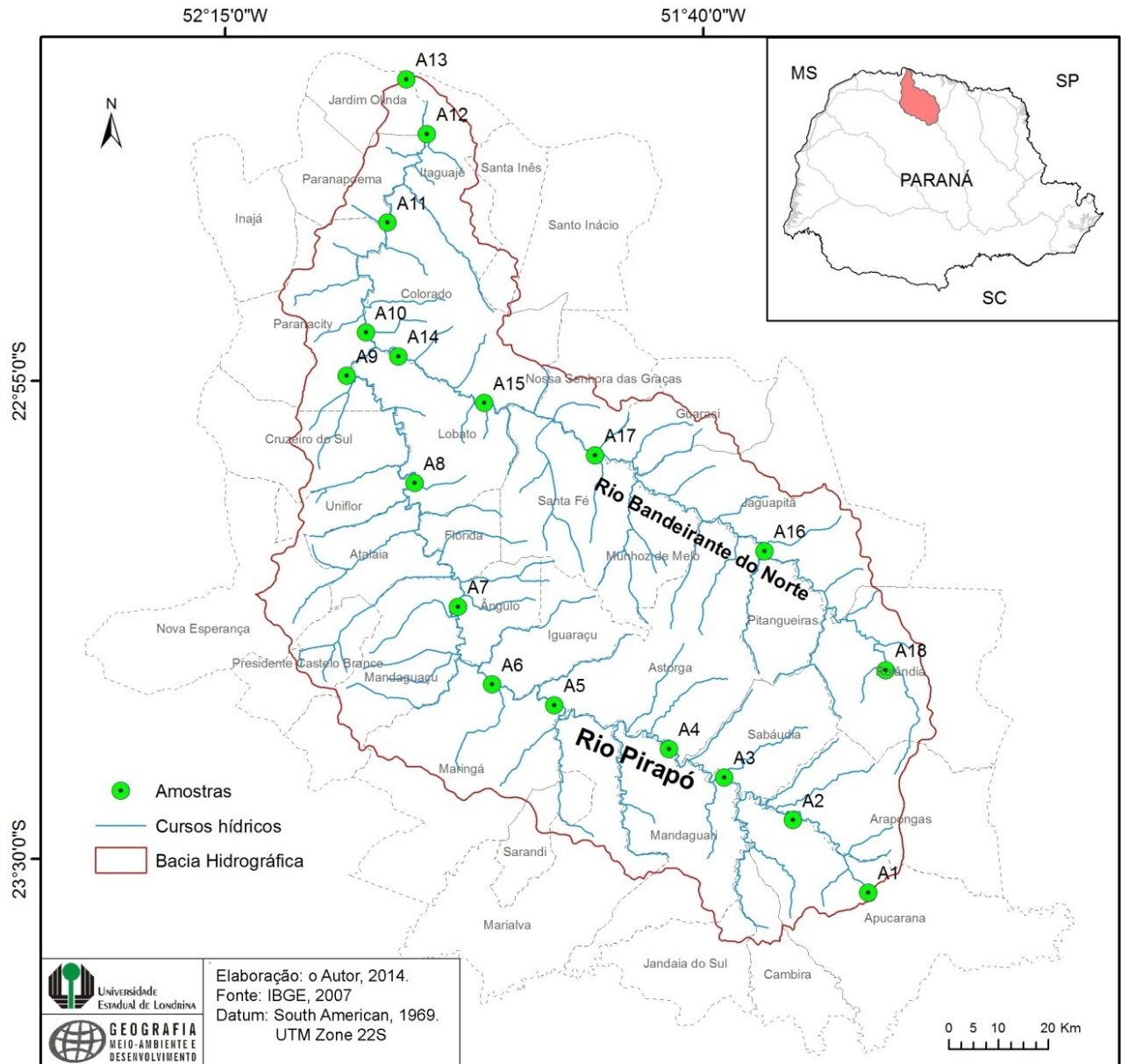
Majoritariamente, situada na porção setentrional do estado do Paraná, a bacia hidrográfica do Rio Pirapó localiza-se entre os paralelos 22° 32' e 26° 34' S e os meridianos 51° 17' 5,33" e 52° 17' 18,30" W, limitando-se ao sul com a bacia do Rio Ivaí, ao norte com a bacia do Rio Paranapanema e oeste com a Bacia do Rio Paraná e a leste com a Bacia do Rio Tibagi (Comitê de bacia, 2002). A bacia hidrográfica do Pirapó apresenta uma área de drenagem de 5.023 km². Em termos de área total a mesma apresenta cerca de 5.098,10 km², o que representa aproximadamente 3% do território total do estado (SEMA, 2007).

Conforme se observa na figura 05, a bacia hidrográfica do Pirapó abrange total ou parcialmente 35 municípios: Inajá, Jardim Olinda, Cruzeiro do Sul, Uniflor, Itaguajé, Guaraci, Sarandi, Pitangueiras, Paranapoema, Nossa Senhora das Graças, Santa Inês, Santo Inácio, Paranacity, Ângulo, Santa Fé, Presidente Castelo Branco, Nova Esperança, Jaguapitã, Mandaguaçu, Cambira, Sabaudia, Astorga, Munhoz de Melo, Marialva, Colorado, Flórida, Atalaia, Rolândia, Iguaçu, Jandaia do Sul, Mandaguari, Apucarana, Arapongas, Lobato e Maringá.

A população total é de aproximadamente 1.011.462 habitantes (IBGE, 2010), a qual ocupa área localizada no Terceiro Planalto paranaense, nas mesorregiões geográficas Norte Central e Noroeste paranaense (RIGON, 2012, p. 82). Conforme RIGON (2012), a bacia

hidrográfica do rio Pirapó está inserida numa das áreas mais densamente povoadas do estado do Paraná.

Figura 05. Localização da área de estudo e pontos amostrados – Bacia hidrográfica do Rio Pirapó/Paraná



Dada a necessidade de se trabalhar com os dados mais atualizados acerca deste total populacional, buscou-se os dados mais atuais oriundos de projeções realizadas pelo IBGE, nas quais o ano de 2016 a população total calculada era de aproximadamente 1.114.725 habitantes, cerca de 10,2% de crescimento positivo no total de habitantes em relação ao ano de 2010.

6.2 SOBRE A CLASSIFICAÇÃO DO RIO PIRAPÓ

Conforme consta na resolução CONAMA n. 357/2005, a classificação dos corpos d'água segue o critério da qualidade requerida para os usos preponderantes, dentre os quais se destacam a destinação para abastecimento para consumo humano (com ou sem tratamento específico), à aquicultura, dessedentação de animais, irrigação de culturas, dentre outros. Especificamente, no que tange este trabalho, interessam estes parâmetros, visto que o escopo da análise se detém à questão do consumo humano das águas do rio Pirapó que, conforme se verifica, enquadram-se na classe II, em que podem ser destinadas à (CONAMA, 2005): a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e e) à aquicultura e à atividade de pesca.

Cabe ressaltar que no caso específico do uso para abastecimento humano, estas águas devem passar por tratamento convencional que, segundo a resolução, trata-se do tratamento em que ocorre a clarificação com utilização de coagulação e floculação, seguida de desinfecção e correção de pH (CONAMA, 2005).

No entanto, não há menção ao tratamento voltado à remoção de metais, tal como a precipitação de compostos insolúveis ou a flotação a ar dissolvido, onde são separadas partículas sólidas (íons) pela suspensão em um líquido do qual elas serão removidas. Ainda que exista no documento uma seção indicando os parâmetros de qualidade, dentre os quais observa-se o valor máximo para metais pesados tais como o Ferro (Fe), Bário (Ba), Chumbo (Pb), dentre outros, não existe referência a que tipo de tratamento as águas com presença acentuada destes elementos.

Com o aumento das atividades industriais bem como de atividades agroindustriais na região, assim como o despejo de efluentes em que são presentes substâncias tóxicas, a questão da presença de metais nas águas do Rio Pirapó é uma temática a ser aprofundada e analisada, tendo em vista os agravos que podem ser gerados à saúde coletiva da população local. Neste sentido, este trabalho também procura destacar a necessidade de que documentos normativos tais como a resolução CONAMA n. 357/2005 integrem em suas diretrizes o tratamento de metais pesados nos corpos de água.

Do mesmo modo, um fato importante a se destacar é que o advento de processos químicos de descontaminação e tratamento das águas podem incidir em um novo problema

futuramente, visto que a adição cada vez maior de produtos químicos no tratamento, como bem destacam Vendranel e Köhler (2002), pode vir a resultar em novos agravos à saúde da população que consome destas águas. O ideal, como destacam os autores supracitados, é que seja preservada a água bruta para que, em termos de qualidade, a mesma não torne-se escassa.

6.3 SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO PIRAPÓ

Percorrendo na maior parte de sua trajetória áreas de rochas eruptivas básicas até rochas areníticas do Grupo Caiuá (Formações Santo Anastácio e Adamantina), o rio Pirapó também se caracteriza por percorrer áreas que vão das pastagens e campos de cultivo às zonas urbanas. Neste curso diversos tributários deságuam suas águas neste rio e, assim como o mesmo, também cruzam por situação semelhantes, trazendo em suas águas o resultado de processos de intemperização dos solos bem como das atividades humanas em seu entorno. Em uma zona de clima subtropical, a introdução de íons presentes nos solos adjacentes aos rios da bacia hidrográfica junto aos cursos de água é um fato recorrente.

A gama de interações sociedade e natureza resultaram no ingresso de substâncias orgânicas e inorgânicas que muitas vezes não estavam presentes no curso natural do rio, ao mesmo tempo em que as características climáticas, geológicas, da vegetação original e pedológicas próprias da região também contribuem para o estado de qualidade das águas do Rio Pirapó. Toda esta interação sistêmica (em que todos os elementos são interdependentes) promove uma contínua mudança na qualidade das águas do rio.

Neste sentido, existem uma série de fatores que contribuem para a qualidade das águas do Rio Pirapó. Aqueles que mais têm chamado a atenção são de ordem humana, no sentido de serem produzidos em meio à algumas atividades econômicas específicas, realizadas ao longo do curso do rio, tanto nas áreas rurais quanto nas urbanas.

Conforme Cassaro e Correia (2005), o rio Pirapó recebe de seus afluentes resíduos de diferentes origens, dentre os quais: óleos e graxas dos postos de serviços de lavagem e lubrificação automotivos, despejos industriais, lixos orgânicos, materiais inertes de difícil degradação. Além disso, segundo os autores, a nascente do rio Pirapó (Apucarana) recebe lançamento de efluentes de diversas características físico-químicas e biológicas, tais como: carga orgânica de frigorífico, detergentes de diversas indústrias, águas pluviais contaminadas com efluentes industriais, e que o rio Pirapó sofre processo de assoreamento, dada à falta de proteção natural por meio das matas ciliares.

Outro estudo realizado por Alves (et. al., 2008), dentro e fora dos limites da cidade de Maringá, verificou que nos trechos monitorados ainda persiste a situação retratada por Cassaro e Correia (2005), além de outras situações como o aporte de minerais ferromagnesianos em função da lixiviação dos solos, em sua maioria expostos, na área monitorada, bem como a presença abundante do fitoplâncton *Navícula viridula (kutz)*, "[...] associado à alta concentração de nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio, em todos os pontos de amostragem" (ALVES et. al., 2008, p. 45), o que os autores destacam como uma forte tese de que o ingresso destes compostos na água se deu em função da utilização de fertilizantes a base de fósforo e nitrogênio, em consequência da ocupação agrícola na região.

6.4 ASPECTO GEOLÓGICO

A bacia hidrográfica do rio Pirapó assenta-se sobre o substrato rochoso no interior continental da plataforma Sul-Americana (Almeida et al. 2000) em que foram sedimentadas seqüências de rochas sedimentares paleozóicas e mesozóicas, algumas com intenso magmatismo básico e alcalino associado (SILVA et al. 2003; MILANI & THOMAZ FILHO, 2000). Especificamente, a área é representada pela a Bacia Serra Geral, compreendendo os arenitos eólicos da Formação Botucatu e os derrames basálticos da Formação Serra Geral; e a Bacia Bauru, uma bacia intracratônica (SILVA et al. 2003; KLEIN, 1995).

Nesta área de estudo, a porção do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Pirapó encontra-se sobre as rochas da Bacia Bauru, composta de duas unidades cronocorrelatas, o Grupo Bauru e o Grupo Caiuá, sendo que este ultimo compreende as formações Rio Paraná, Goio Erê e Santo Anástacio (Fernandes e Coimbra, 1998; 2000). Nas porções do médio e alto curso tem-se a Formação Serra Geral, que consiste de derrames basálticos continentais (Silva et al. 2003).

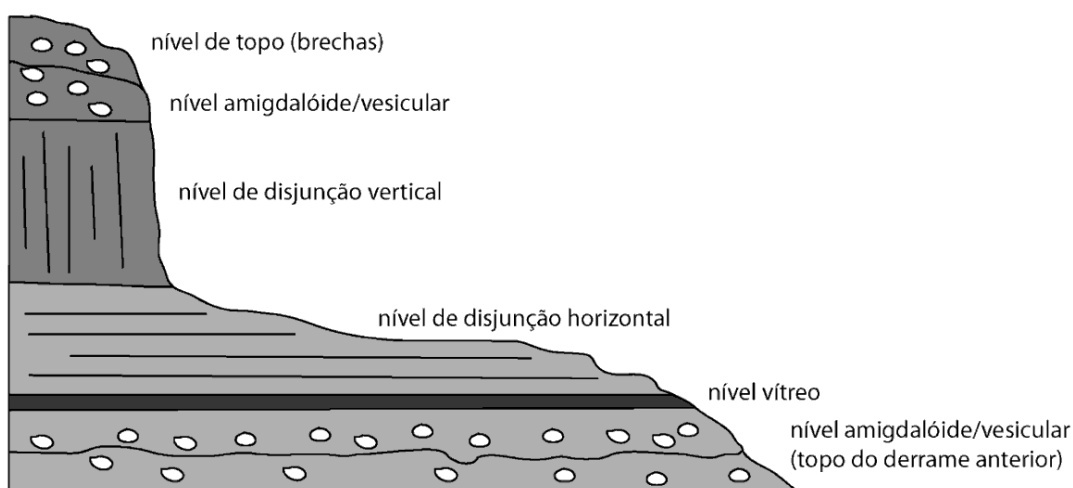
Na bacia hidrográfica do Pirapó, de uma forma geral, predominam na porção do alto curso as rochas basálticas da Formação Serra Geral, enquanto que nas porções do médio e baixo curso predominam as rochas areníticas da Formação Caiuá, acompanhadas na seção leste/nordeste de exemplares das Formações Santo Anastácio e Adamantina, também constituídas de rochas sedimentares.

Conforme Maack (2001), a constituição geológica do terceiro planalto (onde se encontra a área de estudo) é relativamente simples. Sobre os horizontes coloridos da formação Esperança e as camadas vermelhas, areno-argilosas do grupo Rio do Rasto, constituintes do pedestal da Serra da Boa Esperança, ou da escarpa triássico-jurássica respectivamente,

começa, em toda a sua extensão, com uma discordância de erosão, o arenito terrestre Botucatu da série São Bento com paredões e alguns degraus, protegidos por lençóis de rochas básicas, diabásios, diabásio-porfíritos, meláfíros amidalóides ou também andesitos augíticos. Ainda segundo o autor supracitado, os lençóis de rochas eruptivas básicas “[...] alcançam uma espessura medida de 450-600 m, sem, contudo, ter sido observada a base dos mesmos. Estas camadas básicas ocupam toda a extensão do terceiro planalto, deixando exposto o arenito Botucatu em alguns vales do bloco norte do planalto de Apucarana” (MAACK, 2001, p. 177).

Neste sentido, Nanni (2008, p. 31), afirma que a morfologia das unidades eruptivas da Formação Serra Geral é muitas vezes marcada por “[...] uma zona basal com disjunções tabulares e raras ocorrências de vidro vulcânico, uma zona central com disjunções colunares e uma zona superior com disjunções tabulares e abundantes vesículas e amígdalas”, como é demonstrado na figura 06.

Figura 06. Estruturas primárias de derrames na Formação Serra Geral.



Fonte. Adaptado de NANNI (2008).

Archela (et al., 2003, p. 137) afirmam ainda que, “[...] nas porções superiores e inferiores dos derrames vulcânicos haverá fluxo de água, preferencial, na direção aeral horizontal, enquanto que, nas porções centrais ocorrerão fluxos verticais descendentes”. Devido a isso, verifica-se a ocorrência de corpos intrusivos, como diques de composição basáltica e riódacítica (PICCIRILLO et al., 1990) encontrados alojados tanto nos basaltos como nos sedimentos da Bacia do Paraná.

Geologicamente, a área estudada localiza-se sobre rochas vulcânicas basálticas da Formação Serra Geral (figura 07), que segundo Celligoi & Duarte (1997), possui espessura local de cerca de 850m.

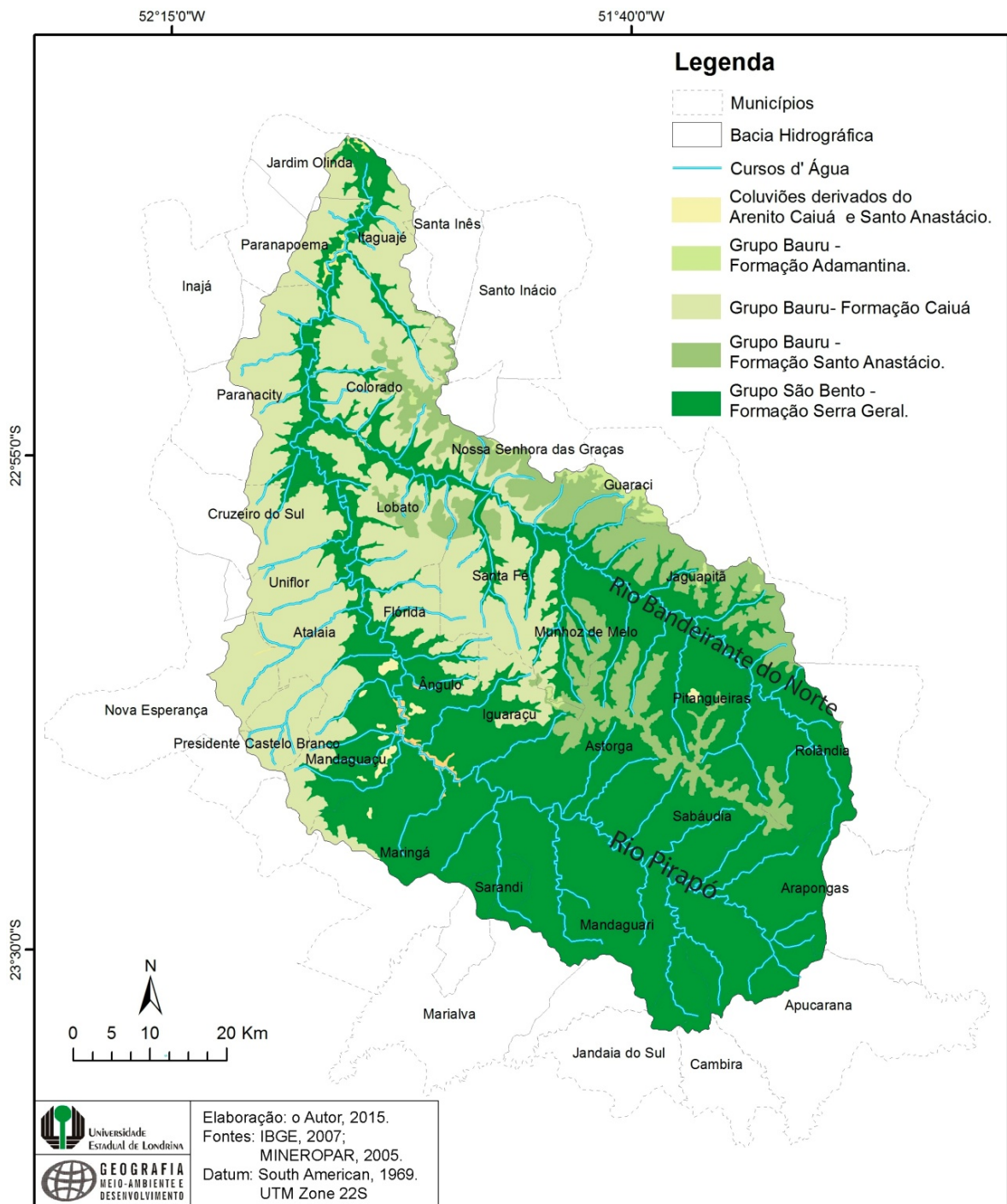
Segundo os autores supracitados, outras características apresentadas por estas rochas são:

Textura microcristalina, estrutura maciça e vesicular e/ou amigdaloidal, intenso fraturamento, bem como esfoliações esferoidais [...]. São observadas disjunções colunares em raras localidades, geralmente nos termos maciços. Destaca-se a presença de fraturas e/ou falhamentos regionalizados com direções predominantes NE-SW e NW-SE, principalmente, as quais podem constituir falhas simples ou extensas zonas de falhas (CELLIGOI & DUARTE, 1997, p. 118).

Nesta bacia hidrográfica ocorrem também as Formações Caiuá, Santo Anastácio e Adamantina, como pode-se observar na figura 06. No que tange a formação Caiuá, a mesma caracteriza-se pelos arenitos de granulação média a fina, intercalados por siltitos e lamina de argilitos, com estruturas sedimentares bem evidentes (ARID et al., 1982).

Segundo Fernandes e Coimbra (1994), a Formação Santo Anastácio é constituída de arenitos finos a muito finos, quartzosos, caracteristicamente maciços, sendo pobremente selecionados, com pequena quantidade de matriz silto-argilosa, apresentando ainda contatos transicionais com as formações Rio Paraná e Adamantina. Ademais, esta ultima é formada por arenito fino, alternado por bancos de lamitos e siltitos e, tal como a Formação Caiuá, a formação Adamantina é bastante suscetível à contaminação, principalmente em uma área predominantemente agrícola onde o uso de agrotóxicos e adubos pode comprometer não somente os solos e mananciais subterrâneos como também as águas superficial que serpenteiam sobre estas formações rochosas.

Figura 07. Mapa geológico da Bacia hidrográfica do Rio Pirapó/Paraná



Os processos de desgaste sofridos pela rochas basálticas e areníticas da bacia do Pirapó resultaram em solos diversos, com características próprias e relacionadas a rocha de origem, bem como aos fatores que agiram e imprimiram os seu caráter, como o clima, vegetação, relevo, a própria rocha e tempo de atuação de todos estes fatores (LEINZ & AMARAL, 2003). Sendo o clima um fator importante segundo Leinz & Amaral (2003), destaca-se que o predomínio do tipo climático Cfa (Subtropical úmido mesotérmico)

contribuiu com o intemperismo da maior parte da bacia hidrográfica do Pirapó, no entanto, na porção do alto curso o mesmo contribuiu.

Além disso, devido o fato da área de estudo situar-se sobre o terceiro planalto paranaense que, segundo Santos (et al., 2006), corresponde ao grande derrame mesozóico de rochas eruptivas básicas associados, na porção noroeste, às rochas areníticas do Grupo Bauru (Formações Caiuá, Adamantina e Santo Anastácio), os solos desta porção formaram-se a partir dos processos intempéricos exercidos sobre as rochas deste planalto, ou seja, rochas como o basalto, diabásio, riolito, entre outras, que resultaram por fim, em solos tais como nitossolos, latossolos e neossolos. Na porção representada pelos arenitos da Formação Caiuá, os latossolos vermelhos e argissolos vermelhos predominam nas porções do médio e baixo curso, estes últimos (argissolos) principalmente nas áreas de topos de espigões.

6.5 ASPECTO PEDOLÓGICO

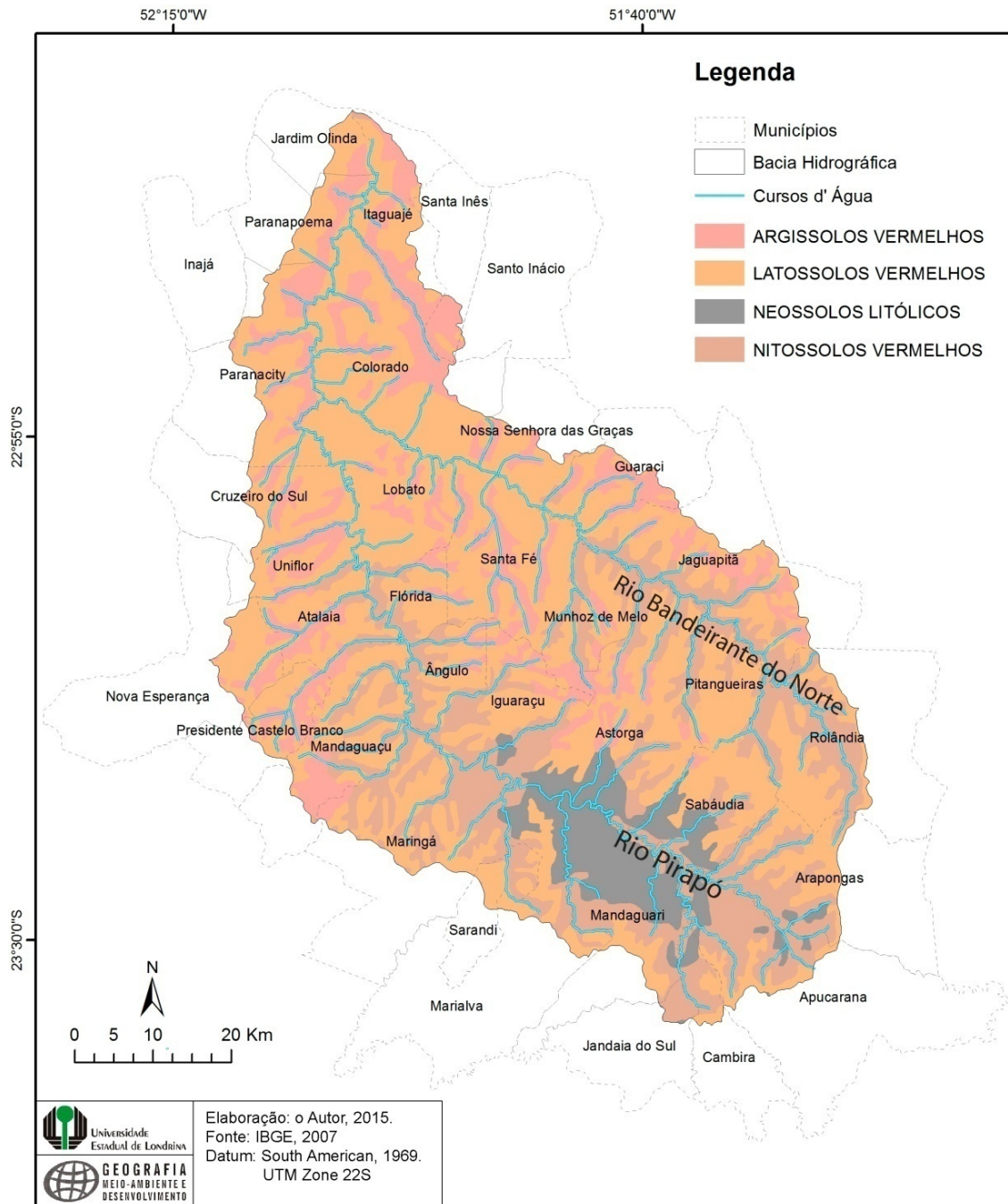
Conforme Rigon e Passos (2014), dadas as condições geomorfológicas e climáticas favoráveis, bem como os fatores edáficos, todos estes "[...] contribuíram enormemente com o processo de ocupação e colonização do espaço geográfico circunscrito à bacia hidrográfica do Pirapó" (RIGON e PASSOS, 2014, p. 45). Ressaltando os tipos de solos presentes na área da bacia, os autores identificaram basicamente: argissolos vermelhos; latossolos vermelhos; neossolos litólicos e nitossolos vermelhos, como demonstrado na figura 08.

Levando-se em conta estas ocorrências encontradas pelos autores supracitados, verifica que os latossolos vermelhos, principalmente aqueles classificados como distróficos são menos férteis, ainda que apresentem teores mais elevados de ferro. Conforme Rigon e Passos (2014), os latossolos vermelhos distróficos aparecem principalmente ocupando os interflúvios e divisores de águas, nas porções de média a baixa bacia hidrográfica. Ainda segundo os autores, os latossolos vermelhos presentes em toda a extensão da bacia hidrográfica "[...] são solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, como resultado de enérgicas transformações no material constitutivo" (RIGON e PASSOS, 2014, p.46).

Este solo (Argissolo Vermelho Distrófico) prolonga-se por quase toda a bacia hidrográfica, sendo bastante presentes em relevos da baixa declividade na média bacia hidrográfica, tornando-se expressivamente presentes na baixa bacia (RIGON e PASSOS, 2014).

Considerando a associação entre os tipos de solo identificados na área da bacia hidrográfica e a questão do uso e ocupação do solo, destaca-se que cerca de 15.176 estabelecimentos agrícolas ocupam a bacia, sendo que destes, cerca de 789 (5,2% dos estab.) estabelecimentos utilizam-se de irrigação para as atividades agropecuárias da região, segundo dados do Ipardes (2010).

Figura 08. Mapa de tipos de solos na Bacia hidrográfica do Rio Pirapó/Paraná



Destacando a produção agrícola regional, a soja é o produto agrícola com maior produção, destaque para Arapongas, que possui uma área de 19.200 ha com a cultura e produziu 53.760 toneladas, seguida por Apucarana (18.500 ha), que produziu 53.650 toneladas e Astorga (17.100 ha), com 51.300 toneladas. Na posição secundária em produção na bacia hidrográfica, a cana de Açúcar tem a maior área plantada em Colorado (15.056 ha), com 1.175.680 toneladas produzidas, seguido por Jaguapitã (8.404 ha), com 678.623 toneladas e Lobato (6.820 ha), com 557.262 toneladas (IPARDES, 2010).

Considerando-se que as culturas da soja e cana-de-açúcar, concentram-se nas porções de média a baixa bacia hidrográfica, áreas em que predominam as colinas baixas e os solos do tipo latossolo vermelho e argissolos vermelhos, verifica-se uma correlação interessante entre os elementos naturais (clima, geomorfologia e solo) e o uso e ocupação do solo, principalmente considerando que predominam nesta porção da bacia hidrográfica uma estrutura fundiária em que se sobressaem as grandes propriedades, originadas em grande parte do processo de colonização realizado pelo governo do Paraná, a partir de 1939, com a abertura de colônias tais como, Içara e Jaguapitã (onde predominavam as pequenas propriedades) e, especificamente, a de Centenário (1944), localizada entre os rios Bandeirante do Norte e o Pirapó, onde, diferentemente das outras colônias, os loteamentos basearam-se na grande propriedade (MULLER, 2001).

Dadas estas condições nas porções de média a baixa bacia hidrográfica, de clima favorável ao plantio da soja e cana-de-açúcar, bem como solos e relevo propícios, conjuntamente ao processo de ocupação e uso do solo por meio destas atividades agrícolas - acrescentando ainda a pecuária preponderante, principalmente no município de Colorado, que se aproveitou da estrutura fundiária existente desde a colonização - deve-se atentar para esta estrutura e relações em seu interior ao se verificar as possíveis anomalias hidroquímicas nas águas que percorrem esta região bem como o estado de saúde da população local e a distribuição espacial destes nestas porções do baixo Pirapó.

6.6. ASPECTO GEOMORFOLÓGICO

A totalidade da Bacia Hidrográfica do rio Pirapó encontra-se no terceiro planalto paranaense (MAACK, 2001). Esta unidade morfoescultural está sobre uma grande unidade morfoestrutural denominada Bacia Sedimentar do Paraná, bacia esta que abrange uma área de cerca de 1.600.000 Km², que segundo Santos (et al., 2006, p. 10), “[...] Acha-se encravada na

Plataforma Sul-Americana e estende-se pelos estados de Minas Gerais, Mato Grosso, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, além do Uruguai, Paraguai e Argentina”.

No caso do Terceiro Planalto, cerca de 2/3 da superfície do estado do Paraná são ocupados por este compartimento, que é denominado de Planalto de Guarapuava (OKA-FIORI & CANALI, 1987), desenvolvendo-se como um conjunto de relevos planálticos, com inclinação geral para oeste-noroeste e subdivididos pelos principais afluentes do rio Paraná (OKA-FIORI, 2006). Segundo Santos (et al., 2006), o terceiro planalto paranaense corresponde ao grande derrame mesozóico de rochas eruptivas básicas associados, na porção noroeste, às rochas areníticas do Grupo Bauru.

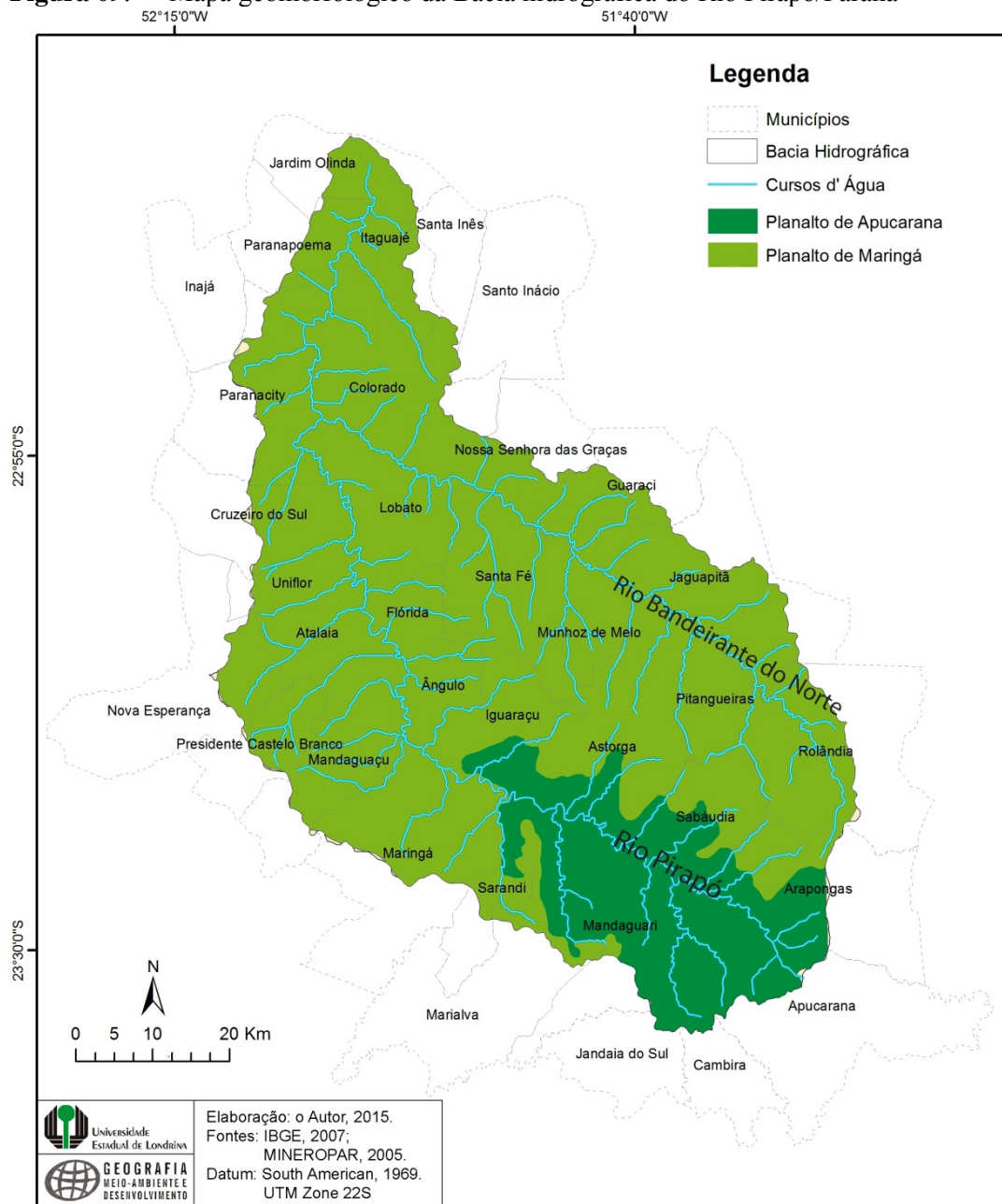
Como afirma Aziz Ab`Saber (2003), este planalto se inicia no reverso da Serra Geral, uma escarpa arenítico-basáltica que é contínua em relação às escarpas que circundam a Bacia do Paraná, caracterizando-se ainda por ser mantida por antigos derrames basálticos, que viriam a resultar, a partir de sua decomposição, no solo altamente fértil da região, também marcada por chapadões maciços e vales que se irradiam para o norte, o este e o sul.

Além disso, Aziz Ab`Saber (2003) considera, a partir da observação do sistema hidrográfico paranaense, que em seus altiplanos interiores forma-se uma “[...] meia abóboda alteada no setor oriental da grande bacia sedimentar e basáltica [...] assim, a instalação hidrográfica foi dirigida para o ocidente, porém em leque irregular que se irradia para o norte, o noroeste e o oeste” (AB`SABER, 2003, p.105). Dado que a bacia hidrográfica do rio Pirapó encontra-se nesta porção, sua orientação segue a direção noroeste, como sugerido por Ab`Saber. Cabe ressaltar ainda que o planalto basáltico, assim como o planalto paleozóico, inclina-se suavemente para o ocidente: de 1.250m, a leste, para 300m nas margens do Paraná (a montante de Sete Quedas). Constituído por uma sucessão de derrames (empilhados) de basalto, este planalto domina toda a metade ocidental do estado.

Cabe ressaltar ainda que o terceiro planalto fora subdividido por Maack (1947 apud Archela; França; Celligoi, 2003) em 4 blocos principais, dentre os quais o planalto de Guarapuava, Palmas, Campo Mourão e Apucarana, sendo que este último, o planalto de Apucarana (figura 09), presente nas porções do alto e médio curso da bacia hidrográfica do Pirapó, é a sub-unidade morfoescultural que forma o divisor de águas Paranapanema-Ivaí, constituindo-se em uma chapada suavemente ondulada com mesetas estruturais, sendo estas derivadas das “[...] estruturas tabulares dos derrames vulcânicos, de maneira que os degraus representam as superfícies entre os empilhamentos sucessivos de lavas” (ARCHELA; FRANÇA; CELLIGOI, 2003, p.136). As formas predominantes são topos alongados e a direção geral da morfologia é NM/SE (OKA-FIORI, 2006).

Quanto a outra a sub-unidade morfoescultural apresenta na bacia hidrográfica, o planalto de Maringá (figura 09), que abrange mais de $\frac{3}{4}$ da área total da bacia, tem-se que o mesmo se apresenta uma dissecação baixa e ocupa uma área de 8.023,75 km², com a direção morfológica NW/SE. A classe de declividade predominante é menor que 6% em uma área de 4.620,89 km². Em relação ao relevo, apresenta um gradiente de 480 metros com altitudes variando entre 260 (mínima) e 740 (máxima) m. s. n. m. As formas predominantes são topos alongados e aplainados, vertentes convexas e vales em “V”(OKA-FIORI, 2006).

Figura 09. Mapa geomorfológico da Bacia hidrográfica do Rio Pirapó/Paraná



Segundo Rigon e Passos (2014), ao longo da área da bacia hidrográfica do rio Pirapó, verificam-se formas topográficas variadas, dentre as quais: as colinas de topos amplos e convexos (sustentados por basaltos maciços e capeados por basalto vesicular) na porção da alta bacia (Apucarana); entre a alta e média bacia hidrográfica, os relevos em forma de colinas (suaves a abruptas), representados por platôs com baixas declividades, "[...] limitados por alinhamentos estruturais derivados de fraturamentos e zonas de erosão diferenciadas, em superfícies de contato entre derrames de basaltos distintos"; e por fim, na porção da baixa bacia, a partir de Maringá, onde se sobressaem os arenitos da Formação Caiuá, tem-se colinas amplas e médias com encostas suaves e perfis convexos, que conferem certa uniformidade ao relevo que se direciona para noroeste (figura 09).

Salienta-se ainda que eventos pós-cretáceos tais como as reativações tectônicas e a formação de vales epigênicos, que faziam fluir as redes de drenagem na direção do rio Paraná, bem como a formação de depressões periféricas da bacia do Paraná, tiveram grande influência na estruturação e compartimentação do relevo paranaense, quando no Terciário, "[...] os processos epirogenéticos soergueram as bordas da Bacia Sedimentar do Paraná. A epirogênese, que permitiu a aceleração dos processos erosivos, levou à formação das depressões monoclinais paranaenses" (FORTES et al., 2008, p. 281).

6.7 HIPSOMETRIA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PIRAPÓ

A observação do mapa hipsométrico (figura 10) demonstra que o acidentado relevo no interior da bacia hidrográfica ocorre principalmente na porção mais a montante da mesma, na área em que se encontram os municípios de Apucarana, Cambira, Mandaguari, Marialva, Astorga, Sabáudia e Arapongas, bem como nas proximidades do rio Bandeirante do Norte se verifica o mesmo, nos municípios de Rolândia, Pitangueiras e Jaguapitã.

Ressalta-se que nesta mesma figura tem-se o perfil topográfico relativo ao curso do rio Pirapó, desde sua nascente no município de Apucarana à sua foz, no município de Jardim Olinda. Neste perfil é possível verificar que o rio Pirapó inicia seu percurso em altitude de aproximadamente 898 metros até alcançar a cote de aproximadamente 196 metros de altitude, quando desemboca no rio Paranapanema, divisa entre os estados de São Paulo e Paraná.

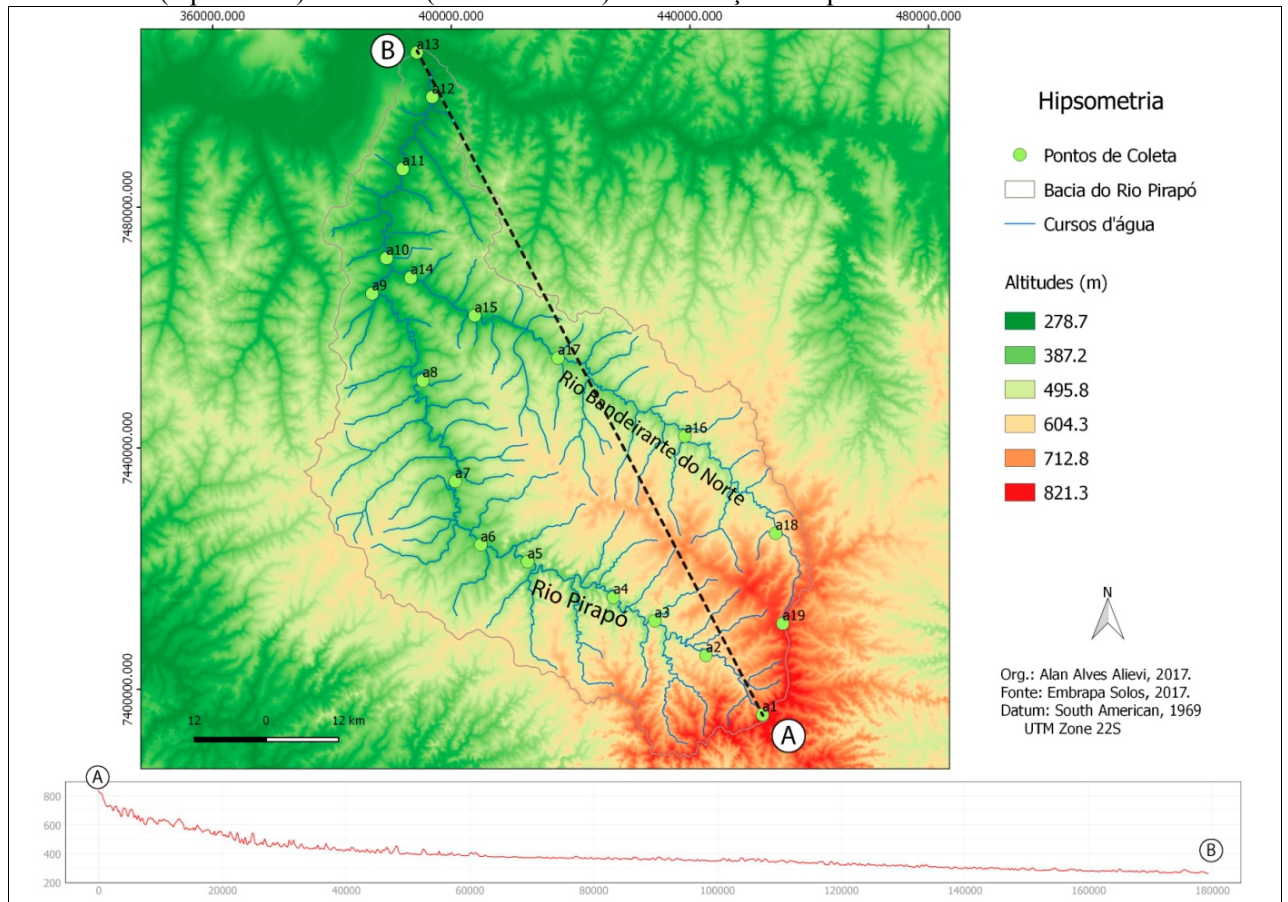
Por conseguinte, do total de cerca de 180 km percorridos, entre nascente e foz, verifica-se que os primeiros 49 km são a porção mais acidentado no decurso do rio Pirapó, onde se inicia com 898 metros até a posição de 397 metros de altitude, uma variação aproximada de 500 metros, neste pequeno trecho de 49 km.

Considerando um cálculo de declividade neste trecho, tem-se que a declividade nesta porção é de cerca de 1,02%, aproximadamente, enquanto que no trecho seguinte em que se percorre a distância de 131 km, tem-se uma variação de altitude de 201 metros, resultando em uma declividade de aproximadamente 0,15%, um valor bastante baixo que se reflete em uma paisagem muito pouco ondulada e consideravelmente plana a partir dos municípios de Maringá, Iguaraçu, Munhoz de Melo e Guaraci seguindo à jusante desta bacia hidrográfica.

Assim, de uma forma geral, considerando-se os pontos de amostragem, constata-se que aqueles representados pelos pontos A1, A2, A3 e A4 (rio Pirapó), bem como os pontos A19 e A18 (Bandeirante do Norte) localizam-se em área de declividade mais acentuada do que o restante dos pontos, com variação altimétrica de aproximadamente 500 metros. No rio Pirapó, o intervalo de pontos A5 a A13 encontra-se em áreas consideravelmente planas, bem como os pontos A14 a A17, no rio Bandeirante do Norte.

É importante considerar estes aspectos devido ao fato de que diferenças na declividade ao longo do curso do rio podem promover uma dispersão menos ou mais acelerada de particulados e sais dissolvidos nas águas correntes, sendo que de uma forma geral, a menor velocidade do rio nas áreas mais planas promove uma dispersão espacial menor de qualquer tipo de contaminante a partir de uma fonte (fábrica de baterias, “lixão”, por exemplo) localizada nestas áreas ou a montante das mesmas.

Figura 10. Mapa hipsométrico da área da Bacia hidrográfica do Rio Pirapó com representação esquemática do perfil topográfico ao longo do curso do Rio Pirapó, desde sua nascente (Apucarana) a sua foz (Jardim Olinda) e localização dos pontos amostrados.



Além disso, esta maior velocidade de escoamento do curso d'água em função da maior declividade pode resultar em uma maior erosão do solo, principalmente se o mesmo estiver descoberto. Uma análise previa da hipsometria e perfil topográfico demonstra que a porção à montante, nos primeiros 50 km de curso do rio Pirapó, é aquela em que há maior susceptibilidade de erosão do solo, dado que a declividade nesta porção ser maior do que no trecho restante (dos 50 a 180 km finais) e consequentemente a velocidade de escoamento ser igualmente maior.

Neste caso, pode haver em função destes aspectos fisiográficos, uma maior lixiviação dos minerais presentes nos solos descobertos e às margens do rio Pirapó (figura 11), situação evidente em alguns pontos ao longo do percurso do rio.

Considerando a divisão da área da bacia hidrográfica em porções tais como alto curso, médio curso e baixo curso, verifica-se que as maiores declividades encontram-se no alto curso, assim como solos característicos deste tipo de situação do relevo, dentre os quais neossolos litólicos, nitossolos vermelhos e latossolos vermelhos. Ressalta-se que o alto curso do rio Pirapó compreende os municípios de Apucarana (nascente), Araçongas (nascente do

Bandeirante do Norte), Rolândia, Sabáudia, Cambira, Mandaguari, Marialva, Sarandi e partes de Maringá, Astorga, Pitangueiras e Jaguapitã.

Figura 11. Ponto A8 (Lobato) onde se observa a falta da mata ciliar e as barrancas de latossolo vermelho na margem, suscetível à erosão provocada pelo rio Pirapó.



Fonte: o autor, 2016.

Neste alto curso da bacia hidrográfica, principalmente às margens do rio Pirapó, nos municípios de Mandaguari, Sabaudia, Astorga e Marialva verifica-se uma maior ocorrência de neossolos litólicos, caracteristicamente associados a relevos mais declivosos, visto que a soma dos horizontes sobre as rochas não ultrapassa os 50 cm (EMBRAPA, 2017). Algumas manchas menores deste tipo de solo podem ser observadas nos municípios de Apucarana e Arapongas, bem como no município de Iguaçu. Ressalta-se que os pontos de coleta A3 e A4 localizam-se sobre estas áreas de neossolo litólico.

Ademais, chama a atenção que ao longo deste trecho do alto curso, junto às margens do rio Pirapó e seus afluentes, ocorram nitossolos vermelhos (anteriormente denominada Terra Roxa Estruturada), derivados de rochas básicas da Formação Serra Geral e, mesmo que detenham grande importância agrônômica, apresentam alto risco de erosão devido aos relevos acidentados a que estão associados (EMBRAPA, 2017), tal como ocorre na área em questão. Dada essa capacidade de sofrer erosão de forma contundente, o ingresso de minerais ferromagnesianos nas águas do rio Pirapó pode ser significativo, haja vista, também a maior

velocidade das águas no alto curso, devido à declividade. Notadamente, estes solos ocorrem principalmente às margens dos rios Pirapó e Bandeirante do Norte, como destacado, mas também chama a atenção o fato de que os mesmos não ocorrem no baixo curso do rio Pirapó.

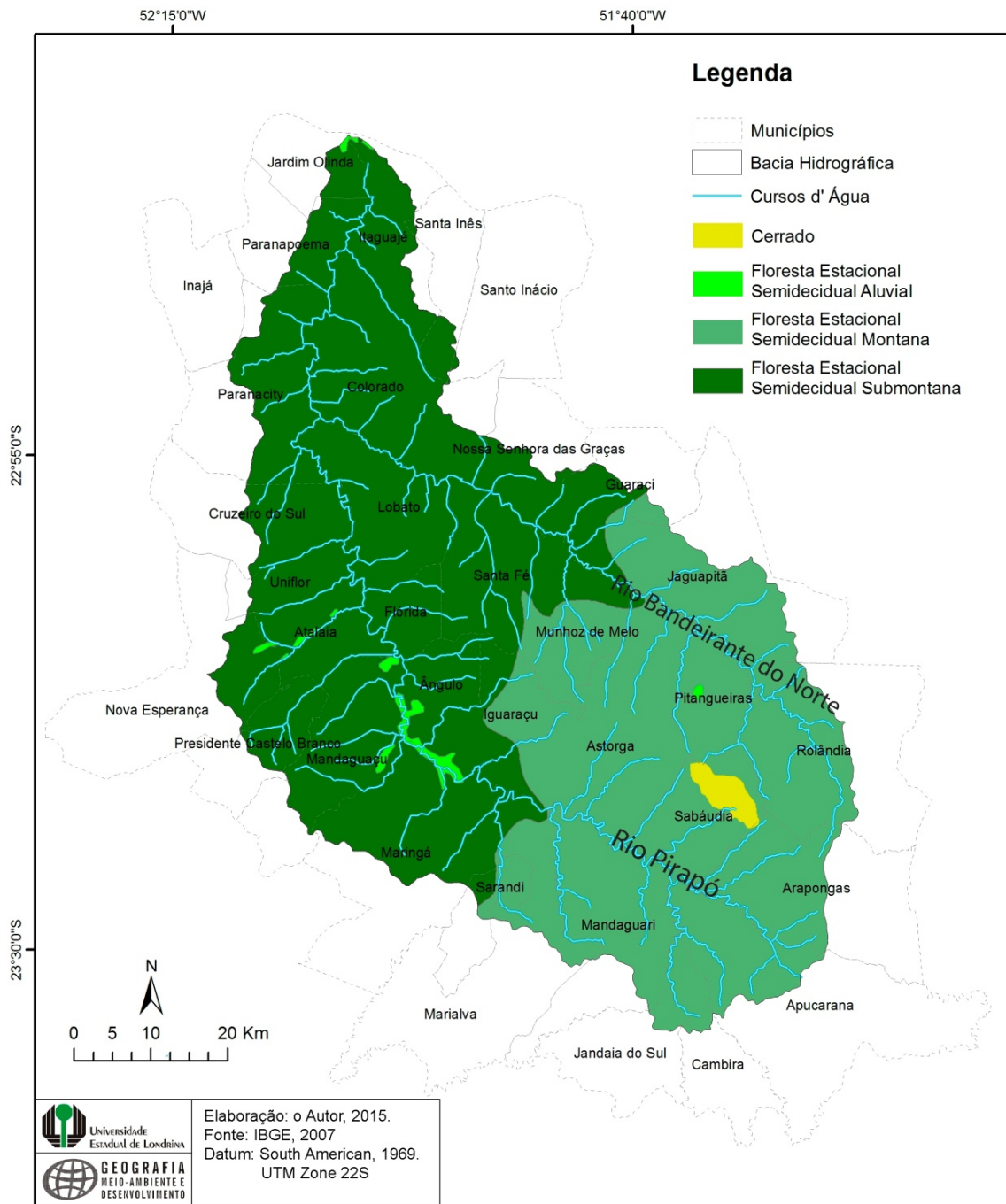
6.8 ASPECTO FITOGEOGRÁFICO

Dada a ocupação humana desde a época em que índios guaranis - que haviam migrado da região amazônica -, passaram a cultivar mandioca, milho, ervas medicinais e realizar manejo agroflorestal até o século XIX, quando estudos e mapeamentos da região permitiram a expansão da lavoura cafeeira (SEMA, 2007), restam apenas remanescentes da mata original desta área compreendida pela bacia hidrográfica do rio Pirapó. O desmatamento da região para fins de desenvolvimento agrícola era uma realidade à qual Maack (1950) já alertava (SEMA, 2007). Atualmente, a extensão total de cobertura vegetal remanescente no Paraná é de 2.183.295 hectares, que correspondem a 10,92% do seu território (BESSA JÚNIOR, 2010)

No que se trata da cobertura vegetal original, Roderjan (et al., 2002), afirmava que nas regiões norte e oeste do Estado e nos vales dos rios formadores da bacia hidrográfica do rio Paraná, abaixo de 800 m de altitude, define-se a região da Floresta Estacional Semidecidual (floresta estacional) onde, além da ocorrência eventual de geadas, a flora está condicionada a um período de baixa precipitação pluviométrica, quando 20 a 50% das árvores do dossel da floresta perdem suas folhas, modificando fortemente a fisionomia da vegetação.

Em relação especificamente a área de estudo, em termos de unidades fitogeográficas, na área da bacia hidrográfica podem ser encontradas a Floresta Estacional Semidecidual e a Savana Arborizada (figura 12). Exemplos de remanescentes destas unidades podem ser encontrados no Parque do Ingá e Horto Florestal no município de Maringá.

Figura 12. Mapa de tipos de vegetação na Bacia hidrográfica do Rio Pirapó/Paraná.



Segundo Roderjan (et al., 2002), a Floresta Estacional Semidecidual abrange as formações florestais das regiões norte e oeste do Estado. A principal característica fisionômica dessa formação é a semidecidualidade, ocorrendo a perda em parte das folhas de sua vegetação em determinada época do ano. Ainda segundo os autores, exemplares de Perobas, Ipês, Cedros, Canjeranas, Caviúnas, Araribás e Cabreúvas, entre outras, dominavam cerca de 80.000 km², ou 40% da superfície do Estado, sendo que atualmente não existem mais

do que 2.000 km² (2,4%), a maior parte no Parque Nacional do Iguaçu, em Foz do Iguaçu. A qualidade dos solos que as suportavam motivou a sua substituição por monocultivos extensivos.

No que tange a Savana Arborizada (figura 03), é preciso ressaltar que o termo savana é empregado para substituir o regionalismo cerrado. Caracteriza-se como sendo uma vegetação xeromorfa, de clima estacional e que reveste solos lixiviados aluminizados. É constituída por vegetação herbácea, intercalada por plantas lenhosas de pequeno porte (FUNDAÇÃO IBGE, 1992).

No caso da área de estudo, a unidade fitogeográfica Savana ocorre em pequenas manchas nas regiões nordeste e centro-norte do Estado. Apresenta fisionomia e florística semelhantes a encontradas no planalto do Brasil central onde ocorre com frequência (cerrado). São encontradas em diferentes formas, desde a campestre até a florestada (RODERJAN *et al*, 2002).

No entanto, cabe ressaltar que estas coberturas sofreram grande perda de áreas em função das atividades econômicas que se assentaram sobre o território, especificamente as atividades agropastoris, como afirmam Bessa Júnior (et al., 2010), os desmatamentos que deram lugar à agricultura e à pecuária não deixaram reservas de matas, implicando sérias consequências, tanto no sentido fisiográfico como econômico, “[...] principalmente nas áreas do Arenito Caiuá, onde houve uma grande perda de solos pela erosão” (BESSA JÚNIOR, 2010, p.5).

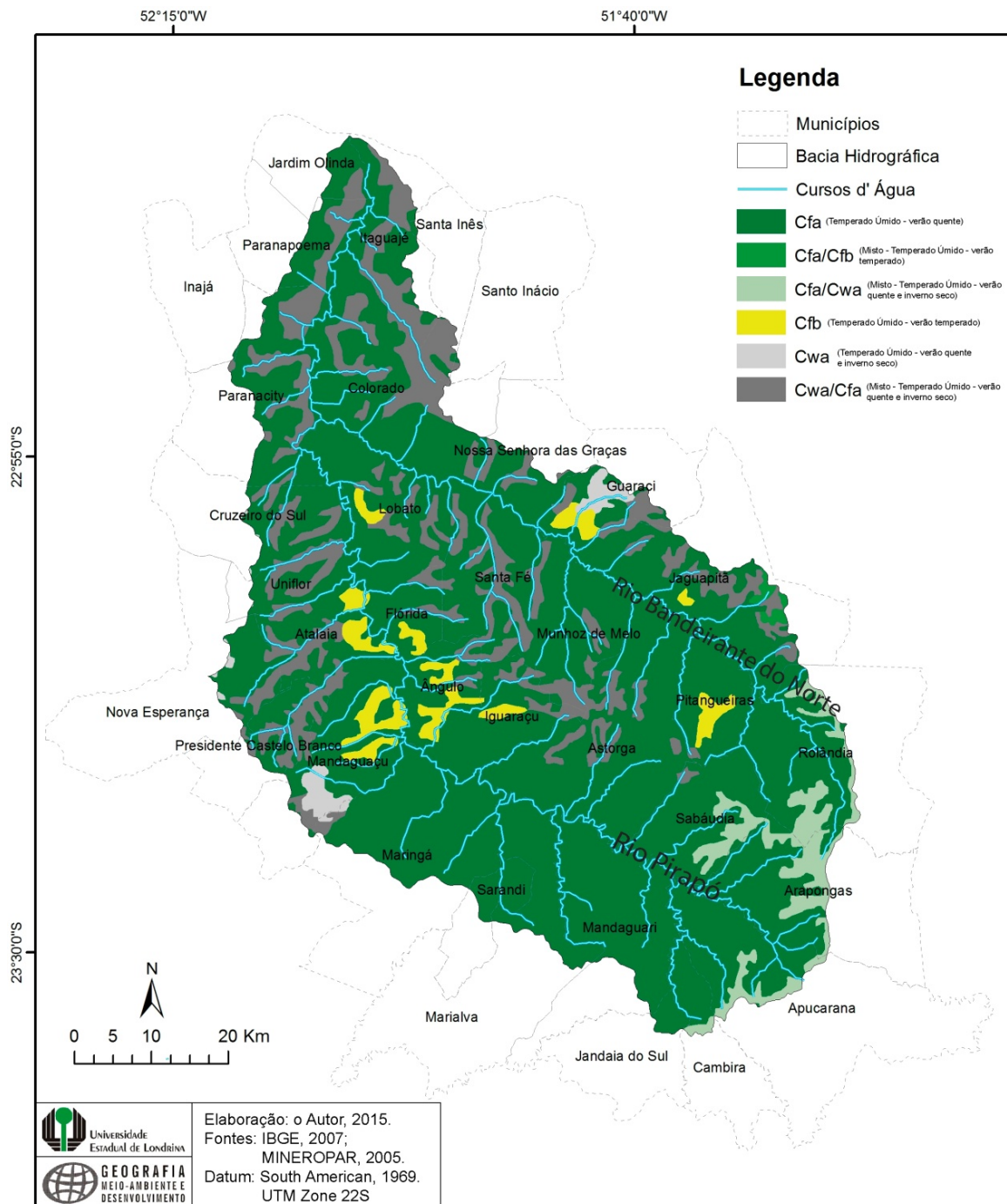
Além disso, a análise da evolução da área de cobertura vegetal nativa por bacias hidrográficas no estado do Paraná, realizada por Bessa Júnior (et al., 2010) demonstrou que no caso específico da bacia do Pirapó, havia cerca de 511.106,55 hectares de mata original (MAACK, 1950), que haviam diminuído para cerca de 12.742,16 hectares (2,49% da vegetação nativa, na década de 1980, com um pequeno incremento para 3,09% no ano de 2008, totalizando para esta ano cerca de 15,774,84 hectares.

Destaca-se que Maack (1981) asseverava que com o avanço da colonização na região, a Floresta Estacional Semidecidual foi desmatada em quase sua totalidade, o que modificou o ulterior clima úmido da região para um clima e microclima local mais seco, visto que anteriormente a mata mantinha uma umidade relativa do ar mais elevada.

6.9 ASPECTOCLIMÁTICO

Segundo DZIUBATE (2013), o clima predominante na bacia hidrográfica é o Cfa, subtropical úmido mesotérmico, periodicamente Cwa (clima temperado úmido), conforme se observa na figura 13. Este tipo climático apresenta verão quente e úmido, alternando alguns anos com inverno seco de junho a setembro. A temperatura média no mês mais quente é superior aos 22°C e no mês mais frio inferior a 18°C (AYOADE, 1998).

Figura 13. Mapa de tipos climáticos na Bacia hidrográfica do Rio Pirapó/Paraná



Na porção do médio curso, ocorrem algumas manchas de clima Subtropical Úmido Mesotérmico (Cfb), de verões frescos e geadas severas e frequentes, sem estação seca, cujas principais médias anuais de temperatura dos meses mais quentes não ultrapassam 22°C, e dos meses mais frios são inferiores a 18°C. Segundo Maack (2012) a temperatura média anual é de 19°C, com chuvas entre 1.200 e 1.300 mm e umidade relativa do ar de 80%, sem deficiência hídrica (MAACK, 2012).

A precipitação média da região varia em de 1300 a 1600 mm, sendo os maiores valores registrados nos meses de verão (INSTITUTO AGRONÔMICO AMBIENTAL DO PARANÁ, 2000). Conforme Cassaro e Soares (2003), "A precipitação é um importante fator controle do ciclo hidrológico, regulando as condições ecológicas e geográficas de uma determinada região [...]", neste caso em específico, a Bacia hidrográfica do rio Pirapó.

Considerando-se o estudo de DZIUBATE (2013) acerca da variabilidade da pluviosidade temporal e espacial na bacia hidrográfica em destaque, a distribuição da pluviosidade apresentou um padrão em que os maiores valores (pluviométricos) a montante da bacia se devem ao efeito orográfico e ao clima subtropical úmido predominante nessa porção, enquanto que os menores valores foram observados a jusante, por se encontrar em uma área de baixas altitudes, numa faixa de transição do clima tropical.

Cabe ressaltar ainda que os tipos climáticos presentes na área de estudo condizem com a distribuição característica das precipitações mais elevadas na estação de verão (período cheio, úmido), que coincide com os meses de dezembro e janeiro, bem como os período de estiagem coincidem com a estação de inverno (período seco), que ocorre nos meses de julho e agosto.

Conforme Ribeiro (1987), dada a posição da bacia hidrográfica do Pirapó em relação ao Trópico de Capricórnio, a mesma acaba sofrendo a ação de correntes tropicais e extra-tropicais, o ritmo termo-pluviométrico (temperatura e pluviosidade) é marcado pela "[...] irregularidade interanual, principalmente no que diz respeito à distribuição das chuvas, apresentando um verão sempre chuvoso e um inverno quase sempre úmido, mas sempre com um ou dois meses secos" (RIBEIRO, 1987, p. 94).

Corroborando com a distribuição espacial do tipo climático representado pela Cfa, que estende principalmente nas porções do médio e alto curso da bacia hidrográfica do Pirapó (figura 01), outro aspecto destacado por Ribeiro (1987) é a tendência de maior concentração das chuvas no setor à montante, chamando a atenção para o fato de que no interior da bacia há um "[...] controle orográfico que não subordina apenas temperaturas, mas também se estende

aos totais pluviométricos, sendo que o inverno vai se tornando mais seco no sentido da foz do rio Pirapó” (RIBEIRO, 1987, p.94).

As características climáticas levantadas demonstram que há uma interrelação entre os tipos climáticos presentes e o aporte mais elevado de chuvas no período chuvoso (janeiro), aumentando a dissolução dos minerais (e aumentando a concentração de outros minerais, como os ferro-magnesianos) nos cursos hídricos da bacia hidrográfica do Pirapó, o que provocou a necessidade de se enfatizar a análise de correlação espaciais entre doenças e teores anômalos no período seco (agosto/2016), quando havia maior concentração dos metais nas amostras.

Além disso, esses tipos climáticos colaboraram para a conformação pedológica da área de estudo, atuando sobre as rochas basálticas e areníticas de modo a contribuir na origem dos diferentes tipos de solos presentes, assim como na modificação física dos mesmos por meio da lixiviação de seus minerais que, na maioria dos casos, acabam por alcançar os cursos hídricos, haja visto que a cobertura vegetal original (3% da área total da bacia), principalmente no que tange as matas ciliares, não apresenta maior dificuldade para a mobilidade destes minerais lixiviados.

Obviamente, o determinante nesta situação foi o emprego do desmatamento destas florestas originais promovido pela sociedade, que instaurou na região uma extensa área de atividade agropastoril bem como criou muitos núcleos urbanos ao longo dos espigões divisores da água no interior da bacia hidrográfica do Pirapó, aproveitando-se, quase que por ironia, das características morfológicas, climáticas e dos solos da região.

7 ASPECTOS SOCIOESPACIAIS

7.1 A FORMAÇÃO SOCIOESPACIAL DO NORTE DO PARANÁ: GÊNESE DOS CONDICIONANTES SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRAPÓ

O tratamento de uma bacia hidrográfica como a do Pirapó enquanto um sistema complexo de interações socioeconômicas e ambientais prescinde do entendimento de como se deu a conformação de sua formação socioespacial ao longo do período de sua ocupação.

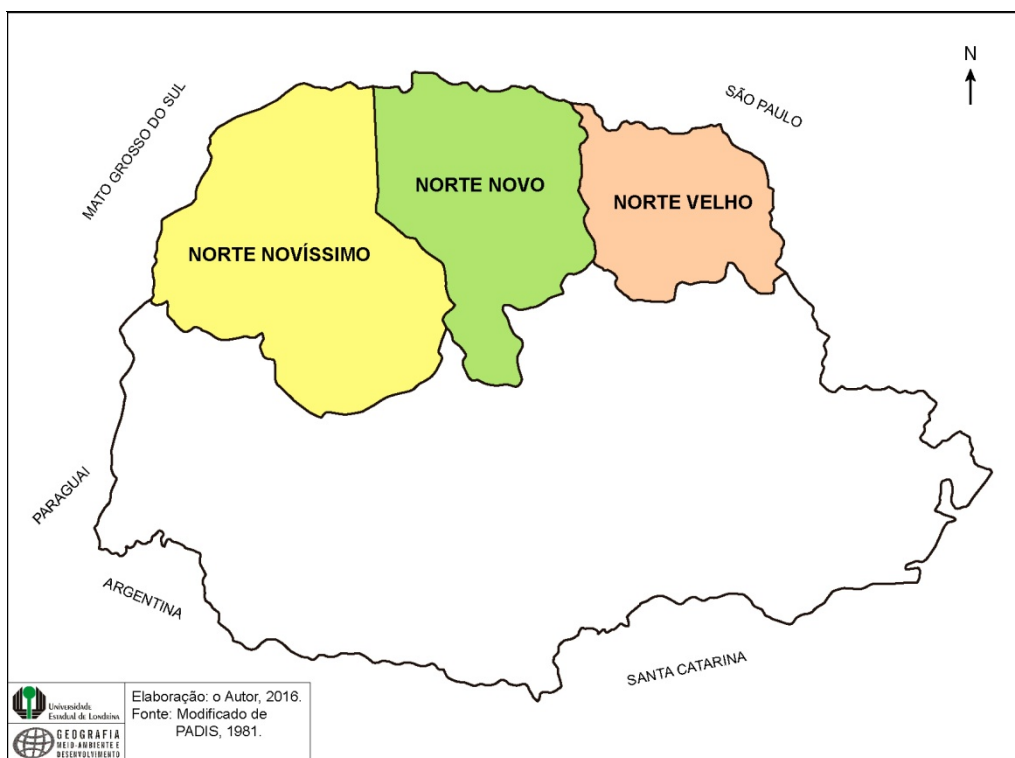
É importante ressaltar que uma formação socioespacial apresenta formas espaciais (cidades, estradas, campos agricultáveis, indústrias) que em um sentido amplo podem ser representativas do modo de produção e seus diferentes momentos de evolução e realização, o que permite compreender as transformações no espaço e os processos sociais que as originaram (ASALIN, 2015).

Como afirma Corrêa (2000), o conceito de formação socioespacial é essencial para a análise geográfica bem como da compreensão dos processos de diferenciação espacial, que em última instância, determinarão os processos doença-saúde nas populações locais, como discutido anteriormente.

Historicamente, a ocupação espacial do estado do Paraná obedeceu à expansão das conhecidas três frentes: Paraná Tradicional (tropeirismo e erva-mate), Sudoeste (imigrantes gaúchos e catarinenses) e a região Norte, tida como um prolongamento da economia cafeeira paulista, como assevera Serra (1992). Nesta última, a predominância das pequenas propriedades e a atividade cafeeira determinaram o desenvolvimento das condições socioeconômicas que atualmente se verificam nesta região.

Dadas a origem da colonização e o período em que a mesma se desenvolvia, foram determinadas três subdivisões: Norte Velho, Norte Novo e Norte Novíssimo (TOMAZI, 1997) (figura 14). Segundo Cancian (1981), o Norte Velho (Pioneiro) estendia-se do Rio Itararé até a margem direita do Rio Ivaí, a partir do final do século XIX e início do século XX, findando com a Crise de 1929; o Norte Novo, estendendo-se das barrancas do Rio Ivaí, limitando-se com as cidades de Terra Rica e Terra Boa e expandindo aos poucos na década de 1930 para posteriormente, apresentar uma acelerada expansão no pós Segunda Guerra Mundial (1945); por fim, o Norte Novíssimo, que prosseguia do limite anterior até o Rio Paraná (1940 a 1960), no período em que se encerrava a expansão da cafeicultura no Paraná.

Figura 14. Divisão dos municípios no ano de 1956 e as 3 subdivisões no norte-paranaense



Fonte: Modificado de PADIS, 1981.

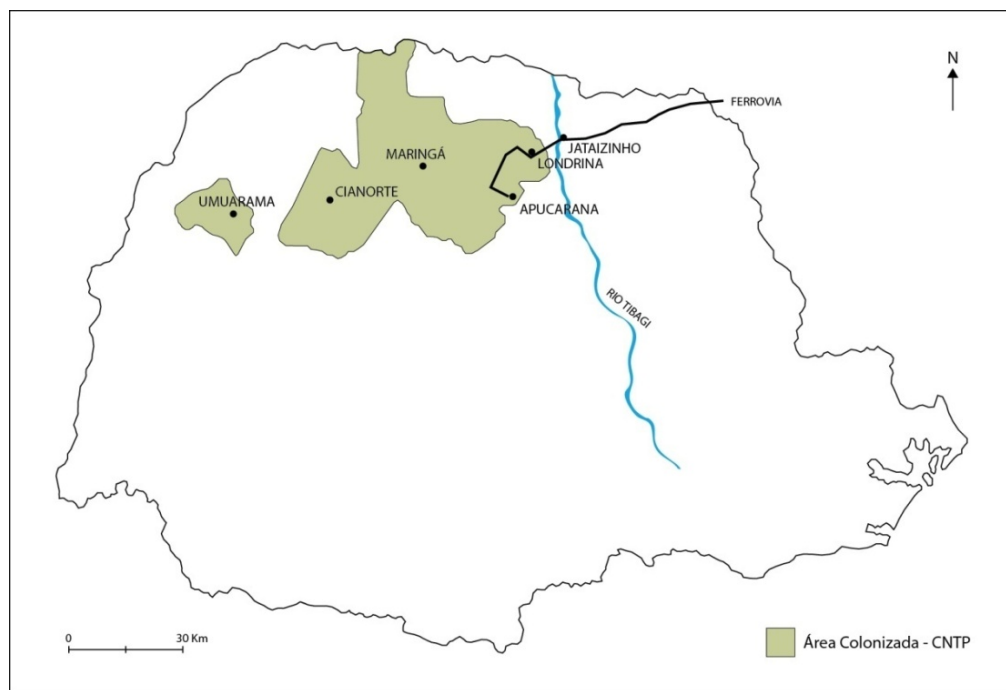
Especificamente, a área que compreende o Norte Novo está em conformidade com a área de estudo em que se empreende este estudo e, portanto, o entendimento da formação socioespacial que se conformou nesta região permite compreender a dinâmica socioambiental resultante das forças produtivas desenvolvidas na área do Norte Novo.

A dinâmica socioespacial que se desenvolveu nesta região respondeu à forma como o espaço geográfico foi sendo organizado por empresas tais como a Paraná Plantation Limited, controladora de duas subsidiárias, a Companhia de Terras Norte do Paraná e a Companhia Ferroviária São Paulo-Paraná, que segundo Müller (2001), eram empresas que se complementavam visto que a colonização garantia os fretes necessários à ferrovia, que mantinha o fluxo de colonizadores em direção às frentes pioneiras.

Quando adquirida uma área equivalente a 515.000 alqueires paulistas (figura 15), a Companhia de Terras Norte do Paraná começou a organizar espacialmente não somente a distribuição das estradas e ferrovias como também a estrutura fundiária que se caracterizava pelo advento da pequena propriedade, com vistas, em um primeiro momento, ao plantio de algodão (que deveria abastecer o crescente consumo da indústria têxtil da Inglaterra, na década de 1920), além da estruturação de uma rede urbana que, forçosamente, seria composta por cidades de importância e distância definidas, no intuito de que toda a área colonizada

estivesse disposta em um sistema de circulação da produção, onde as propriedades rurais não deveriam distar mais do que 15 km de um núcleo urbano (COMPANHIA, 1975).

Figura 15. Área colonizada pela Companhia de Terras Norte do Paraná (CNTP)



Fonte: Modificado de Padis (1981).

Segundo Müller (2001), a localização dos lotes rurais determinava também a dimensão dos mesmos, sendo que aqueles próximos aos núcleos urbanos variavam de 1 a 5 alqueires paulistas, enquanto que os lotes mais afastados apresentavam de 5 a 10 alqueires. Além disso, a menor dimensão dos lotes aumentava os lucros da companhia não somente pela quantidade vendida, mas pelo fato de que o investimento era concentrado na construção de acesso às estradas, aproximando estes lotes rurais dos núcleos urbanos e, conseqüentemente, facilitando o escoamento dos produtos produzidos.

Conforme destacado por Müller (1956), a gênese dos núcleos urbanos que fazem parte da bacia hidrográfica do rio Pirapó ocorreu entre os períodos de 1900 a 1929 (Santo Inácio), entre 1930 e 1945 (Guaraci, Jaguapitã, Rolândia, Pitangueiras, Astorga, Sabaudia, Arapongas, Apucarana, Cambira, Jandaia do Sul, Mandaguari, Marialva, Sarandi, Maringá, Mandaguaçu, Presidente Castelo Branco, Iguaçu) e após 1945 (Jardim Olinda, Itaguajé, Santa Inês, Paranapoema, Inajá, Colorado, Nossa Senhora das Graças, Paranacity, Cruzeiro do Sul, Uniflor, Nova Esperança, Atalaia, Flórida, ângulo, Santa Fé e Munhoz de Melo), conforme pode-se observar na figura 16.

Neste sentido, Asalin (2015) afirma que a “[...] rápida ocupação do Norte do Paraná, atrelada a fatores naturais como o solo, aconteceu a partir de um processo de expansão da atividade cafeeira” (ASALIN, 2015, p.52), dado que no início do século XX, a anexação de terras no norte paranaense esteve “[...] vinculada à expansão e mobilidade de fazendeiros e trabalhadores paulistas objetivando a produção de café” (ASALIN, 2015, p.53).

No período subsequente, de 1930 a 1945, denominado como terceira etapa da ocupação (ver figura 12), a ocupação e fundação das cidades havia sido liderada por companhias imobiliárias tais como a Companhia de Terras Norte do Paraná (CNTP) (MÜLLER, 2001). É neste período em que há um predomínio das medias e pequenas propriedades visto que não se tratava apenas da comercialização de terras, construção de estradas e ferrovias para avançar a ocupação, mas da concretização da pequena propriedade mercantil, que viria a caracterizar a formação socioespacial do Norte do Paraná (MÜLLER, 2001)

Após 1945, dando continuidade a ação do estado e da iniciativa privada, seguindo em linhas gerais os procedimentos adotados na etapa anterior, proliferaram as companhias loteadoras e a fundação das cidades sob a ação da Companhia Melhoramentos Norte do Paraná (CMNP) (MÜLLER, 2001), em um modelo de colonização implantado que colonizou cerca de 546.078 alqueires (no total), o que corresponde a 13.166 quilômetros quadrados, área em que foram fundadas 63 cidades e patrimônios, vendidos lotes e chácaras para 41.741 compradores, de área variável entre 5 e 30 alqueires e cerca de 70 mil lotes urbanos com media de 500 metros quadrados (FERREIRA, 1996, p.84). Esta última etapa de ocupação foi a maior no sentido de área ocupada e cidades fundadas.

A partir do desenvolvimento destas etapas na ocupação do norte paranaense verificase em um primeiro momento o advento da grande propriedade rural nas porções à leste do rio Tibagi, até o início do século XX, quando inicia-se a atuação das companhias de terras na ocupação e criação loteamentos voltados aos colonos oriundos, em grande parte, de São Paulo, com vistas à produção do café na pequenas propriedades rurais, onde também eram realizados os cultivos secundários de milho, feijão, arroz, algodão bem como a criação de porcos, galinhas e gado (CMNP, 1977).

Como assevera Asalin (2015, p. 84), assim “[...] acontecia uma diversificação de culturas, caracterizando a porção do Estado como uma área de policultura”. Dado que as pastagens naturais e plantadas ocupavam uma área inversamente proporcional à da cafeeicultura, as pequenas áreas de pastagens restantes eram utilizadas para a criação de bovinos, enquanto que havia também a área ocupada pelas culturas temporárias representadas

pelos gêneros alimentícios e matérias-primas, sendo que até os anos de 1960 mereciam destaque as culturas do arroz e feijão, seguidas pelo milho e algodão (ASALIN, 2015).

A esse respeito, Fresca (2004) assevera ainda que mesmo o Paraná tendo se tornado o centro mais dinâmico da cultura cafeeira no Brasil, após a Segunda Guerra Mundial, os municípios da rede urbana do norte do Paraná não se tornaram monocultores, sendo que havia pois uma diversificação de culturas que em maior ou menor grau, caracterizava a área como policultora.

Outro fato importante que se seguiu até a década de 1960 foi o incremento populacional gerado pelo contínuo fluxo populacional que se verificara desde a década de 1930, sendo que até então “a ocupação estava centrada nas terras a leste do rio Tibagi, mas com uma pequena população, dado o predomínio de grandes estabelecimentos rurais” (FRESCA, 2004, p.57), como afirmado anteriormente. No entanto, posteriormente as frentes pioneiras avançaram com maior vigor no norte, gerando uma agricultura apoiada em pequenos estabelecimentos segundo a referida autora. .

Ao analisar a distribuição da população no norte do Paraná, Fresca (2004), verificara que predominava, até a década de 1960, tanto em termos relativos como absolutos, a população rural era de 1.939.705 habitantes nesta porção do estado, cerca de 78,12% da população total. Segundo a autora supracitada, tal distribuição da população ocorreu em função das atividades agropecuárias, com predomínio de café, gêneros alimentícios e matérias-primas, com intensa utilização de mão-de-obra.

Se o campo norte paranaense ao longo do período descrito desenvolveu-se em meio à pequena produção mercantil, fundada na pequena propriedade e trabalho familiar, com vistas à produção de culturas comercializadas a um nível de mercado local e regional (arroz, feijão, milho, algodão), bem como internacional (café), verifica-se que o espaço rural do norte do Paraná caracterizou-se desde o início de sua ocupação mais intensiva (década de 1930) como uma área policultora onde predominam as pequenas propriedades e, conjuntamente, os núcleos urbanos haviam sido criados e estabelecidos, bem como os eixos rodoviários e ferroviários, o que permitiu com que na década de 1960 estivessem estabelecidas as interações econômicas, sociais, políticas, espaciais, dentre outros, de uma economia de mercado entre os núcleos urbanos (SOUZA, 1971).

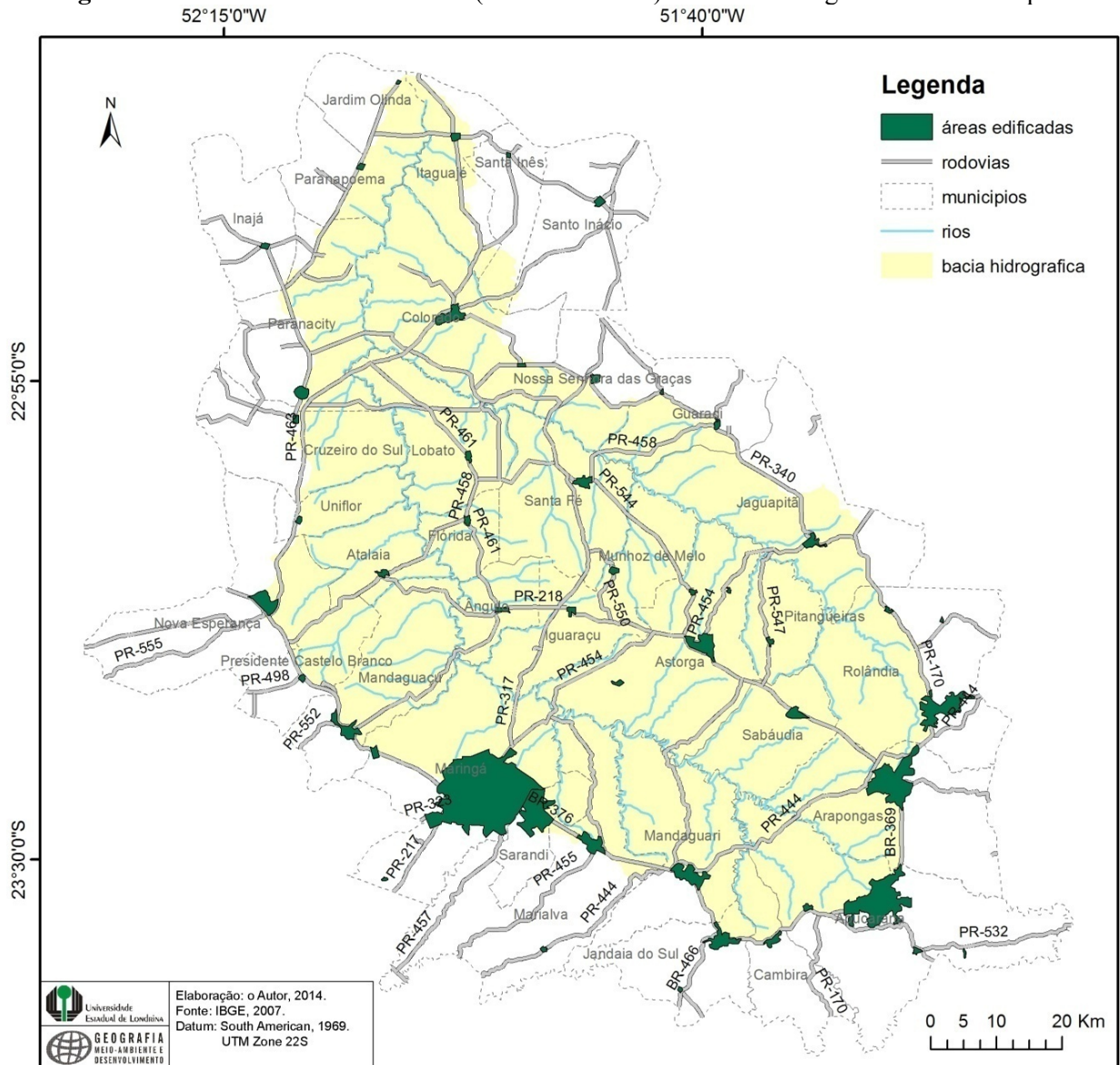
Estes eventos nortearam as características socioespaciais e ambientais que na atualidade se verificam na região norte do Paraná e mais especificamente na área de estudo representada pela bacia hidrográfica do rio Pirapó. Em meio às transformações que se delinearam ao longo das últimas décadas, esta área incorporou um contexto socioespacial

caracterizado por uma economia baseada essencialmente na agricultura, que predomina na paisagem, e na criação de núcleos urbanos que absorveriam parte da produção agrícola e escoariam o restante para mercados regionais, nacionais e globais, sendo importante neste contexto, a constituição de uma rede de rodovias e ferrovias que interligariam esses centros aos demais mercados, tornando densa toda uma rede cidades e rodovias, como se pode verificar na figura 17.

Fato importante é que área em que se insere a bacia hidrográfica do rio Pirapó é parte integrante de um importante “[...] microssistema geoecológico que despertou, desde a sua ocupação inicial, grande interesse econômico que muito se deveu às suas características geomorfológicas, edáficas e climáticas” (RIGON e PASSOS, 2014, p.54).

Como afirmam os autores supracitados, a predominância de um solo bastante fértil, oriundo da decomposição do basalto em uma área de clima tropical, assentado sobre um relevo planáltico, de topos amplos e suaves inclinações, recoberto ainda por uma floresta estacional semidecidual, que viria a ser quase que totalmente retirada para dar lugar à agricultura e pecuária, serviram como meio de propagação das variadas formas de uso e ocupação do solo (RIGON e PASSOS, 2014).

Figura 17. Rede de rodovias e cidades (áreas edificadas) na Bacia hidrográfica do Rio Pirapó.



Ocupações essas que transformaram a paisagem da bacia hidrográfica em um misto de áreas urbanizadas, rede de rodovias e ferrovias, áreas agrícolas e pecuárias que no processo também fizeram surgir e/ou agravar “[...] problemas relacionados à degradação ambiental como o desmatamento, a erosão do solo e assoreamento dos cursos d’água, a poluição dos mananciais por agrotóxicos por esgoto urbano e industrial dentre outros” (RIGON e PASSOS, 2014, p.54).

7.2 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

Em função das mudanças promovidas na estrutura produtiva do norte do Paraná após a década de 1970, houve conjuntamente alterações significativas na dinâmica populacional da região a partir deste período, visto que até a década de 1960 a distribuição da população concentrava-se no campo, em sua maioria, e os índices de urbanização eram até então muito baixos, sendo que até 1970 a população urbana majoritária concentrava-se nas cidades de Londrina, Arapongas, Apucarana, Jandaia do Sul, Nova Esperança, Paranavaí e Nova Olímpia (ASALIN, 2015).

Segundo o autor supracitado, na década de 1980 foi similar ao que ocorrera na década de 1970, porém, com uma tendência ao arrefecimento das taxas de evasão populacional do norte do Paraná por sua vez, seguindo-se para a década de 1990 verificou-se a diminuição da população rural nos municípios, aumento da taxa de urbanização e o reforço do crescimento das maiores cidades do norte paranaense, conformando áreas de aglomeração físico-territorial urbana em Londrina e Maringá segundo a autora.

Nas últimas décadas verificou-se uma diminuição da população rural e aumento da urbana, ocorrendo também um relevante fluxo de retorno de parte da população que nas décadas anteriores havia migrado para outros estados, sendo que desde a década de 1990 observa-se um importante processo de desconcentração industrial, “[...] assim como a expansão de atividades voltadas à prestação de serviços, como telefonia, dentre outras, atraindo novos habitantes diante da demanda atrelada a algumas cidades” (ASALIN, 2015, p.169).

Neste contexto, os municípios da bacia hidrográfica do Pirapó passaram por mudanças em seus aspectos demográficos muito semelhantes ao conjunto daqueles que compõem a região do norte-paranaense, com variações populacionais atreladas às mudanças na estrutura produtiva e relações de trabalho ocorridas nas últimas décadas, diante da modernização agropecuária e da atração exercida pelas novas fronteiras agrícolas que se configuravam no Norte e Centro-Oeste do país, bem como a busca de emprego em cidade maiores, em função da recessão econômica que havia ocorrido da década de 1980 a 1990 (ASALIN, 2015).

A par destes desenvolvimentos, a população dos municípios que compõem a bacia hidrográfica do Pirapó apresentam algumas características que resultaram destes processos descritos, conformando-se em uma população urbana majoritária e com relativa e importante participação de jovens na composição populacional, como se pode verificar na tabela 04.

Verifica-se primeiramente uma grande diversidade no que tange aos números absolutos de quantidade populacional (residente) para cada município. O gráfico 03 demonstra bem essa variabilidade visto que a maior parte dos municípios da bacia hidrográfica do Pirapó, no ano de 2010, apresentavam populações residentes abaixo dos 50.000 habitantes, neste patamar encontram-se os seguintes municípios: Ângulo (2.859), Astorga (24.698), Atalaia (3.913), Cambira (7.236), Colorado (22.345), Cruzeiro do Sul (4.563), Flórida (2.543), Guaraci (5.227), Iguaçu (3.982), Inajá (2.988), Itaguajé (4.568), Jaguapitã (12.225), Jandaia do Sul (20.269), Jardim Olinda (1.409), Lobato (4.401), Mandaguçu (19.781), Mandaguari (32.658), Marialva (31.959), Munhoz de Melo (3.672), Nossa Senhora das Graças (3.836), Nova Esperança (26.615), Paranacity (10.250), Paranapoema (2.791), Pitangueiras (2.814), Presidente Castelo Branco (4.784), Sabaúdia (6.096), Santa Fé (10.432), Santa Inês (1.818), Santo Inácio (5.269) e Uniflor (2.466). Em outro patamar, dos municípios com população residente entre os 50.000 e os 100.000 habitantes encontram-se Rolândia (57.862) e Sarandi (82.847); no patamar acima dos 100.000 habitantes situam-se Apucarana (120.919) e Arapongas (104.150), seguidos de Maringá, com a maior população residente, cerca de 357.077 habitantes (residentes). Estes dados mostram também a necessidade metodológica de se relativizar o peso dos óbitos nas populações dado que, por exemplo, em uma situação hipotética, 10 óbitos em 100 habitantes é uma situação enquanto que esses mesmos 10 óbitos em 50 habitantes é outra totalmente diferente, como se verá nas análises espaciais posteriores.

De qualquer forma, há uma discrepância muito grande nos dados que deve ser considerada no momento em que forem realizadas as análises dos óbitos por municípios por grupo de causas, para que não se conclua que somente Maringá apresenta problemas relativos ao consumo de água e doenças correlatas. Assim, neste primeiro momento, os dados do gráfico 03 revelam que cerca de 85% dos municípios apresentam população residente inferior a 50.000 habitantes. Considerando ainda os municípios com população inferior a 15.000 habitantes, têm-se 23 municípios, ou cerca de 65% do total, inclusive havendo 12 municípios com menos de 5.000 habitantes, cerca de 34% do total, aproximadamente 1/3 dos municípios analisados.

Pode-se asseverar que esta situação é uma resposta aos processos que se desenvolveram em meio à dinâmica de distribuição da população que ocorrera no norte do Paraná, principalmente desde a década de 1980 quando ocorrera na região um esvaziamento da população total da grande maioria dos municípios e, ainda que, na década de 1990 houvesse ocorrido uma relativa estabilização da dinâmica populacional, em relação às

evasões, continuava “[...] com relativo vigor a distribuição territorial interna da população, concentrando-se nas cidades maiores” (FRESCA, 2004, p.227), como pode-se perceber pelos dados apresentados (tabela 04 e gráfico 03).

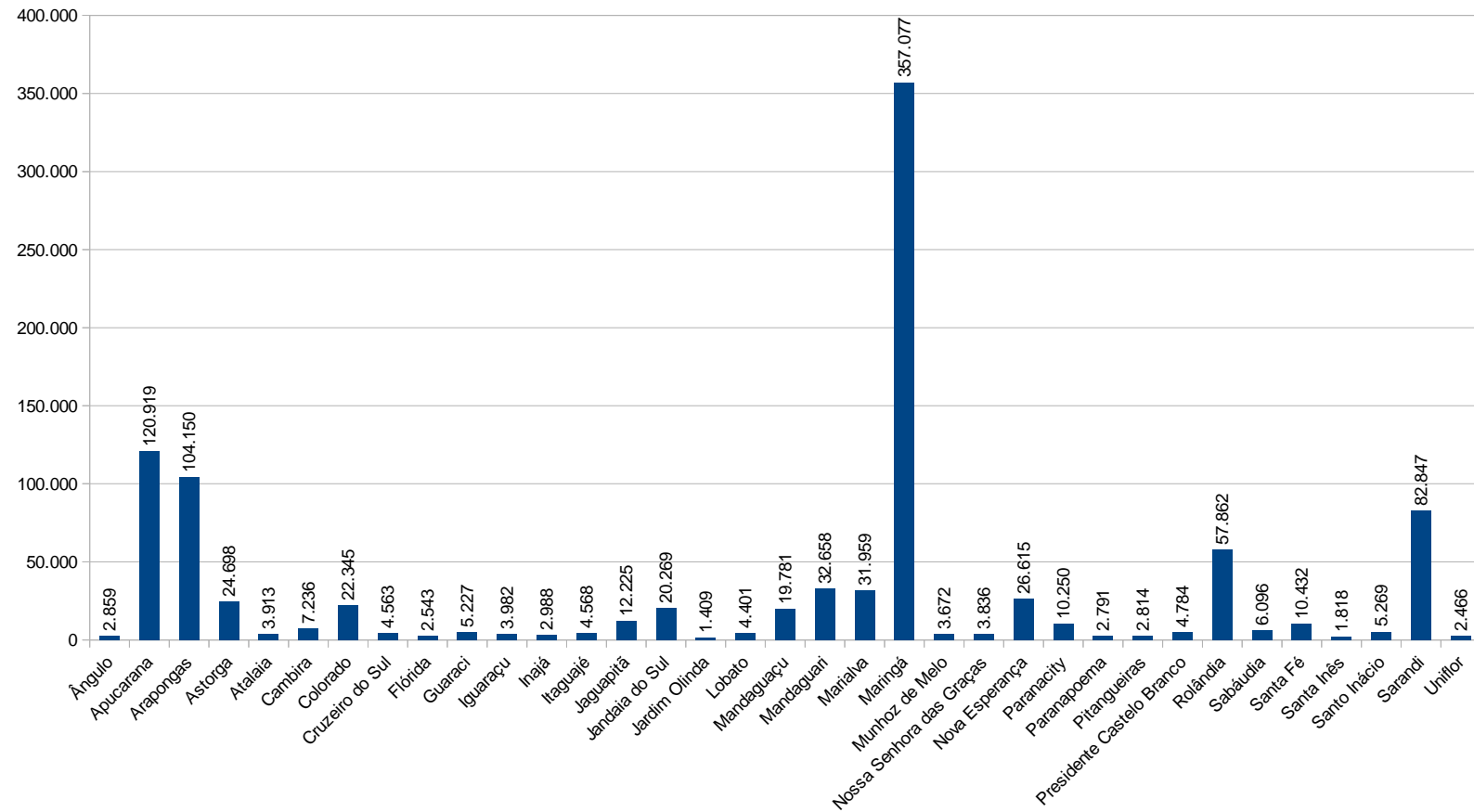
Outro fator importante diz respeito à composição etária da população nos diferentes municípios que compõem a Bacia hidrográfica do Pirapó. Comumente a estrutura etária de uma população é dividida em três faixas, as quais: os jovens, do 0 até 19 anos; os adultos, dos 20 anos até 59 anos e os idosos, que vai dos 60 anos em diante. A partir da tabela 04, contata-se de forma geral que na maior parte dos municípios estudados a maior quantidade de indivíduos se distribui entre as idades de 10 a 49 anos, em um padrão que se verifica e que apresenta poucas variações quando são analisados todos os municípios, independente do total de habitantes para cada. Desta forma, nota-se que é uma região em que a população é jovem, com participação significativa e semelhante entre jovens (10 a 19 anos) e adultos (20 a 49 anos) na composição etária.

Tabela 04. População residente segundo grupos de idades e os municípios da Bacia hidrográfica do Pirapó (2010)

município	Menos de 1	1 a 4	5 a 9	10 a 14	15 a 19	20 a 24	25 a 29	30 a 34	35 a 39	40 a 44	45 a 49	50 a 54	55 a 59	60 a 64	65 a 69	70 a 74	75 a 79	80 e mais	total
Ângulo	34	148	201	235	245	242	215	205	221	214	210	176	129	113	100	72	43	56	2859
Apucarana	1562	6408	8300	9733	10481	10565	10073	9661	8732	9198	8056	7149	6018	4811	3698	2778	1843	1853	120919
Arapongas	1433	5345	6972	8221	8433	9304	9190	8794	8169	7983	7152	5964	4896	3864	3012	2294	1568	1556	104150
Astorga	317	1233	1536	1859	2109	2020	1877	1846	1795	1909	1724	1551	1347	1093	846	660	466	510	24698
Atalaia	50	144	233	321	322	268	285	274	305	347	285	242	221	200	154	101	78	83	3913
Cambira	75	368	475	551	615	640	569	523	509	511	531	478	397	301	245	178	147	123	7236
Colorado	229	991	1417	1713	1799	1873	1783	1793	1742	1755	1665	1448	1157	897	710	590	385	398	22345
Cruzeiro do Sul	60	233	307	362	402	389	361	308	353	356	322	292	246	157	147	99	82	87	4563
Flórida	28	141	175	201	201	200	178	196	181	215	186	156	119	108	91	74	45	48	2543
Guaraci	72	256	353	455	501	422	367	353	387	406	331	295	237	247	180	162	96	107	5227
Iguaraçu	54	199	247	331	387	359	291	314	311	308	246	220	215	170	123	106	58	43	3982
Inajá	39	149	202	287	296	213	198	236	232	238	190	159	134	115	113	87	52	48	2988
Itaguajé	73	257	323	428	440	370	345	275	343	317	319	287	198	161	138	123	94	77	4568
Jaguapitã	176	607	835	1011	1036	1071	1020	940	897	934	846	724	547	458	345	279	251	248	12225
Jandaia do Sul	251	892	1323	1562	1761	1583	1503	1489	1455	1574	1447	1246	1086	913	734	605	391	454	20269
Jardim Olinda	14	85	89	133	143	98	99	104	105	127	110	71	59	42	42	36	25	27	1409
Lobato	52	214	295	370	363	336	372	353	353	347	363	268	206	137	127	113	68	64	4401
Mandaguaçu	249	1022	1417	1674	1789	1730	1566	1535	1496	1524	1397	1125	872	741	554	475	293	322	19781
Mandaguari	388	1510	2124	2633	2696	2729	2591	2456	2443	2449	2330	2101	1656	1376	1094	823	632	627	32658
Marialva	418	1559	2153	2492	2660	2792	2673	2417	2458	2445	2104	1935	1723	1405	1000	728	488	509	31959
Maringá	4232	16502	20975	24827	29473	35601	32162	28831	26858	27728	25820	22185	18510	14429	10526	7725	5158	5535	357077
Munhoz de Melo	26	174	238	311	343	293	230	209	269	290	286	189	197	191	148	117	80	81	3672
Nossa Senhora das Graças	44	160	251	341	359	309	271	271	272	294	342	236	196	140	116	87	74	73	3836
Nova Esperança	312	1307	1847	2185	2252	2161	1969	1994	2030	2073	1899	1595	1341	1037	906	655	497	555	26615
Paranacity	173	648	774	925	907	887	880	789	755	794	672	505	392	324	284	242	145	154	10250
Paranapoema	46	166	207	247	292	240	233	217	208	212	189	151	104	87	75	47	30	40	2791
Pitangueiras	29	152	215	269	245	221	201	219	219	225	182	167	128	118	89	59	38	38	2814
Presidente Castelo Branco	66	255	370	432	456	394	372	401	393	361	322	230	214	167	124	94	71	62	4784
Rolândia	794	3004	3935	4516	4834	5188	4899	4728	4384	4477	3799	3423	2733	2312	1767	1281	927	861	57862
Sabáudia	63	297	398	503	575	489	471	487	461	468	409	349	361	239	182	139	100	105	6096
Santa Fé	117	503	665	807	876	905	844	773	738	816	778	633	555	407	322	281	206	206	10432

Santa Inês	20	84	121	155	166	138	137	119	132	142	155	108	85	90	57	47	33	29	1818
Santo Inácio	69	262	341	412	463	457	428	393	397	394	414	290	256	194	172	136	92	99	5269
Sarandi	1246	4833	6237	7613	7523	7529	7110	6692	6543	6322	5270	4401	3644	2833	2031	1331	879	810	82847
Uniflor	24	128	166	220	236	191	184	204	180	204	163	105	124	104	83	57	56	37	2466

Fonte: IPARDES, 2015.

Gráfico 03. Total da população residente para cada município da Bacia hidrográfica do Pirapó – 2010

Fonte: IPARDES, 2015.

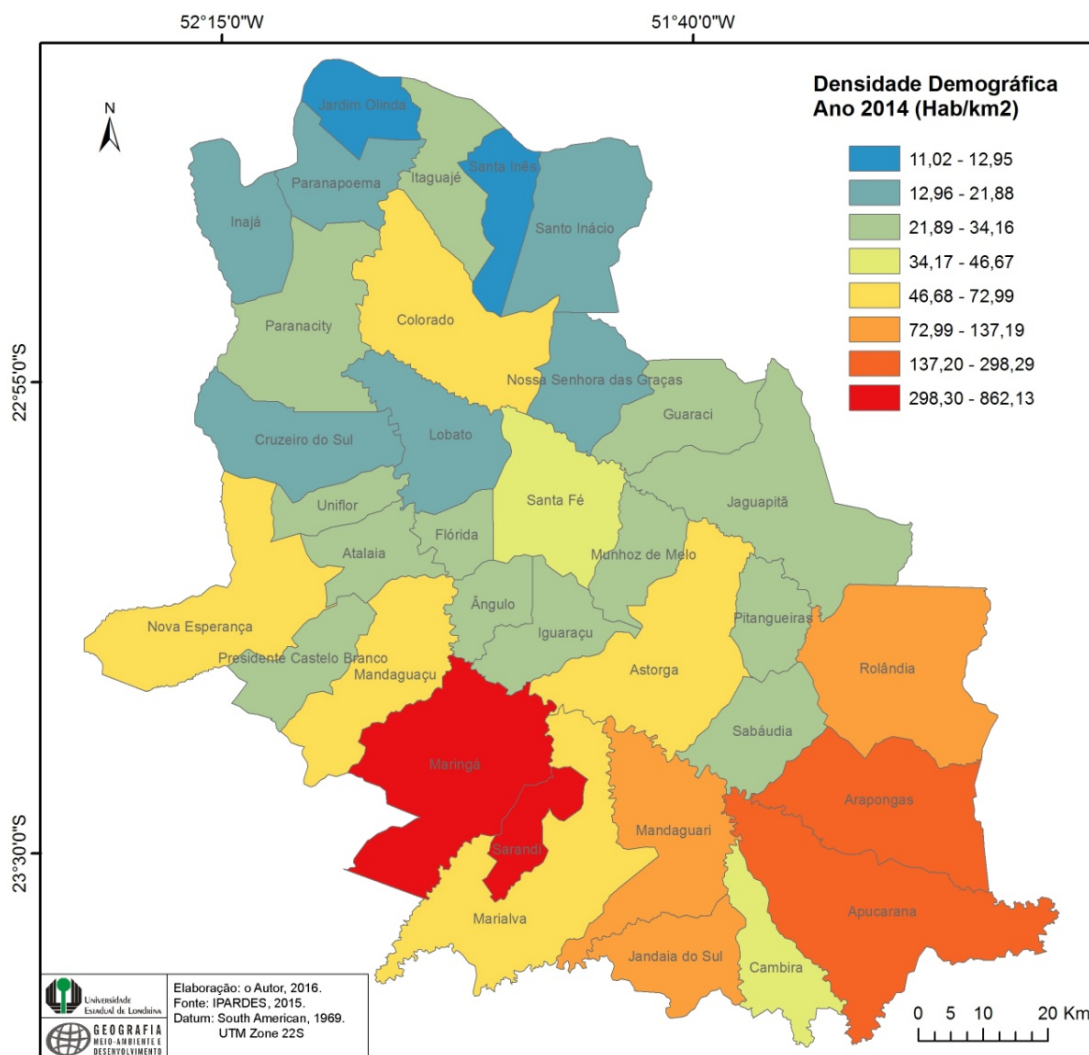
Observa-se que a faixa etária com maior número de indivíduos na composição etária dos municípios é aquela representada pelos jovens de 15 a 19 anos (em 19 municípios), exceto nos municípios de Marialva (20 a 24 anos), Paranacity (10 a 14 anos), Colorado (20 a 24 anos), Lobato (25 a 29 anos), Maringá (20 a 24 anos), Santa Fé (20 a 24 anos), Pitangueiras (10 a 14 anos), Atalaia (40 a 44 anos), Cambira (20 a 24 anos), Flórida (40 a 44 anos), Jaguapitã (20 a 24 anos), Mandaguari (20 a 24 anos), Rolândia (20 a 24 anos) e Sarandi (10 a 14 anos).

Observa-se que a faixa etária com maior número de indivíduos na composição etária dos municípios é aquela representada pelos jovens de 15 a 19 anos (em 19 municípios), exceto nos municípios de Marialva (20 a 24 anos), Paranacity (10 a 14 anos), Colorado (20 a 24 anos), Lobato (25 a 29 anos), Maringá (20 a 24 anos), Santa Fé (20 a 24 anos), Pitangueiras (10 a 14 anos), Atalaia (40 a 44 anos), Cambira (20 a 24 anos), Flórida (40 a 44 anos), Jaguapitã (20 a 24 anos), Mandaguari (20 a 24 anos), Rolândia (20 a 24 anos) e Sarandi (10 a 14 anos).

Em termos de densidade demográfica, pode-se observar na figura 18 que no ano de 2014 (IPARDES, 2015), os municípios com maior densidade demográfica concentravam-se basicamente na porção a montante da bacia hidrográfica, destacando-se os municípios de Maringá, Sarandi, Apucarana, Arapongas, Rolândia, Jandaia do Sul e Mandaguari, com variação entre 72 e 862 habitantes por Km², todos localizados nas porções do médio e alto curso da bacia hidrográfica do Pirapó.

Exceto por Colorado, os municípios à jusante como Jardim Olinda, Santa Inês, Itaguajé, Inajá, Paranapoema, Santo Inácio, dentre outros, foram aqueles que apresentaram as menores densidades, com variação entre 11 e 46 habitantes por Km². Os extremos são representados pelos municípios de Jardim Olinda (11,02 hab./km²) e Sarandi (862,13 hab./Km²).

A verificação da densidade demográfica decorre, dentre outros fatores, da necessidade de se constatar o nível de concentração da população na área de estudo haja vista que a priori, os efeitos da ação humana nestas áreas de maior concentração (Alto Pirapó) terem maior impacto sobre o ambiente, mas também pelo fato de que estas populações também tem maior possibilidade de sofrerem os agravos à saúde gerados pelo consumo das águas dos rios Pirapó e Bandeirante do Norte, bem como de seus afluentes, principalmente se contaminadas por metais, como se procurará constatar.

Figura 18. Densidade demográfica dos municípios da Bacia hidrográfica do Pirapó – 2014.

Além disso, nos municípios de maior densidade populacional, no alto Pirapó, também se concentram a maior parte dos serviços públicos de saúde, bem como os equipamentos médico-hospitalares, o que também contribui para o entendimento dos movimentos migratórios de indivíduos que buscam atendimento médico-hospitalar e que, portanto, contribui para o aparecimento de uma gama maior de óbitos registrados nestes locais, o que deve ser considerado no momento da análise dos dados de saúde e sua espacialização na área de estudo.

7.3 ATIVIDADES ECONÔMICAS

Ainda que de forma geral a economia da região norte paranaense tenha se fundamentado, principalmente, nas atividades agrícolas realizadas em sua maioria nas pequenas e médias propriedades (pequena produção mercantil), como visto anteriormente, no

processo de desenvolvimento econômico desta porção do estado ocorreu conjuntamente a transformação da circulação visto que a mesma é necessária no processo produtivo representado pelas esferas da produção, distribuição e consumo, o que também promoveu uma série de atividades correlacionadas, tais como a própria agropecuária, indústria, comércio e setor financeiro, haja visto que a circulação não diz respeito somente ao deslocamento de produtos, mas de pessoas, informações, finanças, etc. (VEIGA, 2007).

Segundo Asalin (2015), durante a gestão de Ney Braga (1961-1965), houve uma preocupação do governo em assumir a função de agente do processo de desenvolvimento do estado, desenvolvendo assim a infraestrutura, “[...] em especial, voltada a estradas, fornecimento de energia elétrica e financiamentos direcionados a atender a indústria, objetivando substituir as importações” (ASALIN, 2015, p. 135). O autor supracitado afirma ainda que

O governo paranaense, movido pela política desenvolvimentista da época, tomou para si a função de fomentar a industrialização do estado, assumindo assim um novo papel, o de ser o atuante propulsor do processo de industrialização, tanto no que se refere ao financiamento, planejamento, como o estímulo ao investimento privado, até mesmo como um investidor em setores pouco atraentes para o capital privado naquele momento (ASALIN, 2015, p. 136).

Neste sentido, esses procedimentos fizeram com que a partir da década de 1960, principalmente, ocorresse o processo de modernização do campo que promoveria o esvaziamento demográfico do mesmo, posto que, ao ser submetido a “[...] um maior conteúdo em ciência, tecnologia, capital, informação, etc. e por outras relações sociais de produção, o campo foi esvaziado demograficamente e, via êxodo rural, a população norte-paranaense teve como destino as cidades da rede [...]” (FRESCA, 2004, p. 241).

Neste contexto é que se propagam as mudanças no campo e na cidade entre os municípios que fazem parte da bacia hidrográfica do Pirapó, visto que os mesmos também estiveram envolvidos nestes processos que se desenvolveram em toda a região do norte-paranaense, em maior ou menor grau. É neste ínterim em que algumas cidades presentes na área de estudo começam a despontar no setor industrial, que passa a ser numericamente expressivo, tais como Rolândia, Araongas, Apucarana, Marialva, Mandaguari, Maringá e Sarandi, sendo que destas, Araongas e Apucarana tornaram cidades especializadas em produções industriais, a primeira especializada na produção de bonés e a segunda especializada na produção moveleira (VIETRO, 2011).

Além dessas cidades, outras como Jaguapitã se destacam não somente na produção industrial (produção de mesas para bilhar) como também no setor agroindustrial

(Jaguafrangos e Avebom – atualmente JBS), bem como na área de serviços, como é o caso de Santa Fé, especializada em prestação de serviços fotográficos, com cerca de 40 empresas do ramo (2010), atendendo a vários estados brasileiros (FRESCA e VEIGA, 2011).

Atualmente setor sucroalcooleiro também se destaca na região, em municípios como Colorado, Marialva, Jandaia do Sul, Rolândia, Astorga, Paranacity e Maringá a produção de cana-de-açúcar e seu beneficiamento nas usinas têm aumentado nos últimos anos. Unidades produtivas como a da Alto Alegre, no município de Colorado moeu cerca de 3.178.721 toneladas de cana no ano de 2007, a maior quantidade dentre todas as unidades produtivas no Paraná, bem como produziu cerca de 314.254 toneladas de açúcar, idem a situação anterior (QUEIROZ, 2007). Se somadas as quantidades produzidas de açúcar nos municípios que fazem parte da Bacia hidrográfica do Pirapó (Colorado, Marialva, Jandaia do Sul, Rolândia, Astorga, Paranacity e Maringá) segundo números levantados por Queiroz (2007), tem-se um total de 9.936.662 toneladas de cana moída (2006/07), aproximadamente 31% do total produzido no estado do Paraná, cerca de 31.994.580 toneladas de cana moída. Ou seja, somente esses municípios destacados respondem por aproximadamente 1/3 da produção de cana moída no Paraná.

Cabe ressaltar que além da participação relevante da produção de cana-de-açúcar, especificamente na área de estudo, deve-se considerar também a participação expressiva da produção da soja no contexto da região norte do Paraná, que segundo Asalin (2015), teve como condições para a expansão desta oleaginosa a articulação da economia regional com os portos, a disponibilidade de solos férteis em conjunto com a acumulação de capital oriunda, especialmente, dos produtores de café.

Fato é que a própria soja é um produto representativo da modernização tecnológica que se observava no campo paranaense, respondendo em grande parte pelos processos de esvaziamento demográfico do campo - como descrito anteriormente, como também por promover uma conjuntura em que “[...] o crescimento do número de empregos nas indústrias e o aumento da urbanização ampliaram a procura por produtos fornecidos pela agricultura, para consumo alimentar interno e também matérias-primas para as indústrias [...]” (ASALIN, 2015, p. 141).

Todos esses processos atrelados se conformaram na dinâmica econômica que atualmente se verifica no norte do Paraná e conseqüentemente entre os municípios que fazem parte da Bacia hidrográfica do Pirapó. Como discutido previamente, o advento da pequena produção mercantil, do capital gerado pela cafeicultura e por fim, a modernização do campo que fundamentou o aparecimento, nas últimas décadas, das agroindústrias locais bem como

no processo de aumento no grau de urbanização e industrialização no interior da área de estudo, fez surgir concomitantemente uma densificação da rede urbana e também das atividades produtivas, acrescidas de uma melhoria geral da circulação (ASALIN, 2015).

Em parte, percebe-se o resultado desta marcha quando se verifica, junto aos dados do IPARDES (2015) representados na tabela 05, que o município com menor grau de urbanização na área de estudo é o de Santa Inês, com 65,57% no ano de 2010, sendo este o único com menos de 70% de grau de urbanização na área, pois na faixa dos 70 a 80% enquandram-se municípios como Jardim Olinda (71,04%), Pitangueiras (72,49%), Cruzeiro do Sul (74,60%), Cambira (75,66%), Ângulo (78,80%), Itaguajé (79,60%) e Santo Inácio (79,71%).

Na faixa entre os 80 e 90% situam-se os municípios de Guaraci (80,35%), Uniflor (80,58%), Marialva (80,70%), Munhoz de Melo (80,99%), Nossa Senhora das Graças (82,95%), Sabaúdia (83,61%), Jaguapitã (84,91%), Presidente Castelo Branco (87,73%), Santa Fé (88,50%), Mandaguaçu (88,90%), Iguaçu (89,38%) e Paranapoema (89,57%).

Tabela 05. Grau de urbanização (%) nos municípios da Bacia hidrográfica do Pirapó (2010)

município	grau de urbanização (2010) (%)
Ângulo	78,80
Apucarana	94,36
Arapongas	97,79
Astorga	91,34
Cambira	75,66
Colorado	94,00
Cruzeiro do Sul	74,60
Flórida	91,31
Guaraci	80,35
Iguaçu	89,38
Inajá	92,40
Itaguajé	79,60
Jaguapitã	84,91
Jandaia do Sul	90,44
Jardim Olinda	71,04
Lobato	93,27
Mandaguaçu	88,90
Mandaguari	94,72
Marialva	80,70
Maringá	98,20
Munhoz de Melo	80,99
Nossa Senhora das Graças	82,95
Nova Esperança	91,39
Paranacity	92,38
Paranapoema	89,57
Pitangueiras	72,49

Presidente Castelo Branco	87,73
Rolândia	94,62
Sabáudia	83,61
Santa Fé	88,50
Santa Inês	65,57
Santo Inácio	79,71
Sarandi	99,15
Uniflor	80,58

Fonte: IPARDES, 2015.

Na faixa com maior número de representantes, com grau de urbanização acima dos 90% têm-se os municípios de Jandaia do Sul (90,44%), Flórida (91,31%), Astorga (91,34%), Nova Esperança (91,39%), Paranacity (92,38%), Inajá (92,40%), Lobato (93,27%), Colorado (94,00%), Apucarana (94,36%), Rolândia (94,62%), Mandaguari (94,72%), Arapongas (97,79%), Maringá (98,20%) e Sarandi (99,15%).

A par destes enquadramentos, ao se utilizar a tipologia elaborada pelo IBGE (2011), que define 4 classes de acordo com o grau de urbanização da população: **Muito forte** - municípios com grau de urbanização superior a 75%; **Forte** - municípios com grau de urbanização entre 75% e 50%; **Moderado** - municípios com grau de urbanização entre 50% e 25%; **Fraco** - municípios com grau de urbanização inferior a 25%, temos que na bacia hidrográfica do Pirapó somente os municípios Cruzeiro do Sul, Pitangueiras, Jardim Olinda e Santa Inês enquadram-se na classe de forte urbanização (50 e 70%), enquanto que o restante é classificado enquanto municípios de grau de urbanização muito forte, acima dos 75%.

O fato é que a maior parte dos municípios apresenta um grau de urbanização considerável visto que o processo de urbanização da área de estudo se deu conforme o restante da região norte-paranaense, onde a partir da década de 1960 aumentou consideravelmente o esvaziamento do campo em função dos fatos descritos. Neste sentido, a atual presença de municípios com grau de urbanização acima de 70% - em sua maioria - é reflexo dos processos descritos previamente.

Assim, quando se analisa a tabela 06, acerca da população ocupada nos principais setores de atividade econômica, no ano de 2010, verifica-se que a maior parte da população dos municípios está ocupada em atividades majoritariamente urbanas, tais como a indústria de transformação, construção, comércio, reparação de veículos automotores e motocicletas, transporte, armazenagem, correios, alojamento e alimentação, administração pública, defesa e seguridade social, educação, saúde humana e serviços sociais e, por fim, serviços domésticos. É preciso ressaltar que o somatório dos números para cada município, nesta tabela, corresponde a mais de 80% de todos os setores da população ocupada (IBGE, 2010).

Ponderando sobre os dados aqui apresentados, nota-se que em todos os municípios a população ocupada em atividades predominantemente urbanas é maior do que aquela ocupada em atividades ligadas ao campo. Verifica-se no somatório de todos os dados, que na área de estudo cerca de 439.150 pessoas estão ocupadas nas atividades destacadas. Deste montante, cerca de 391.985 pessoas estão ocupadas com atividades urbanas, enquanto que 47.165 estão ocupadas nas atividades rurais. Em termos percentuais, tem-se que 10,7% das pessoas está ocupada no campo e 89,3% está ocupada na cidade, o que demonstra a preponderância das atividades urbanas na região. Entretanto, são necessárias algumas ressalvas.

Trabalhando os dados, observa-se que os municípios com percentual semelhante – acima dos 89% - são os seguintes: Maringá (97,1%), Sarandi (96,9%), Arapongas (93,5%) e Apucarana (92,1%). Se forem comparados aos dados da tabela 03, acerca do grau de urbanização em cada município, para o mesmo ano de 2010, constata-se que estes municípios com mais de 89% do pessoal ocupado nas atividades econômicas urbanas também são os municípios com maior grau de urbanização.

Tabela 06. População ocupada segundo os principais setores de atividade econômica nos municípios da Bacia hidrográfica do Pirapó (2010).

MUNICÍPIOS	PRINCIPAIS SETORES DE ATIVIDADE ECONÔMICA									
	Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	Indústrias de Transformação	Construção	Comércio, reparação de veículos automotores e motocicletas	Transporte, armazenagem e correio	Alojamento e alimentação	Administração pública, defesa e seguridade social	Educação	Saúde humana e serviços sociais	Serviços domésticos
Ângulo	607	139	81	178	60	27	92	94	62	102
Apucarana	4.421	21.470	3.993	11.929	3.045	1.632	1.984	2.877	1.722	3.236
Arapongas	2.932	16.241	3.659	10.625	2.613	1.274	1.438	2.207	1.604	2.989
Astorga	2.325	2.672	870	2.399	694	347	515	674	358	713
Atalaia	534	469	90	254	67	37	162	84	57	111
Cambira	1.119	827	307	419	111	47	236	118	94	176
Colorado	2.205	3.002	785	2.401	414	203	407	446	284	867
Cruzeiro do Sul	862	519	95	162	29	26	144	85	62	115
Flórida	396	321	63	117	24	12	140	4	24	128
Guaraci	798	818	124	294	61	17	130	107	70	120
Iguaraçu	392	328	148	168	84	90	187	96	57	149
Inajá	498	97	90	169	33	19	64	105	54	84
Itaguajé	520	417	160	284	40	27	121	132	70	146
Jaguapitã	1.458	1.882	368	867	86	129	197	326	166	299
Jandaia do Sul	1.816	1.996	750	1.895	360	438	444	798	389	790
Jardim Olinda	177	59	49	39	21	-	69	50	33	21
Lobato	311	806	125	311	67	44	104	103	66	113
Mandaguacu	1.178	2.340	707	1.662	499	294	442	413	225	676
Mandaguari	2.166	4.367	1.059	2.866	616	337	490	775	342	1.236
Marialva	4.171	2.613	1.256	2.977	606	443	502	777	438	909
Maringá	4.249	28.813	13.074	45.420	8.341	7.228	7.832	13.727	9.263	9.917
Munhoz de Melo	683	551	94	136	60	15	135	75	21	87
Nossa Senhora das Graças	331	795	63	142	22	27	164	95	42	58
Nova Esperança	2.270	2.729	1.120	2.437	569	466	385	775	353	883
Paranacity	943	1.546	262	601	105	109	319	155	119	294
Paranapoema	431	225	58	150	25	14	75	103	52	119
Pitangueiras	688	316	73	96	37	24	82	56	19	68
Presidente	439	517	131	278	146	23	222	42	26	114

Castelo Branco										
Rolândia	3.399	8.347	1.856	4.973	1.273	925	958	1.208	706	1.654
Sabáudia	1.122	743	178	309	94	51	171	126	33	153
Santa Fé	1.167	1.027	441	683	150	122	243	203	73	421
Santa Inês	317	73	52	50	9	14	112	41	30	61
Santo Inácio	747	415	187	393	121	75	157	136	58	146
Sarandi	966	7.405	6.084	7.690	2.219	1.393	870	1.023	776	3.613
Uniflor	527	169	61	113	20	9	147	69	32	79

Fonte: IBGE – Censo Demográfico - Dados da Amostra (2010)

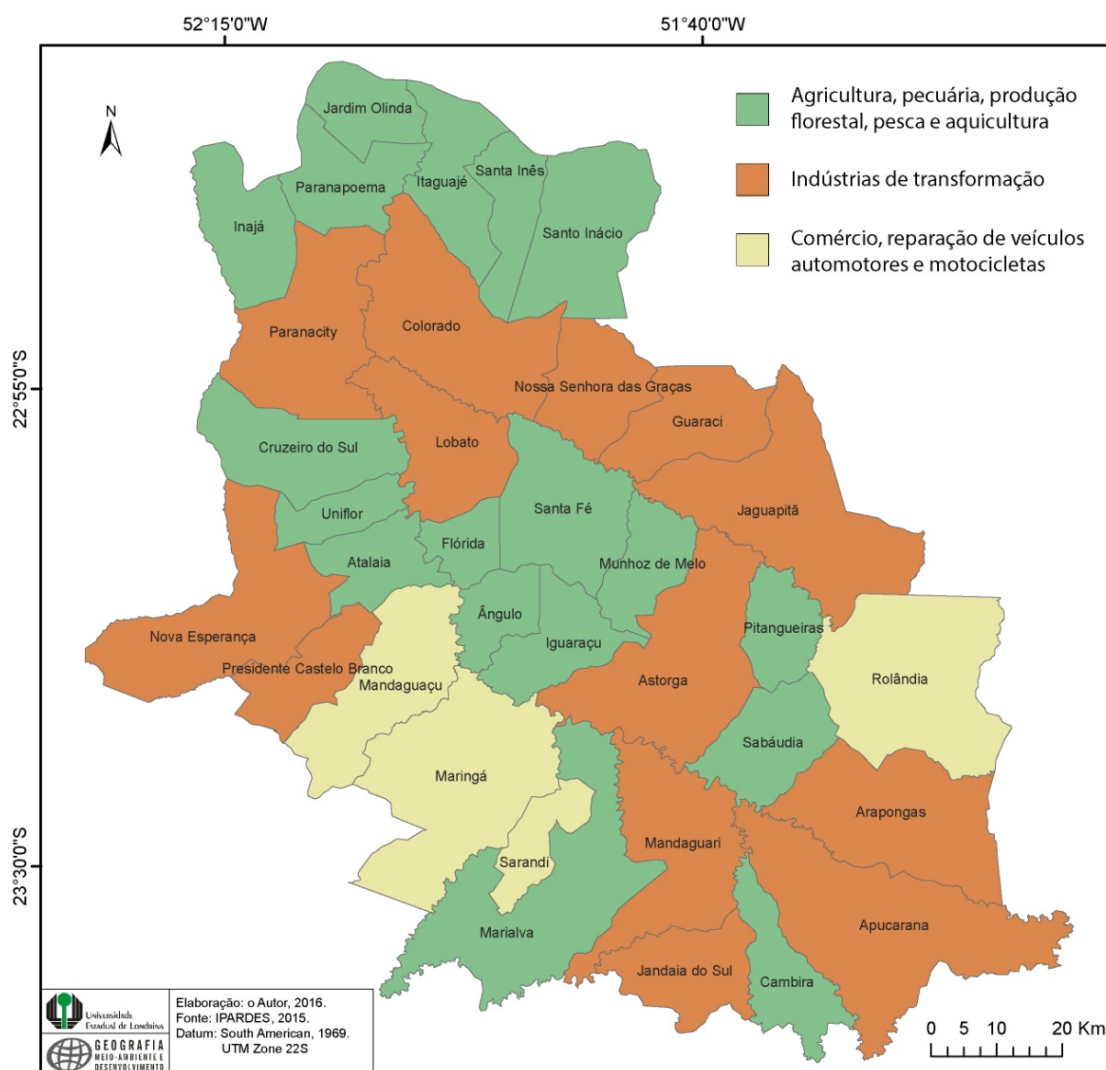
No entanto, é interessante notar que apesar do alto grau de urbanização e relativo peso das atividades urbanas nas economias de cada município, variando entre 52,8% (Pitangueiras) a 97,1% (Maringá) de pessoal ocupado nos setores caracteristicamente urbanos. Consta-se que individualmente, cada **setor** tem um peso diferenciado em cada município, visto que dos 35 municípios, cerca de 18 (dezoito) apresentaram um maior número de pessoal ocupado no setor agropecuário e de produção florestal, pesca e aquicultura, enquanto que 14 (catorze) deles há um domínio do setor de indústrias de transformação e outros 4 (quatro) o pessoal ocupado concentra-se no comércio, reparação de veículos automotores e motocicletas.

Portanto, outro aspecto que se destaca está relacionado à atividade com maior participação da população ocupada. Analisando cada município individualmente, verificam-se as seguintes situações, em termos percentuais, relativas à participação do pessoal ocupado no setor com maior destaque: Ângulo - Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura (42%); Apucarana – Indústrias de transformação (38%); Arapongas - Indústrias de transformação (35%); Astorga - Indústrias de transformação (23%); Atalaia - Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura (28%); Cambira - Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura (32%); Colorado - Indústrias de transformação (27%); Cruzeiro do Sul - Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura (41%); Flórida - Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura (32%); Guaraci - Indústrias de transformação (32%); Iguaçu - Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura (23%); Inajá - Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura (41%); Itaguajé - Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura (27%); Jaguapitã - Indústrias de transformação (32%); Jandaia do Sul - Indústrias de transformação (20%); Jardim Olinda - Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura (34%); Lobato - Indústrias de transformação (39%); Mandaguaçu – Comércio, reparação de veículos automotores e motocicletas (19%); Mandaguari – Indústrias de transformação (30%); Marialva - Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura (28%); Maringá - Comércio, reparação de veículos automotores e motocicletas (30%); Munhoz de Melo - Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura (36%); Ns. Sra. Das Graças - Indústrias de

transformação (45%); Nova Esperança - Indústrias de transformação (22%); Paranacity - Indústrias de transformação (34%); Paranaipoema - Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura (34%); Pitangueiras - Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura (47%); Presidente Castelo Branco - Indústrias de transformação (26%); Rolândia - Comércio, reparação de veículos automotores e motocicletas (19%); Sabáudia - Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura (37%); Santa Fé - Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura (25%); Santa Inês - Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura (41%); Santo Inácio - Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura (30%); Sarandi - Comércio, reparação de veículos automotores e motocicletas (24%); Uniflor - Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura (42%).

Em termos espaciais, estas situações podem ser visualizadas na figura 19, onde espacialmente verifica-se, dentre outros, que a população ocupada no setor terciário (comércio) teve maior concentração nos municípios da aglomeração formada por Mandaguaçu, Maringá e Sarandi e também no município de Rolândia. Para os casos restantes não há um padrão espacial delimitado, o que demonstra a diferenciação de locais no interior da área de estudo, dada em última instância pela forma como os processos econômicos e sociais incidiram sobre cada local ao longo do tempo. De qualquer forma, estes três setores são aqueles que apresentam a maior pessoal ocupado em toda a bacia hidrográfica do Pirapó, sendo que é nos ambientes atrelados a estas atividades em que a maior parte da população está submetida e obtém sua renda.

Figura 19. Distribuição espacial dos municípios por meio dos setores com maior número de pessoal ocupado no interior da bacia hidrográfica do Pirapó – Ano de 2010.



Os números relativos às atividades econômicas explicam parte da dinâmica econômica e social da bacia hidrográfica do Pirapó, além deles são necessários outros aspectos tais como o PIB *per capita*, o Coeficiente de Gini (concentração de renda) e o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M), que auxiliam no entendimento das características socioeconômicas às quais a população dos municípios se contextualiza, o que pode criar condições mais ou menos favoráveis para o aparecimento de agravos à saúde coletiva local, junto a outros fatores de ordem socioambiental.

Como afirmado por Clemente e Higachi (2000), o PIB *per capita* é um dos indicadores mais amplamente utilizados para se representar o desenvolvimento econômico de uma região ou mesmo de um país, no entanto, dado que a renda *per capita* é um valor médio, existe a

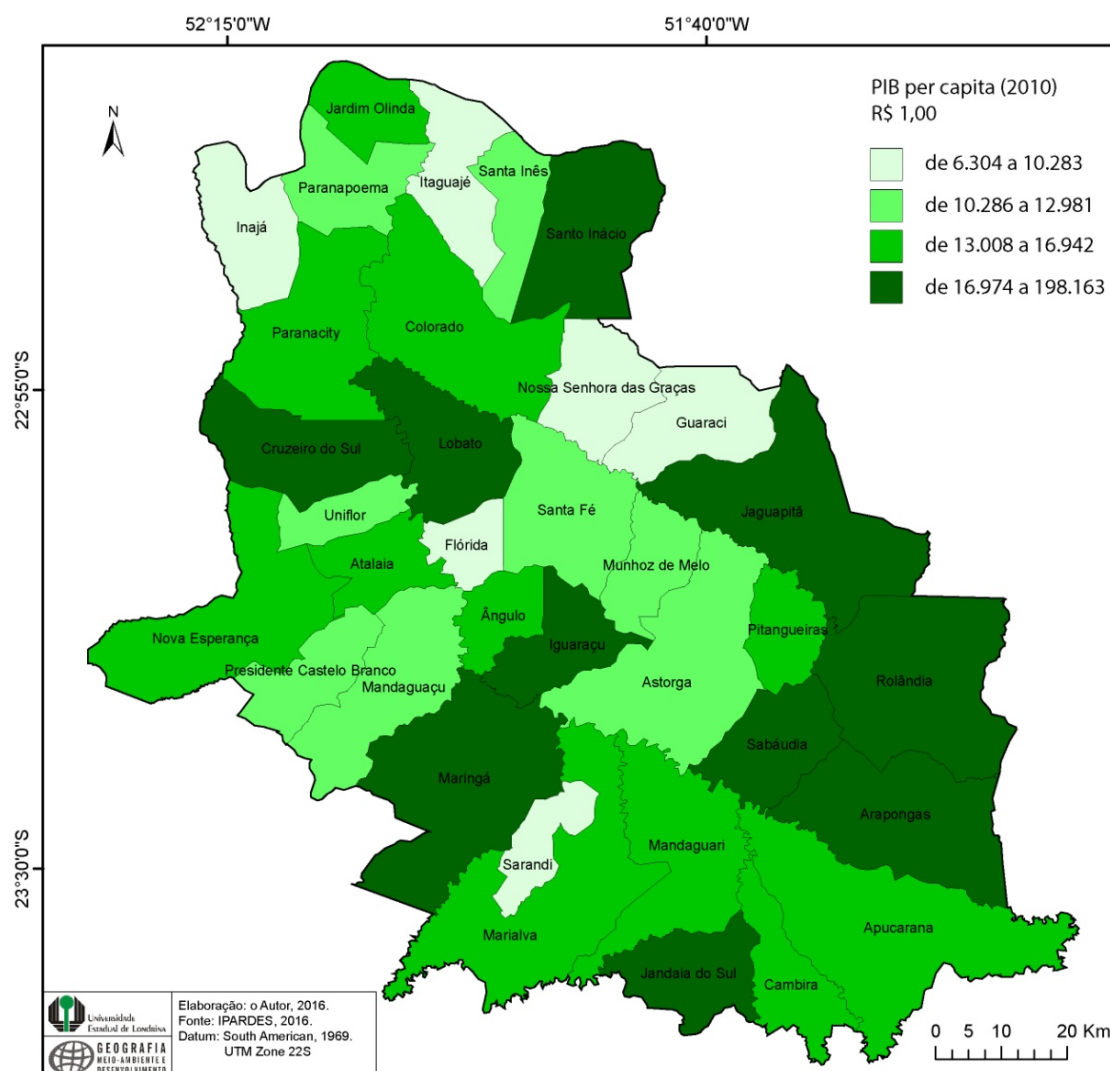
necessidade de que além de que seja informada sua distribuição faça-se uso de outros índices para completar a análise, tal qual o IDH (Índice de Desenvolvimento Humano), por exemplo, no qual se baseia o Relatório de Desenvolvimento Humano publicado pelo PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento).

Cabe ressaltar que o PIB per capita é o somatório de tudo que se produz no país, estado ou município dividido pela respectiva população destes entes. Neste trabalho, a análise conjunta de indicadores como o PIB per capita, Coeficiente de Gini e IDHM (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal) permite uma melhor contextualização da situação econômica da área em estudo bem como relativizar o peso destes indicadores na propensão junto a população local dos agravos à saúde, dado que os mesmos tem relação intrínseca, dentre outros, às condições socioeconômicas da sociedade.

Conforme demonstrado na figura 20, no ano de 2010, os municípios de Inajá, Itaguajé, Nossa Senhora das Graças, Guaraci, Flórida e Sarandi apresentaram os valores mais baixos, entre R\$ 6.304 e R\$ 10.283. Na próxima classe (R\$ 10.286 a R\$ 12.981), encontram-se Paranapoema, Santa Inês, Uniflor, Santa Fé, Munhoz de Melo, Astorga, Presidente Castelo Branco e Mandaguaçu. Com renda entre R\$ 13.008 e R\$ 16.942 encontra-se a população dos municípios de Jardim Olinda, Paranacity, Colorado, Nova Esperança, Atalaia, Ângulo, Pitangueiras, Marialva, Mandaguari, Cambira e Apucarana. Os municípios com maior PIB per capita apresentam renda média entre R\$ 16.974 e R\$ 198.163, dentre os quais, tem-se Santo Inácio, Cruzeiro do Sul, Lobato, Jaguapitã, Iguaraçu, Rolândia, Sabáudia, Arapongas, Jandaia do Sul e Maringá.

Quando observada a distribuição espacial, verifica-se que os municípios com menor PIB per capita são representados pelos municípios de Sarandi, Flórida, Ns. Senhora das Graças, Guaraci, Inajá e Itaguajé, demonstrando haver uma concentração maior na porção de municípios com PIB per capita entre R\$ 6.304 e R\$ 10.283 na porção setentrional da bacia hidrográfica (baixo Pirapó). Por outra via, os municípios com os maiores valores (entre R\$ 16.974 e 198.163) foram os municípios de Jandaia do Sul, Maringá, Iguaraçu, Sabáudia, Arapongas, Rolândia, Jaguapitã, Santo Inácio, Lobato e Cruzeiro do Sul, perfazendo quase que metade dos municípios da área de estudo, o que demonstra haver no ano de 2010, um certo equilíbrio e significativa distribuição espacial do produto interno bruto per capita (alto Pirapó). No entanto, observando-se este índice por si mesmo, escapam algumas considerações, principalmente em relação à concentração da riqueza gerada em meio às atividades produtivas locais.

Figura 20. Distribuição espacial dos municípios por meio do PIB per capita registrado no ano de 2010.



Neste sentido, ainda que sejam observadas situações em que municípios apresentam melhora ou piora nos números relativos ao PIB per capita, a renda média pela qual a informação se baseia deve ser tratada em função do contexto em que a mesma foi gerada. Ou seja, analisar a distribuição espacial dos valores de renda média prescinde do entendimento de que existe uma desigualdade na concentração dessa renda entre a população e, portanto, afirmar que determinado município a princípio apresenta um alto valor de renda per capita ainda não explica se a mesma (renda) encontra-se uniformemente distribuída ou não entre a população da referida área municipal.

Assim, a necessidade de se destacar o índice de Gini registrado pelos municípios permite averiguar até que ponto um alto valor de renda média registrada representa de fato uma distribuição mais igualitária da mesma entre a população. Cabe ressaltar que o Índice de

Gini e, mais especificamente, o Índice de Gini da Renda Domiciliar per Capita, diz respeito à medida do grau de concentração da distribuição de renda domiciliar per capita de uma determinada população e em um determinado espaço geográfico (IBGE, 2012). Em sua interpretação, o valor zero representa a situação de igualdade, ou seja, todos têm a mesma renda. O valor um (ou cem) está no extremo oposto, isto é, uma só pessoa (indivíduo) detém toda a riqueza.

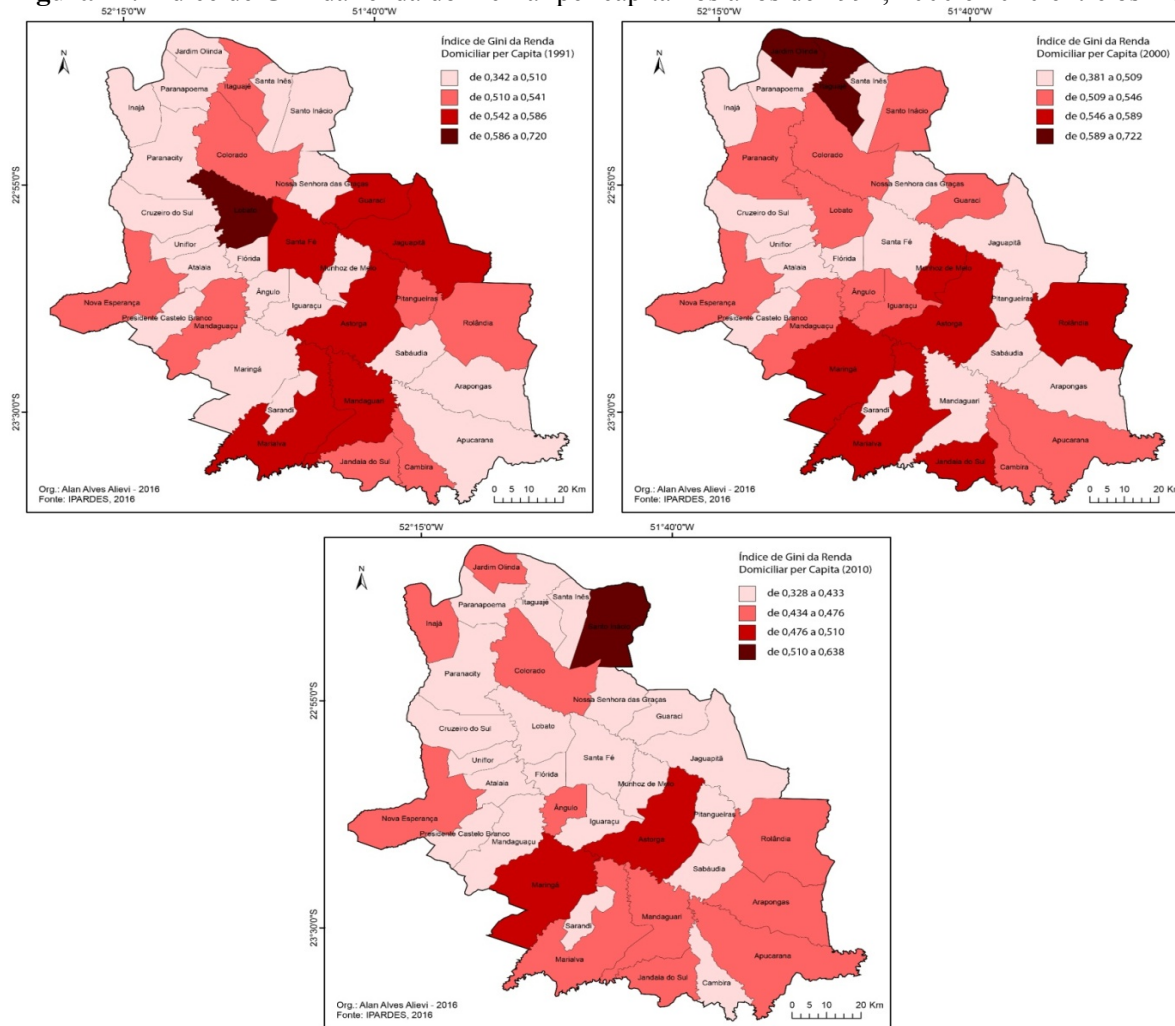
O conjunto de mapas a seguir (figura 21) demonstra os valores dos índices de Gini registrados nos anos de 1991, 2000 e 2010, entre os municípios que compõem a bacia hidrográfica do rio Pirapó. Como se pode verificar, existe uma diferenciação espacial na distribuição da renda domiciliar entre os municípios, sendo que em alguns deles a concentração da renda é bastante significativa, ainda que se observe uma tendência de diminuição desta disparidade ao longo destes anos visto que, no ano de 1991, o município com maior grau de concentração da renda apresentou índice de cerca de 0,720 enquanto que no ano de 2000 o maior valor aumentara para 0,722, para em seguida sofrerem decréscimo para o patamar de 0,638 no ano de 2010.

Observa-se que alguns padrões espaciais se configuraram ao longo dos anos analisados, sendo que a princípio se verifica que no período entre 1991 e 2000 ocorre um aumento na proporção de municípios com índice de Gini considerado de média concentração da renda, o que demonstra ter havido um aumento relativo da concentração de renda entre a população da maior parte dos municípios neste período, principalmente entre municípios tais como Maringá, Iguaraçu, Paranacity, Rolândia, Jandaia do Sul, Santo Inácio, dentre outros. Chamam a atenção, no ano de 1991, os municípios de Santa Fé, Guaraci, Jaguapitã, Astorga, Marialva e Mandaguari, que haviam registrado alta concentração de renda naquele ano, no entanto, destaque para o município de Lobato, que havia apresentado, naquele ano, o maior índice de concentração da renda. No ano de 2000 este patamar foi alcançado pelos municípios de Jardim Olinda e Itaguajé.

Comparando-se as concentrações de renda para o ano de 2010 em relação aos anos anteriores verifica-se uma melhora geral nos índices, o que veio a significar uma menor concentração da renda domiciliar em meio à população, sendo que somente o município de Santo Inácio apresentara uma maior concentração da renda, seguido de Astorga e Maringá. Fato interessante em relação a este último (Maringá) é que no mesmo ocorre ao longo dos anos um aumento da concentração da renda, tal como ocorrera também com municípios como Apucarana e Santo Inácio, que apresentara um aumento significativo e progressivo de concentração de renda.

No que tange o Índice de Desenvolvimento Humano, criado originalmente para medir o nível de desenvolvimento humano dos países a partir de indicadores de educação (alfabetização e taxa de matrícula), longevidade (esperança de vida ao nascer) e renda (PIB per capita). O índice varia de 0 (nenhum desenvolvimento humano) a 1 (desenvolvimento humano total).

Figura 21. Índice de Gini da renda domiciliar per capita nos anos de 1991, 2000 e 2010 entre os municípios da bacia hidrográfica do Rio Pirapó.



Para aferir o nível de desenvolvimento humano de municípios (IDHM) as dimensões são as mesmas (educação, longevidade e renda), mas alguns dos indicadores usados são diferentes. Embora avaliem os mesmos fenômenos, os indicadores levados em conta no IDH municipal (IDHM) são mais adequados para avaliar as condições de núcleos sociais menores (Acessado em: 2009). Ou seja, em escala local, opta-se utilizar o IDHM como parâmetro para se verificar o estado de desenvolvimento humano dos municípios, e portanto, se utilizará do mesmo nesta pesquisa.

Conforme o gráfico 04 verifica-se de uma forma geral um aumento gradual dos índices de desenvolvimento humano nos municípios da bacia hidrográfica do Pirapó, situação esta que vem se desenvolvendo desde o ano 1991, quando inicia a série histórica analisada. Observa-se ainda que proporcionalmente, municípios com menor expressão econômica na área em questão obtiveram melhora significativa no índice do que outros de maior representatividade econômica (Maringá, Sarandi, Apucarana, Araongas e Rolândia), o que demonstra não haver, necessariamente, relação direta entre desenvolvimento econômico e desenvolvimento humano.

Na tabela 07 a seguir têm-se os índices por município nos anos de 1991, 2000 e 2010. A princípio verifica-se que no ano de 1991 o município de Maringá apresentou o maior IDHM (0,608) enquanto que o município de Pitangueiras apresentou o menor índice, cerca de 0,409. Segundo UNDP (2014), considera-se como IDHM **muito alto** registros acima de 0,800; IDHM **alto** entre 0,700 e 0,799; IDHM **médio** entre 0,550 e 0,699; IDHM **baixo** abaixo de 0,549.

A par destes parâmetros sugeridos pela UNDP (2014), nota-se que no ano de 1991 cerca de 32 municípios (um total de 35) que compõem a área de estudo apresentavam baixo índice de desenvolvimento municipal, entre 0,409 (Pitangueiras) e 0,544 (Flórida); exceção dada pelos municípios de Jandaia do Sul (0,551), Araongas (0,551) e Maringá (0,608) que, segundo os critérios anteriormente destacados, enquadravam-se no patamar de IDHM médio (0,550 a 0,699).

No ano de 2000 verifica-se uma melhora geral dos índices, com todos os municípios apresentando índices maiores do que aquilo considerado baixo pela UNDP (abaixo de 0,549). Destaca-se pelo maior IDHM o município de Maringá, que registrara 0,740 (alto), enquanto que o município de Inajá registrara o menor índice naquele ano, cerca de 0,554 (médio), classe esta em que se enquadraram todos os outros municípios (34), exceto Maringá.

Para o ano de 2010 têm-se as seguintes situações: Maringá permanece enquanto o município com maior índice (0,808), no entanto, ajustando-se ao patamar de IDHM muito

alto; o restante dos municípios apresentou IDHM considerado alto, visto que apresentaram valores entre 0,705 (Inajá) e 0,758 (Iguaraçu), exceto os municípios de Guaraci (0,698), Sarandi (0,695) e Jardim Olinda (0,682), este ultimo, de fato, apresentou o menor índice no ano de 2010, ainda assim, estes três municípios apresentaram IDHM considerado médio, conforme UNDP (2014).

Gráfico 04. Evolução do IDH-M entre os municípios da Bacia hidrográfica do Pirapó nos de 1991, 2000 e 2010.

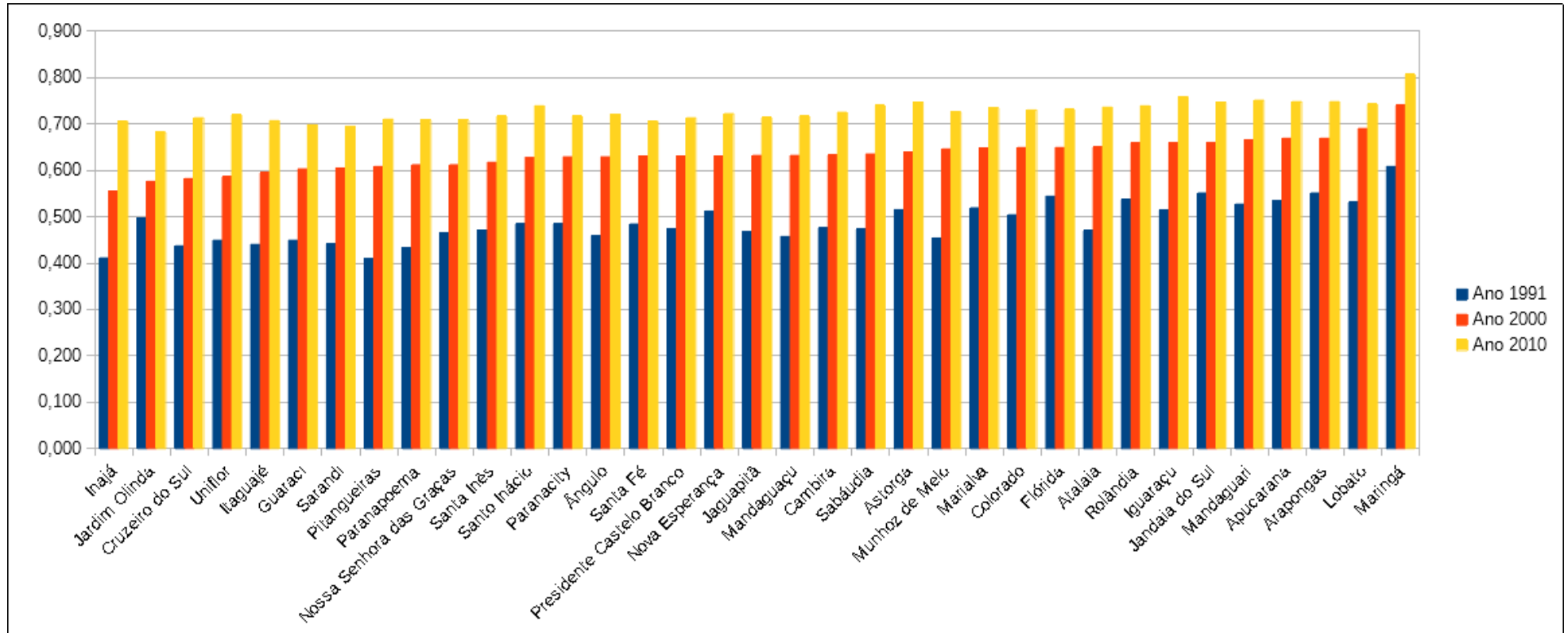


Tabela 07. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal entre os anos de 1991, 2000 e 2010.

MUNICÍPIOS	IDHM		
	1991	2000	2010
Ângulo	0,459	0,629	0,721
Apucarana	0,535	0,669	0,748
Arapongas	0,551	0,669	0,748
Astorga	0,515	0,639	0,747
Atalaia	0,470	0,651	0,736
Cambira	0,476	0,633	0,725
Colorado	0,504	0,649	0,730
Cruzeiro do Sul	0,437	0,582	0,713
Flórida	0,544	0,649	0,732
Guaraci	0,449	0,603	0,698
Iguaraçu	0,514	0,659	0,758
Inajá	0,411	0,554	0,705
Itaguajé	0,440	0,596	0,707
Jaguapitã	0,468	0,632	0,715
Jandaia do Sul	0,551	0,660	0,747
Jardim Olinda	0,496	0,576	0,682
Lobato	0,531	0,690	0,744
Mandaguaçu	0,457	0,632	0,718
Mandaguari	0,527	0,665	0,751
Marialva	0,519	0,647	0,735
Maringá	0,608	0,740	0,808
Munhoz de Melo	0,454	0,646	0,726
Nossa Senhora das			
Graças	0,465	0,612	0,709
Nova Esperança	0,512	0,631	0,722
Paranacity	0,485	0,629	0,717
Paranapoema	0,432	0,612	0,709
Pitangueiras	0,409	0,608	0,710
Presidente Castelo			
Branco	0,473	0,631	0,713
Rolândia	0,537	0,659	0,739
Sabáudia	0,473	0,635	0,740
Santa Fé	0,484	0,631	0,705
Santa Inês	0,471	0,617	0,717
Santo Inácio	0,485	0,628	0,739
Sarandi	0,441	0,605	0,695
Uniflor	0,449	0,586	0,720

Fonte: IBGE, 2012.

Ao se considerar o ano de 1991, as variações nos índices entre os municípios foram maiores do que nos anos da série, principalmente em relação ao ano de 2000, quando se verifica um aumento geral dos índices seguido de uma estabilização dos mesmos no intervalo entre 0,600 e 0,700 por parte da maior parte dos municípios, tendo como exceção os municípios de Inajá, Jardim Olinda, Cruzeiro do Sul, Uniflor e Itaguajé, que haviam registrado no ano de 2000 índices menores que 0,600.

De qualquer forma, o ano de 2000 foi representativo de certa equidade entre a maior parte dos municípios, visto que os mesmos apresentaram IDHM muito semelhante entre si.

Como destacado anteriormente, no ano de 1991 as diferenças nos índices eram muito pronunciadas, variando em uma faixa entre 0,400 e 0,600 (Maringá foi o único município que naqueles anos registrou um IDHM de 0,740).

Contextualizando o crescimento econômico que ocorrera no período entre os anos de 1999 e 2009, o PIB do Brasil cresceu a uma taxa de 3,37%, juntamente com um aumento da taxa anual de população ocupada na ordem dos 2,29%, fatores estes representativos das mudanças na política econômica baseada na expansão do mercado interno e políticas socioeconômicas com programas dirigidos à população miserável (transferência de renda - bolsa família) e aumento das oportunidades de empreendedorismo e desenvolvimento econômico, destacando-se ainda provisão de créditos por meio dos bancos e fundos públicos e aumento nos investimentos públicos e privados (ROLNIK e KLINK, 2011).

Compreender este contexto é importante para entender que o movimento a nível nacional alcançou os municípios neste período (1999-2009), que passaram por processo semelhante em sua escala de atuação, principalmente quando se verifica que "[...] a expansão e maior disponibilidade de subsídios públicos ao crédito para a produção habitacional, associado ao crescimento da economia" (ROLNIK e KLINK, 2011, p. 90) fomentaram o crescimento do setor imobiliário que tornaram necessário, por parte dos municípios, a absorção desta situação e a consequente expansão e melhoramento da infraestrutura urbana. Ainda que de forma desigual, estas melhoras alcançaram até certo ponto todos os municípios da área de estudo, o que também resultou em uma melhora nos índices de desenvolvimento humano nos municípios em questão.

O desenvolvimento econômico verificado no período destacado anteriormente, tanto em nível nacional quanto municipal, suscita ainda a observância de um componente que segundo IPARDES (2003), representa melhor os resultados finais do IDHM, visto que permite identificar as "[...] situações de maior heterogeneidade entre os municípios e maior precariedade nas condições do desenvolvimento humano" (IPARDES, 2003, p. 16). Ou seja, a análise da renda municipal per capita (renda média da população), neste caso específico, a renda registrada no ano de 2000.

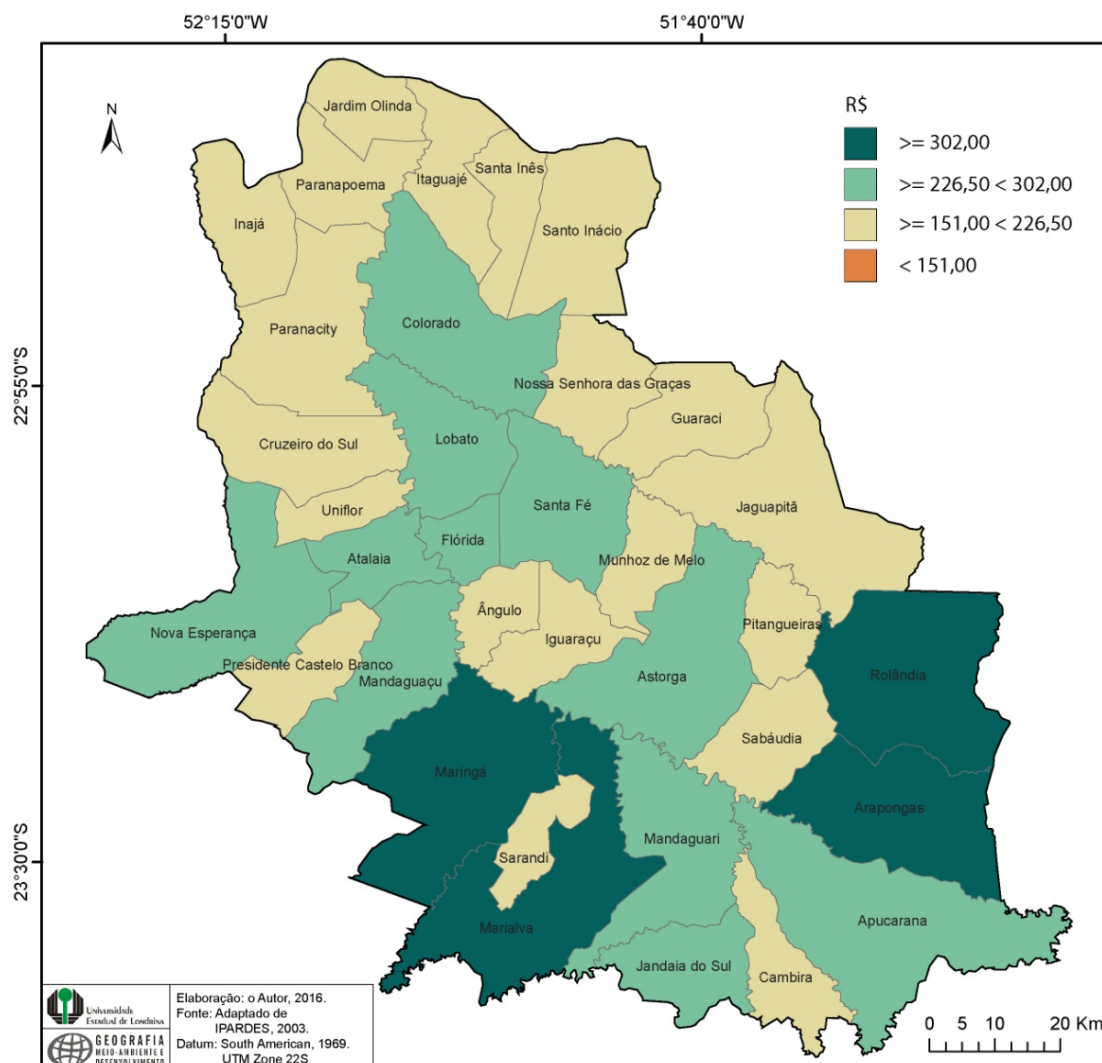
Segundo as classes de renda elencadas pelo IPARDES, havia no estado do Paraná, no ano de 2000, rendas médias na seguinte ordem: igual ou acima de R\$ 302,00; entre R\$ 226,50 e R\$ 302,00; entre R\$ 151,00 e R\$ 226,50; abaixo de R\$ 151,00, sendo este último o valor do salário mínimo na época da pesquisa (IPARDES, 2003).

Neste estudo do IPARDES, observadas as rendas médias na área representada pelos municípios da bacia hidrográfica do rio Pirapó, no ano de 2000, tem-se que os municípios de

Maringá, Marialva, Araongas e Rolândia uma renda media da população igual ou acima de R\$ 302,00; enquanto que os municípios de Mandaguari, Jandaia do Sul, Apucarana , Astorga, Mandaguaçu, Nova Esperança, Atalaia, Florida, Santa Fé, Lobato e Colorado enquadraram-se na faixa dos R\$ 226,50 e R\$ 302,00; restando no extrato (entre R\$ 151,00 e R\$ 226,50), os municípios de Cambira, Sarandi, Presidente Castelo Branco, Angulo, Iguaçu, Munhoz de Melo, Sabáudia, Pitangueiras, Jaguapitã, Guaraci, Nossa Senhora das Graças, Santo Inácio, Santa Inês, Itaguajé, Jardim Olinda, Paranapoema, Inajá, Paranacity, Cruzeiro do Sul e Uniflor.

Observando-se a figura 22, verifica-se uma distribuição espacial dos municípios com maior renda media na porção meridional da bacia hidrográfica, especialmente nas proximidades da metrópole de Maringá, o que demonstra também que aquelas políticas governamentais destacadas anteriormente, ainda que responsáveis por melhoras significativas no desenvolvimento econômico geral, ainda tiveram alcance limitado aos municípios próximos às regiões metropolitanas, em sua maioria. De qualquer forma, considerando os municípios da bacia hidrográfica, nenhum dos mesmos enquadrou-se na faixa de renda media abaixo de um salário mínimo (R\$ 151,00 à época).

Figura 22. Renda municipal per capita nos municípios da bacia hidrográfica do Rio Pirapó no ano de 2000.

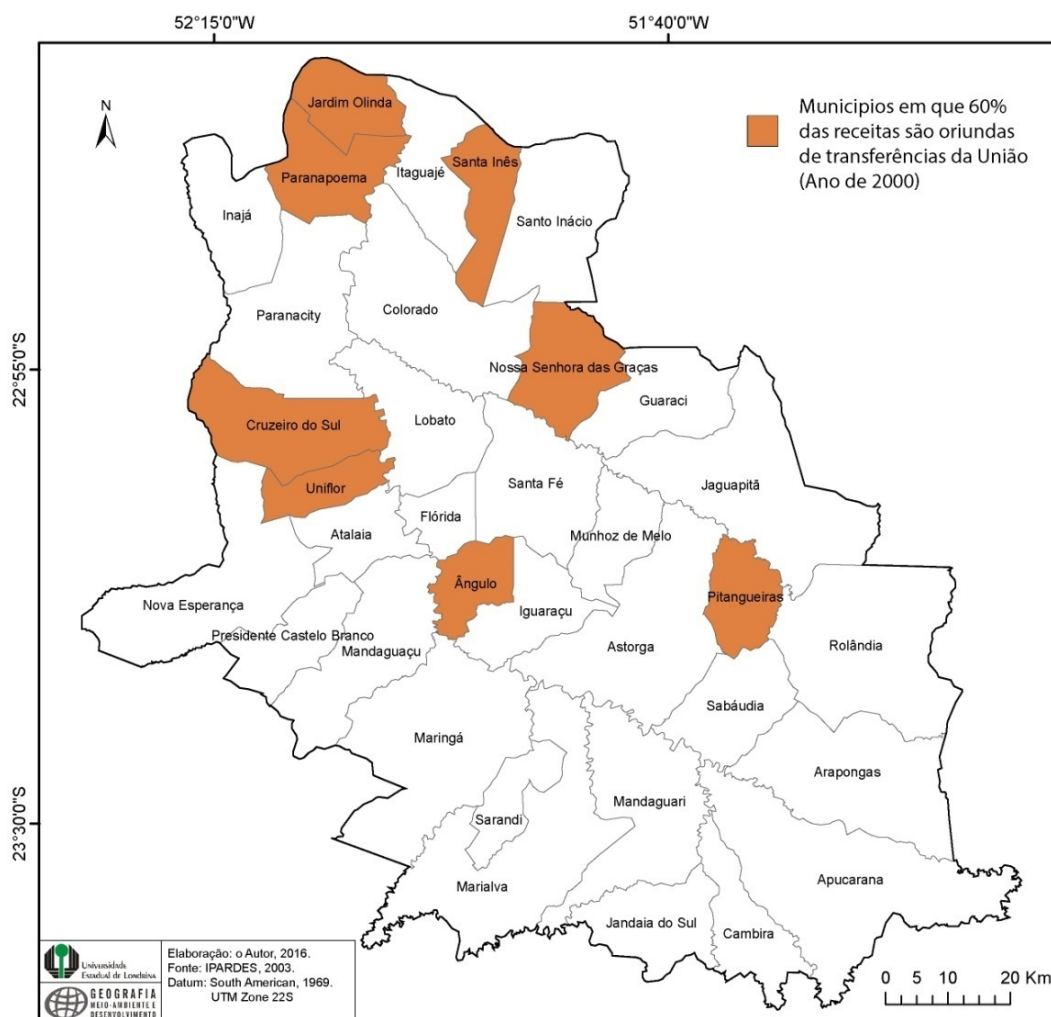


Fato interessante a se ressaltar e que é destacado neste estudo do Ipardes (2003), é que os "Municípios com os menores IDHM apresentam também uma forte relação de dependência das transferências do governo federal, pautadas substancialmente no Fundo de Participação dos municípios" (IPARDES, 2003, p.29).

No que tange os municípios do recorte espacial, para o ano de 2000, aqueles com IDHM entre 0,620 e 0,699, tais como Jardim Olinda, Paranapoema, Santa Inês, Cruzeiro do Sul, Uniflor, Angulo, Nossa Senhora das Graças e Pitangueiras, os mesmos tinham como fonte preponderante da receita corrente municipal as transferências da União, que respondiam por cerca de aproximadamente 60% das receitas destes municípios (figura 23), o que segundo IPARDES, indica uma "[...] fraca capacidade de arrecadação de tributos próprios (IPTU, ISS,

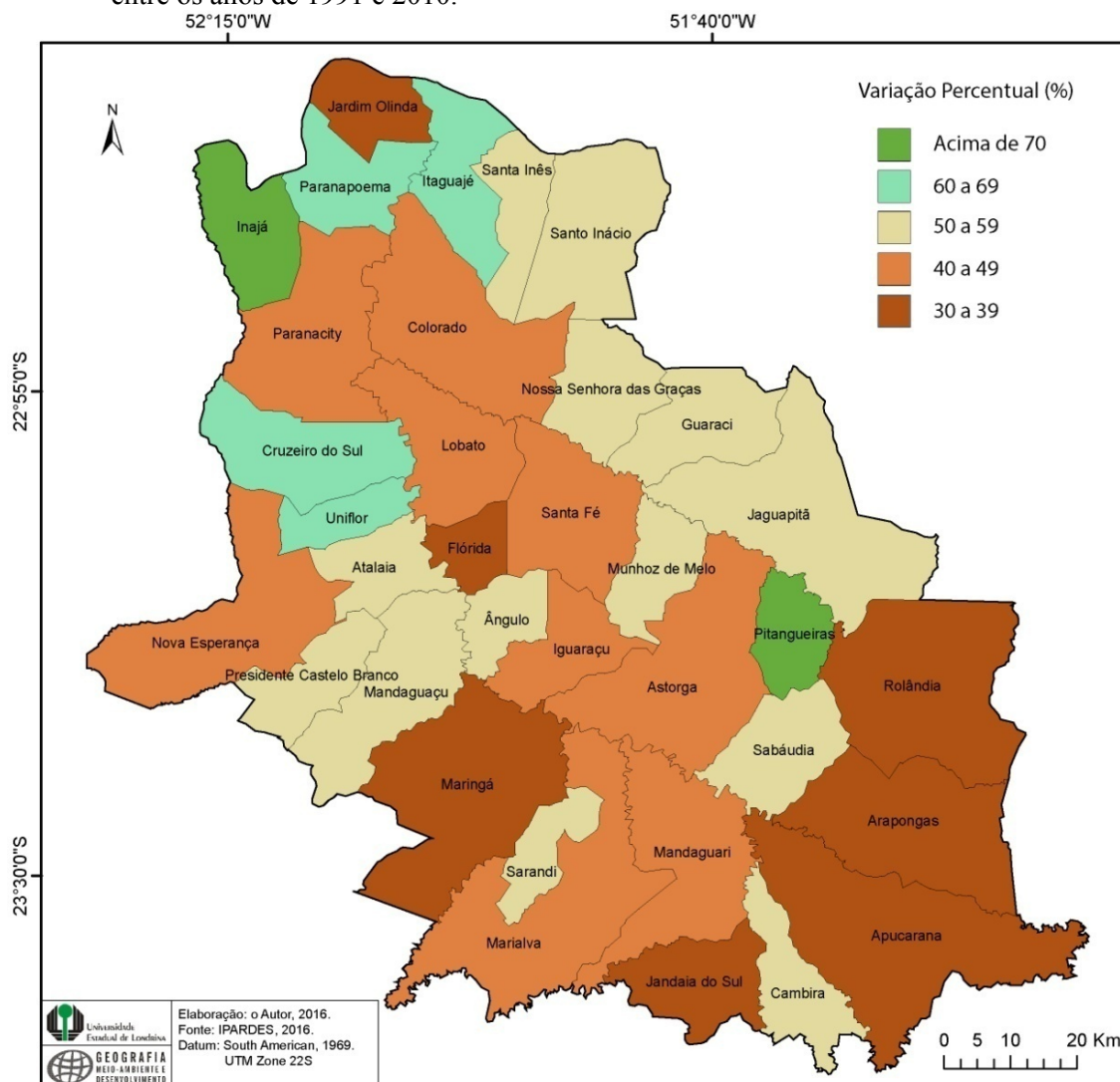
taxas e contribuição de melhorias) e de geração de ICMS - tributos que garantem maior autonomia financeira aos municípios" (IPARDES, 2003, p. 29).

Figura 23. Municípios em que 60% das receitas são oriundas de transferências da União no ano de 2000.



Como afirmado anteriormente, destaca-se ainda que alguns municípios obtiveram um salto significativo nos índices ao longo do período analisado, ressaltando que todos obtiveram aumento positivo em seus IDHM. Assim, embora o município Maringá tenha apresentado o maior IDHM registrado para cada ano, o aumento verificado entre os anos de 1991 e 2010 obedeceu a uma taxa de 32,89%, a menor dentre todos os municípios. No extremo oposto, o município de Pitangueiras foi aquele que obteve a maior variação positiva, com uma variação de 73,59%, passando dos 0,409 no ano de 1991 para os 0,710 no ano de 2010.

Figura 24. Variação percentual positiva do IDH entre os municípios da bacia hidrográfica no período entre os anos de 1991 e 2010.



Em ordem decrescente têm-se as seguintes situações de aumento percentual do ano de 1991 a 2010, especializadas na figura 24: Pitangueiras (73,59%), Inajá (71,53%), Paranapoema (64,12%), Cruzeiro do Sul (63,12%), Itaguajé (60,68%), Uniflor (60,36%), Munhoz de Melo (59,91%), Sarandi (57,60%), Mandaguaçu (57,11%), Ângulo (57,08%), Atalaia (56,60%), Sabáudia (56,45%), Guaraci (55,46%), Jaguapitã (52,78%), Nossa Senhora das Graças (52,47%), Santo Inácio (52,37%), Cambira (52,31%), Santa Inês (52,23%), Presidente Castelo Branco (50,74%), Paranacity (47,84%), Iguaraçu (47,47%), Santa Fé (45,66%), Astorga (45,05%), Colorado (44,84%), Mandaguari (42,50%), Marialva (41,62%), Nova Esperança (41,02%), Lobato (40,11%), Apucarana (39,81%), Rolândia (37,62%), Jardim Olinda (37,50%), Arapongas (35,75%), Jandaia do Sul (35,57%), Flórida (34,56%) e Maringá (32,89%).

Esta espacialização demonstra que mesmo não apresentando os melhores IDHM dentre os municípios da bacia hidrográfica do Pirapó, os municípios de Pitangueiras, Inajá, Paranapoema, Cruzeiro do Sul, Itaguajé e Uniflor apresentaram aumento considerável de seus indicadores (acima de 60%), o que veio a promover ao longo do período compreendido de 1991 a 2010, um aumento geral da qualidade de vida nestes municípios. Posteriormente, estes dados serão confrontados aos dados de saúde para que sejam verificadas as relações entre os mesmos. Por ora, estes números dão indícios de que a população destes municípios está, em um primeiro momento, melhor assistida em termos de qualidade de vida.

Como destacado por Alievi (2012), o IDHM não reflete as condições socioeconômicas dos municípios analisados a partir do entendimento de como se processou a organização espacial destes municípios. Assim, posto que estes números desconsideram a especificidade do desenvolvimento local de cada município, os mesmos servem somente como um parâmetro inicial para a análise dos dados de saúde e do contexto em que os mesmos estão inseridos.

De forma geral, os municípios situados nas porções do médio e alto Pirapó apresentavam melhores rendas per capita bem como melhor qualidade de vida quando se utiliza o IDHM como parâmetro. No entanto, quando se verifica a variação percentual de melhora nestes indicadores (IDHM), os municípios do alto Pirapó apresentaram melhora menos acentuada (30 a 39%) se comparados com alguns municípios do baixo Pirapó, como Cruzeiro do Sul, Paranapoema e Itaguajé (entre 60 e 69%) assim como Inajá (acima de 70%).

7.4 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

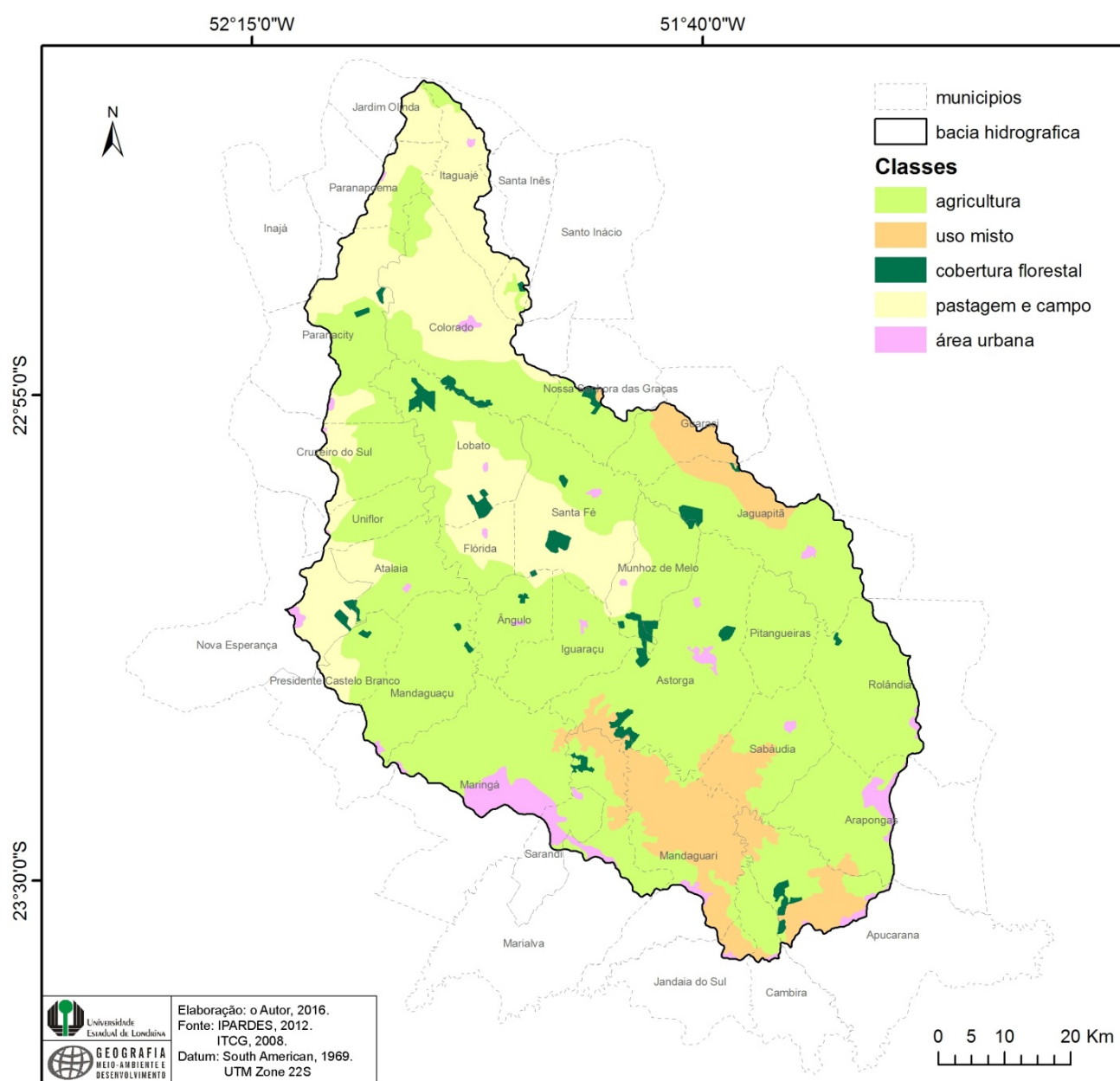
Dada a formação socioespacial que se configurou na região, em que predominam na ocupação espacial atividades e serviços relacionados à agricultura e pecuária, verifica-se enquanto resultante dos processos descritos anteriormente a seguinte configuração espacial do uso e ocupação do solo na área da bacia hidrográfica do Pirapó (figura 25).

Considerando as classes de uso do solo utilizadas pelo IPARDES (2012): agricultura, uso misto, cobertura vegetal, pastagem e campo, bem como áreas urbanas, verifica-se um predomínio das áreas de agricultura, seguidas das áreas utilizadas para pastagem e campo bem como para o uso misto. Segundo o IPARDES (2012), diz respeito a parcelas de agricultura associadas a áreas de pastagens, capoeira, pousio, desmatamentos e pequenas áreas de floresta, e que, pelo seu tamanho e escala de trabalho adotados do levantamento realizado

pelo órgão, não puderam ser mapeadas separadamente, sendo assim categorizadas enquanto áreas de uso misto.

Assim, estas áreas de uso misto concentram-se nas porções mais a montante da bacia hidrográfica, predominantemente no município de Mandaguari, com porções vizinhas menores, cobrindo os municípios de Marialva, Sabáudia, Jandaia do Sul e Apucarana. Outra porção relevante se concentra nos municípios de Jaguapitã e Guaraci, na margem direita do rio Bandeirante do Norte.

Figura 25. Mapa de usos dos solos na Bacia hidrográfica do Rio Pirapó.



No que tange as áreas de cobertura vegetal poucos são os resquícios da Floresta Estacional Semidecidual que predominava na área de estudo e na região Norte do estado como um todo. O advento da agricultura (que predomina no uso do solo) e das pastagens reduziu a mata original a alguns remanescentes dispersos pela área da bacia hidrográfica, sendo que há uma certa concentração na porção central da mesma, principalmente nos municípios de Lobato, Santa Fé, Munhoz de Melo, Jaguapitã e Astorga, havendo também uma pequena porção da floresta no município de Apucarana.

7.5 CONSUMO DE AGROTÓXICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRAPÓ

Segundo dados levantados pelo IPARDES (2011), o estado do Paraná consumiu no ano de 2011 um total de 96.097.142 (Kg) de agrotóxicos, dentre os quais fungicidas, herbicidas, inseticidas e Outros, que segundo a classificação utilizada, são representados por: acaricida, adjuvante, antibrotante, ativador de plantas, bactericida, espalhante adesivo, estimulante, ferônomio, formicida, lesmicida, moluscicida, nematicida e regulador de crescimento. Dentre todos, no ano de 2011, os herbicidas foram os que apresentaram o maior consumo, cerca de 43.776.550 Kg (45,5% do total), seguidos dos inseticidas (20.982.194 kg – 21,8%), outros (18.336.029 Kg – 19,0%) e fungicidas (13.002.369 Kg – 13,5%), conforme se pode observar na tabela 08.

Cabe ressaltar que a tabela 06 demonstra os números para as áreas delimitadas pelas bacias hidrográficas do Paraná, dado que há uma grande diferenciação em termos de área para cada bacia, os dados acerca da Bacia hidrográfica do Pirapó podem parecer pouco relevantes se comparados aos demais, no entanto, considerando-se uma proporcionalidade entre a área da bacia hidrográfica e a quantidade consumida de agrotóxicos, verifica-se que apesar da sua extensão os dados apresentados pela mesma são mais significativos que aqueles apresentados pelas demais bacias.

Além disso, pode-se ainda relativizar o peso da área ocupada pela atividade agropecuária em cada uma das bacias, visto que em algumas delas a área utilizada pela agricultura e pecuária é bastante superior à área urbana. De qualquer forma, conforme demonstrado na tabela 06, a bacia hidrográfica do Pirapó apresentou no ano de 2011 um consumo total de 2.619.748 Kg, cerca de 2,72% do total no estado. Considerando o total para a bacia hidrográfica do Pirapó, foram utilizados cerca de 49,2% somente com herbicidas (1.289.608 Kg), seguidos de 20,5% para outros (537.069 Kg), 19,8% no caso dos inseticidas (519.221 Kg) e por fim, cerca de 10,4% para fungicidas (273.850 Kg). Assim, o consumo de

herbicidas tem tido o maior peso no consumo de agrotóxicos na bacia hidrográfica do Pirapó, respondendo por quase metade dos agrotóxicos utilizados, no ano de 2011.

Dado que a atividade agropecuária é preponderante na área da bacia hidrográfica, posto que mais de 40% de toda a região é de áreas agricultáveis (CASSARO, 1999), o uso de defensivos agrícolas é bastante difundido, haja vista que conforme explanado anteriormente, as culturas de milho, algodão, trigo e soja predominam na paisagem como um todo. Cabe ressaltar que, conforme Graziano Neto (1982), os defensivos agrícolas são divididos em 3 grandes categorias, de acordo com seu uso específico: inseticidas (controle de pragas), fungicidas (controle de doenças fúngicas) e herbicidas (controle de ervas concorrentes), estes últimos, como comprovado a pouco, são os mais utilizados na área da bacia hidrográfica do Pirapó.

Tabela 08. Consumo de agrotóxicos por tipo de produto, segundo as bacias hidrográficas do Paraná – 2011.

BACIAS HIDROGRÁFICAS	CONSUMO DE AGROTÓXICOS (kg)				TOTAL
	Tipo de Produto				
	Fungicidas	Herbicidas	Inseticidas	Outros	
PARANÁ	13.002.369	43.776.550	20.982.194	18.336.029	96.097.142
Alto Iguaçu	525.476	1.038.022	415.525	559.557	2.538.580
Alto Ivai	1.825.543	5.246.591	2.647.381	2.382.244	12.101.758
Alto Tibagi	1.732.356	4.576.853	1.292.128	1.679.266	9.280.603
Baixo Iguaçu	2.815.150	7.191.317	3.052.897	1.926.918	14.986.282
Baixo Ivai	555.901	3.032.997	1.672.886	1.630.400	6.892.185
Baixo Tibagi	884.708	3.124.411	1.465.505	1.283.305	6.757.928
Cinzas	367.359	1.788.289	808.611	631.958	3.596.217
Itararé	121.521	564.845	208.053	231.390	1.125.808
Litonânea	6734	7.506	6.290	6.626	27.156
Médio Iguaçu	1.209.978	1.707.227	716.148	641.682	4.275.034
Paraná 1	16.085	114.224	37.320	42.515	210.143
Paraná 2	28.487	116.167	38.177	41.091	223.922
Paraná 3	524.757	5.205.851	2.451.790	1.865.848	10.048.246
Paranapanema 1	20.056	155.891	54.375	43.021	273.343
Paranapanema 2	15.900	173.447	50.962	38.293	278.602
Paranapanema 3	67.221	504.650	168.869	157.527	898.266
Paranapanema 4	48.380	172.268	98.059	109.458	428.165
Piquiri	1.939.024	7.707.452	5.261.382	4.505.723	19.413.582
Pirapó	273.850	1.289.608	519.221	537.069	2.619.748
Ribeira	23.885	58.935	16.615	22.141	121.575

FONTE: IPARDES (2011) - reorganizada pelo autor, 2016.

Segundo RUEGG (1988), as causas desse tipo de poluição podem ser devidas à lançamentos na águas de restos de formulações na águas, as culturas feitas à margem das águas, a respingos acidentais de formulações de pesticidas em poços, fontes,

riachos, rios e lagos, a lavagem e carreamento dos pesticidas pelas chuvas e a aplicação direta de pesticidas na águas para controlar larvas e mosquitos. Além disso, a exposição constante a doses relativamente baixas de agrotóxicos acarreta o aparecimento de sintomas e sinais clínicos, após períodos que variam de algumas semanas até vários anos. Alguns sintomas típicos de intoxicações por agrotóxicos são as lesões hepáticas e renais, as ação neurotóxica, a atrofia testicular, a cistite hemorrágica a hipertermia, a diminuição das defesas orgânicas e a carcinogênese.

8 ANÁLISE DOS DADOS DE SAÚDE

8.1 LEVANTAMENTO E ANÁLISE DO ESTADO DE SAÚDE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO PIRAPÓ (2016)

Com o auxílio das taxas calculadas a partir dos dados de óbitos obtidos junto à Secretaria de Saúde do Paraná (SESA/PR), foram produzidas as espacializações que seguem para cada grupo de causas. Os quadros com estes dados constam nos anexos Q1, Q2, Q3, Q4 e Q5. Procurou-se trabalhar com os dados do ano de 2016 para a obtenção de uma correlação junto aos dados químicos (teores) relativos ao período seco (ago/2016) visto que os mesmos foram obtidos naquele ano de 2016.

Ressalta-se que neste período as concentrações dos metais nas amostras são maiores do que no período cheio (jan/2017), dado que a menor quantidade de chuvas do período seco permite menor diluição dos teores nas amostras coletadas no ano de 2016. Outrossim, os dados de saúde relativos ao ano de 2017 estão incompletos, haja visto que abrangem somente o intervalo entre os meses de janeiro e julho de 2017.

Assim, a análise procurou verificar os padrões de espacialização das taxas de mortalidade para cada 1.000 habitantes, concentrando-se no ano de 2016 (tabela 09), como proposto. A partir desta análise inicial, foram efetuadas as correlações junto aos dados químicos levantados para verificar alguma correlação entre os mesmos, para subsequente se investigar quais fatores geográficos (físicos e humanos) possam estar contribuindo para tais ocorrências, utilizando-se na análise espacial do uso e ocupação dos solos em um raio de 3 km (*buffer*) a partir do centro em que se localizam cada ponto de amostragem, como mostra a figura 26.

Assim sendo, o emprego destes procedimentos permitiu verificar quais fatores geográficos podem condicionar os padrões espaciais de distribuição não somente das taxas de mortalidade como também das anomalias químicas bem como tentativamente traçar as correlações possíveis entre ambos e as razões pelas quais as mesmas se distribuem na área da bacia hidrográfica por meio da análise espacial do uso e ocupação do solo nos diferentes pontos destacados anteriormente.

Para tanto, procurou-se delinear o máximo possível de relações entre os diversos elementos naturais e sociais que emergem em meio ao contexto da bacia hidrográfica do Pirapó, criando um quadro geral do estado de saúde da população e condição geoquímica das águas que resultará no advento das áreas de risco à saúde humana em função de teores

anômalos de metais pesados na água, aspecto importante que defendesse estar presente nas pesquisas em Geografia da Saúde bem como nas praticas de Gestão de Bacias Hidrográficas.

Tabela 09. Quantidade de habitantes nos municípios da Bacia hidrográfica do Pirapó no ano de 2016, segundo projeção do IBGE (2016)

Municípios	População (2016)
Ângulo	2.969
Apucarana	131.571
Arapongas	116.960
Astorga	26.087
Atalaia	4.002
Cambira	7.759
Colorado	23.811
Cruzeiro do Sul	4.628
Flórida	2.685
Guaraci	5.463
Iguaraçu	4.309
Inajá	3.128
Itaguajé	4.629
Jaguapitã	1.3287
Jandaia do Sul	2.1273
Jardim Olinda	1.403
Lobato	4.721
Mandaguaçu	21.920
Mandaguari	34.425
Marialva	34.675
Maringá	403.063
Munhoz de Melo	3.934
N. Senhora das Graças	4.070
Nova Esperança	27.986
Paranacity	11.168
Paranapoema	3.084
Pitangueiras	3.107
P. Castelo Branco	5.186
Rolândia	64.028
Sabáudia	6.644
Santa Fé	11.562
Santa Inês	1.746
Santo Inácio	5.494
Sarandi	91.344
Uniflor	2.604
TOTAL	1.114.725

Fonte: biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioterca-catálogo?view=detalhes&id=297868

Cabe ressaltar que a partir deste modelo de análise, pretende-se elaborar um modelo de percurso metodológico que possa auxiliar o(a) pesquisador(a) no campo da Geografia da Saúde bem como da Gestão de Bacias Hidrográficas no trato das questões relativas ao consumo de água com teores anômalos de metais e possíveis impactos na saúde humana.

Na seção seguinte dar-se-á o levantamento da distribuição espacial das taxas de mortalidade relativas aos grupos de causas (ano de 2016) elencados neste trabalho para que seja abastecido o modelo de análise posteriormente, subsidiando a interpolação das informações (dados de saúde, dados químicos e uso do solo) necessárias na análise sistêmica a que se propõe esta pesquisa.

Doenças do Aparelho Circulatório – DAC (2016)

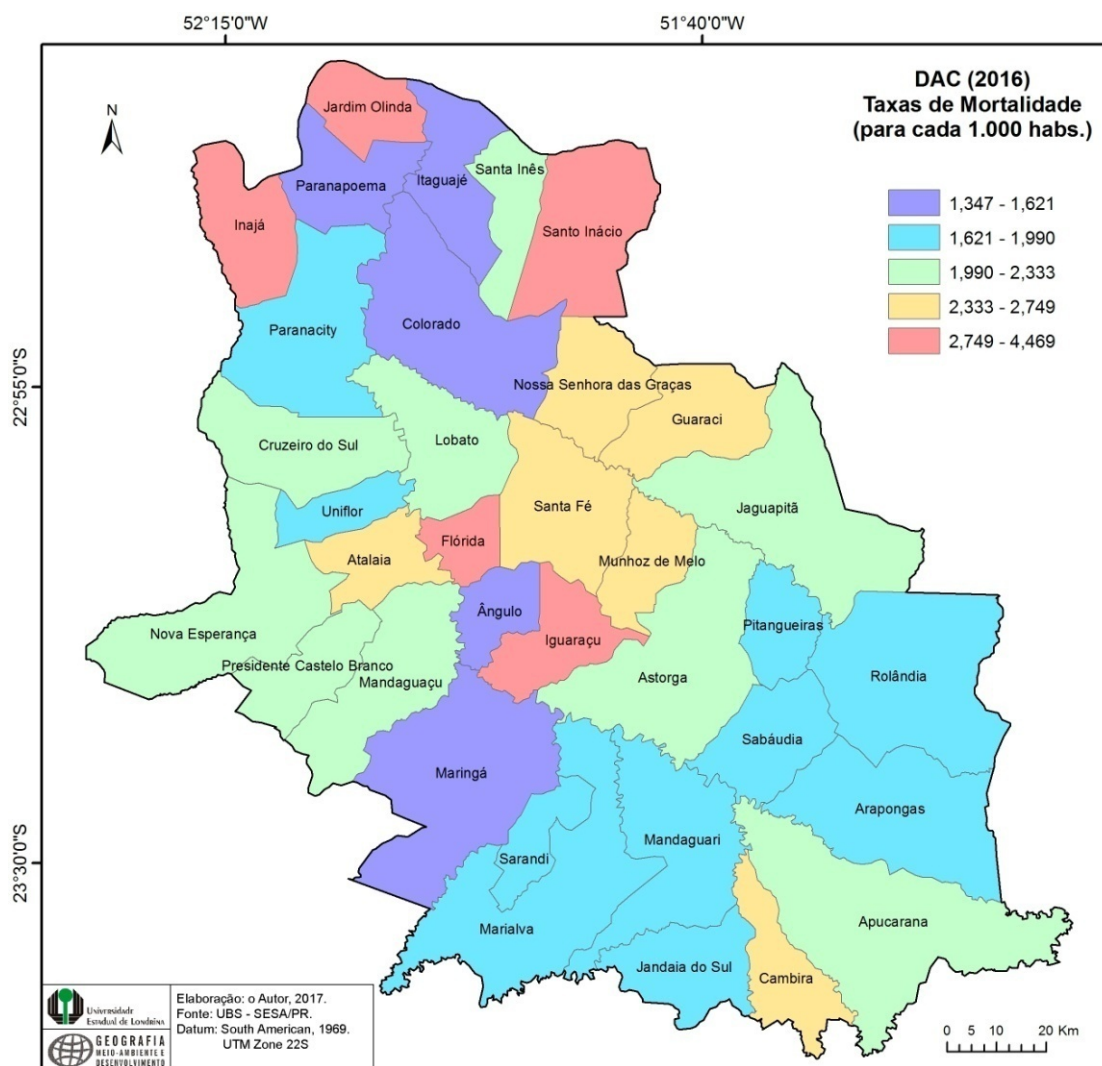
Considerando o ano de 2016 (figura 26), a partir das taxas de mortalidade obtidas para as doenças do aparelho circulatório (DAC), verifica-se que os municípios mais a jusante da bacia hidrográfica do Pirapó apresentaram valores maiores que o restante. Municípios como Jardim Olinda, Inajá, Santo Inácio, Flórida e Iguaraçu apresentaram taxas que variavam de aproximadamente 2,7 a 4,4 óbitos para cada 1.000 habitantes, naquele ano (2016). Por outro lado, os municípios com as menores taxas (entre 1,3 e 1,6) foram os de Maringá, Ângulo, Colorado, Paranapoema e Itaguajé, sendo que estes últimos são vizinhos àqueles com as maiores taxas (Inajá, Jardim Olinda e Santo Inácio).

Ainda que os municípios com as maiores taxas tenham uma quantidade populacional pequena, a significância das taxas apresentadas pelos mesmos é considerável, haja vista, por exemplo, que um município como Jardim Olinda, com aproximadamente 1.403 habitantes, conforme estimativa do IBGE, tenha apresentado 4,27 óbitos para cada 1.000 habitantes, o que proporcionalmente significa cerca de 0,30% da população, um percentual bastante baixo, porém, quando comparado aos números de Maringá, com população de 403.063 habitantes (estimativa IBGE) e taxa de cerca de 1,37 óbitos, tem-se que 0,00033% da população do município de Maringá veio a óbito por DAC no ano de 2016, um valor cerca de 1.000 vezes menor.

Ademais, verifica-se na porção da alta bacia, que envolve parte significativa dos municípios de Sarandi, Marialva, Sabáudia, Mandaguari, Jandaia do Sul, Cambira, Apucarana, Arapongas e Rolândia, têm-se taxas menos pronunciadas, entre 1,6 e 1,9 óbitos a cada 1.000 habitantes, exceto por Cambira, com taxa de cerca de 2,74.

Na média porção existe uma disparidade maior entre as taxas registradas para o ano de 2016, onde municípios como Maringá (1,37) e Ângulo (1,34) apresentaram as menores taxas de área de estudo bem como se observa que os municípios de Iguaraçu (3,71) e Flórida (4,46) figuram entre os municípios com as maiores taxas, sendo inclusive este último (Flórida) aquele com a maior taxa registrada naquele ano, que em proporção ao numero de habitantes naquele ano, significa cerca de 0,16% da população do município, numero um pouco menos expressivo do que o verificado em Jardim Olinda (0,3%). Ou seja, ainda que tenha apresentado uma taxa maior do que o registrado no município de Jardim Olinda, a maior quantidade de habitantes de Flórida fez diminuir o numero percentual de óbitos por DAC no total da população.

Figura 26. Distribuição espacial das taxas de mortalidade por DAC no ano de 2016.



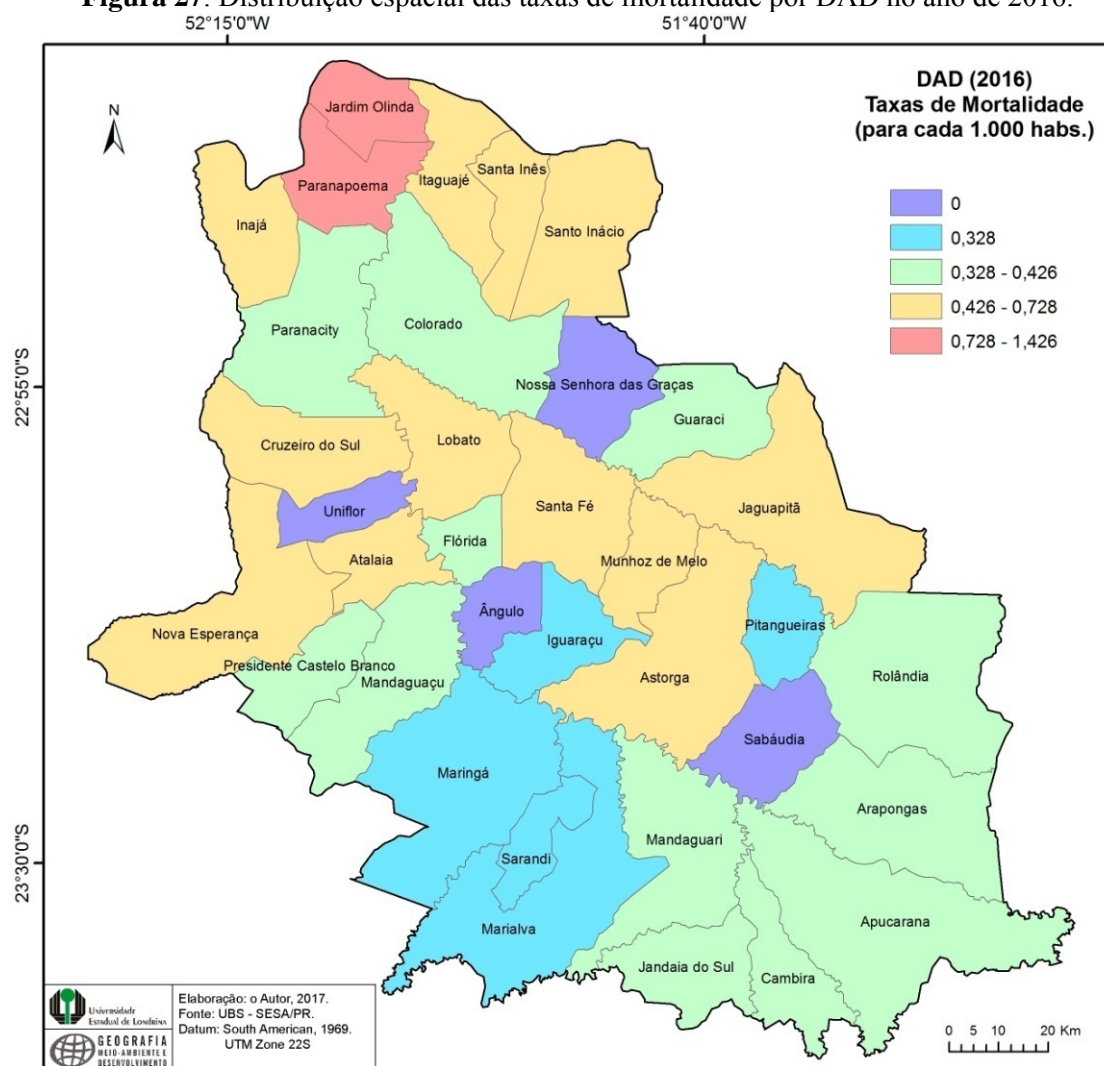
No restante da média porção o município de Uniflor foi o único que se enquadrou na faixa dos 1,6 a 1,9 óbitos para cada 1.000 habitantes, enquanto que os municípios de Cruzeiro do Sul, Nova Esperança, Presidente Castelo Branco, Mandaguaçu, Astorga, Jaguapitã e Lobato apresentaram números entre 1,9 e 2,3. Em outro patamar estão os municípios de Atalaia, Santa Fé, Munhoz de Melo, Guaraci e Nossa Senhora das Graças, com variação entre 2,3 e 2,7.

De uma forma geral, verifica-se que nesta porção media há uma ocorrência maior de taxas mais elevadas se comparado com as outras porções (baixo e alto cursos). Mais precisamente chamam a atenção os municípios em se localizam os pontos de amostragem A6 (entre Iguaraçu e Maringá), A7 (entre Ângulo e Mandaguaçu), A12 e A13 em jardim Olinda, estes no rio Pirapó; bem como os pontos A17 e A15, na parcela que compreende os municípios de Munhoz de melo, Santa Fé, Nossa Senhora das Graças e Guaraci, às margens do rio Bandeirante do Norte. Nestas áreas inclusive há uma maior contigüidade no padrão de distribuição das taxas de mortalidade para DAC no ano de 2016.

Doenças do Aparelho Digestivo – DAD (2016)

A partir da observação da figura 27 constata-se primeiramente que os municípios de Jardim Olinda e Paranapoema apresentaram as maiores taxas, com cerca de 1,42 e 0,97 respectivamente. Em proporção junto à quantidade de habitantes em cada um, verifica-se que em Jardim Olinda, a taxa de mortalidade registrada representa cerca de 0,10% da população local naquele ano, enquanto que em Paranapoema tem-se cerca de 0,03%.

Figura 27. Distribuição espacial das taxas de mortalidade por DAD no ano de 2016.



Semelhante ao percebido em relação às taxas para DAC destacadas anteriormente, observa-se que na porção representada pelos municípios do alto curso da bacia hidrográfica, as taxas de mortalidade para DAD variaram de 0,32 a 0,42, assim como também ocorreu o não registro de taxa para DAD no município de Sabáudia. Nesta área sobressaem os municípios de Marialva e Sarandi, que registraram as menores taxas nesta seção, respectivamente, cerca de 0,31 e 0,32 óbitos para cada 1.000 habitantes. Como se nota na figura 25, a porção do médio curso apresenta maior diversidade na distribuição espacial das taxas.

Demonstrando haver uma considerável concentração das taxas, os municípios do médio e baixo curso da bacia hidrográfica registraram taxas relativamente altas, sobrepujadas somente por Jardim Olinda e Paranapoema.

Nos municípios às margens do rio Pirapó, tais como Astorga, Atalaia, Lobato, Cruzeiro do Sul, Itaguajé, Paranapoema e Jardim Olinda, as taxas foram significativas, principalmente entre dois últimos. Entre estes municípios destacam-se os pontos A8 (Lobato), A11, A12 e A13, entre Paranapoema, Itaguajé e Jardim Olinda. Porém, também se verifica que às margens do Pirapó, nesta mesma seção, encontram-se os municípios com taxas não registradas (0,0), tais como Uniflor, Ângulo e Sabáudia.

No que tange os municípios às margens do rio Bandeirante do Norte, ocorre que entre os pontos A16, A17 e A15 os municípios de Jaguapitã, Astorga, Munhoz de Melo, Santa Fé e Lobato, onde ocorre a confluência deste rio junto ao Pirapó, as taxas de mortalidade foram relativamente altas, na faixa entre 0,42 e 0,72 óbitos para cada 1.000 habitantes. Fora deste padrão estão os municípios de Colorado (0,37) e Guaraci (0,36), bem como Nossa Senhora das Graças, que não obteve registro de óbito para este grupo de causas, no ano de 2016.

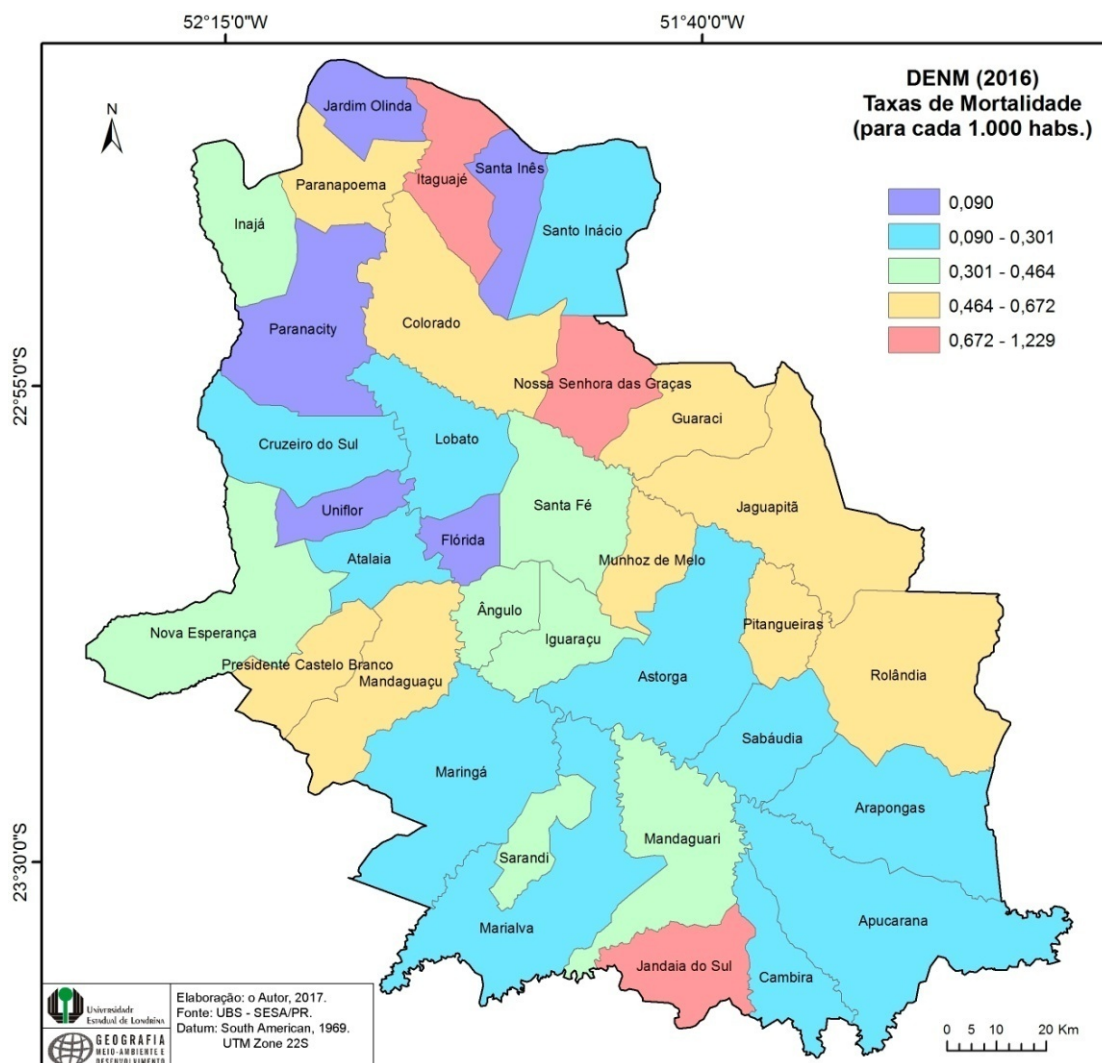
Doenças Endócrinas e Metabólicas – DENM (2016)

Com variação bastante pequena entre as menores e as maiores taxas registradas no ano de 2016, entre 0,09 a 1,22 óbitos para cada 1.000 habitantes, as doenças endócrinas e metabólicas (DENM) apresentaram a distribuição espacial como demonstrado na figura 28, em função das taxas de mortalidades que lhe foram associadas, para cada município da área de estudo.

Na porção do alto curso (montante) os municípios apresentaram baixas taxas para DENM, exceto por Jandaia do Sul, que apresentou taxa de 0,84, a terceira mais alta na área de estudo. O município de Rolândia também apresentou taxa relativamente alta (ainda que menor que a de Jandaia do Sul), com cerca de 0,60 óbitos para cada 1.000 habitantes.

Ao longo do curso do rio Pirapó, junto aos municípios lindeiros, verifica-se que a maior parte dos mesmos apresentou baixas taxas de mortalidade por DENM se comparados, por exemplo, àqueles que margeiam o rio Bandeirante do Norte. Ao longo do curso do rio Pirapó somente os municípios de Mandaguaçu, Presidente Castelo Branco, Colorado, Paranapoema apresentaram valores entre 0,46 e 0,67, enquanto que Itaguajé apresentara uma alta taxa de 0,86. Na maior parte do percurso do rio os municípios apresentaram baixas taxas, entre 0,09 e 0,46. Neste sentido, chamam a atenção os pontos amostrados A8 (entre Ângulo e Mandaguaçu), A10 (entre Colorado e Paranacity), A11 (entre Colorado e Paranapoema) e o A12 (Itaguajé).

Figura 28. Distribuição espacial das taxas de mortalidade por DENM no ano de 2016.



No curso do rio Bandeirante do Norte destacam-se os pontos A18 (Rolândia), A16 (Jaguapitã), A17 (entre Guaraci e Munhoz de Melo), A15 (Nossa Senhora das Graças) e A14 (Colorado). Deve-se atentar que o município de Nossa Senhora das Graças apresentou a taxa mais alta da área de estudo, cerca de 1,22 óbitos para cada 1.000 habitantes, em termos percentuais, isto equivale a aproximadamente 0,03% do total de habitantes do município.

Doenças do Aparelho Geniturinário – DAG (2016)

Considerando a maior parte da área de estudo (figura 29) verifica-se que há uma prevalência de municípios em que as taxas foram baixas, variando de 0,08 a 0,3 óbitos para cada 1.000 habitantes. Dentre aqueles situados fora desta faixa estão os municípios localizados na porção do médio curso da bacia hidrográfica, tais como Jaguapitã (0,45),

como a mais elevada, cerca de 0,96 óbitos para cada 1.000 habitantes. Na sequência, o município de Atalaia registrou cerca de 0,75, bem como Sabáudia, com a mesma taxa (0,75).

Destaca-se que para este grupo de causas, o padrão de distribuição das taxas entre os municípios demonstra que os municípios em que se localizam os pontos A3 (Sabáudia), A7 (entre Ângulo e Mandaguaçu) e o ponto A16 (Pitangueiras) são aqueles que demandam maior atenção, uma vez que nestas áreas foram registradas as maiores taxas de mortalidade por doenças do aparelho geniturinário (DAG), no ano de 2016.

Neoplasias (2016)

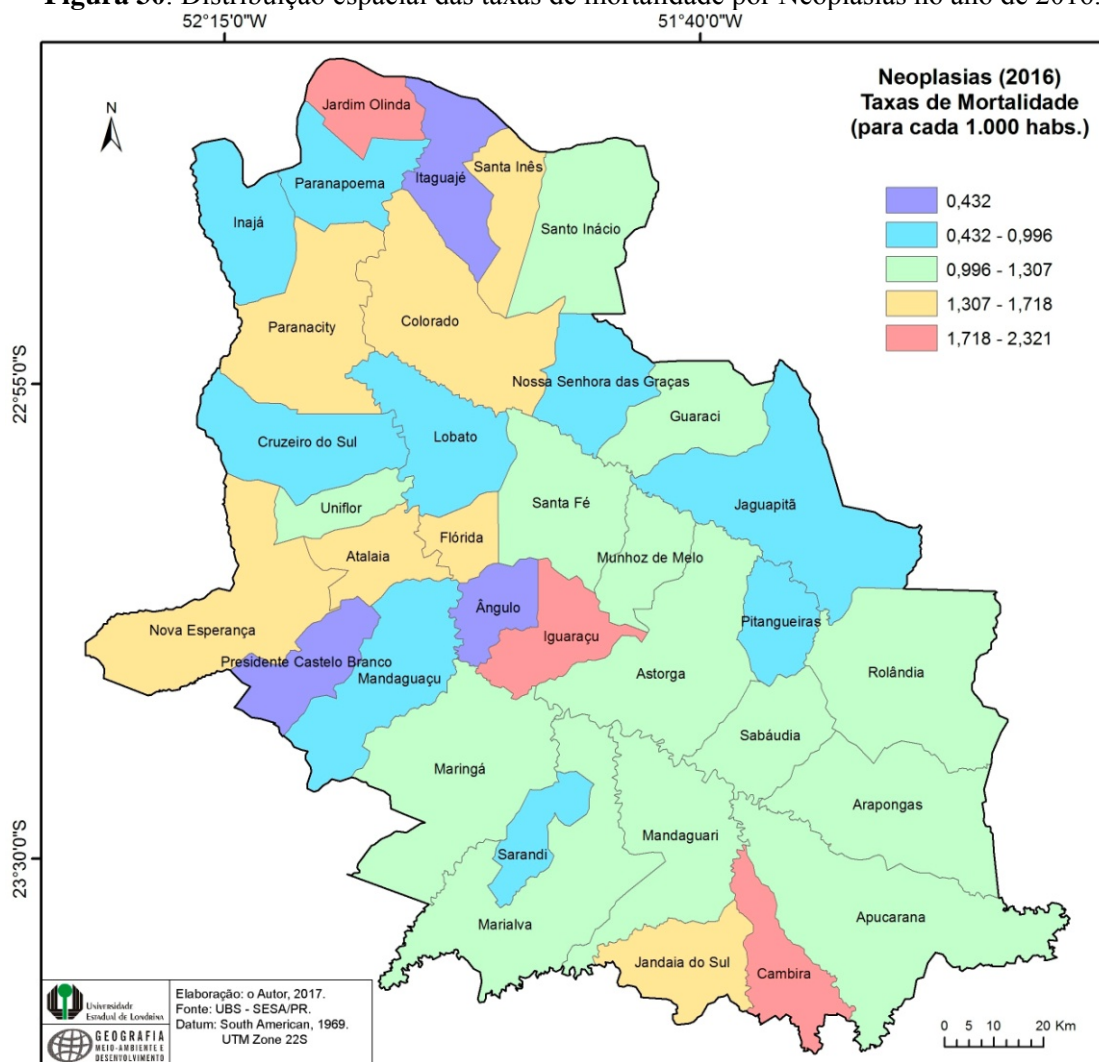
No ano de 2016, o padrão de distribuição espacial das taxas de mortalidade relacionadas às neoplasias (figura 30) revelou os valores para este grupo de causas foram mais acentuadas nos municípios que margeiam o rio Pirapó.

Isto ocorreu principalmente na suas porções de médio e baixo curso, sendo que nas proximidades de sua foz junto ao rio Paranapanema, especificamente na área compreendida pelo município de Jardim Olinda, obteve-se a terceira maior taxa (2,13) e, ascendendo até a maior taxa, tem-se que o município de Cambira (alto curso) registrara 2,19 óbitos enquanto que Iguaraçu obtivera a maior taxa, cerca de 2,32 óbitos para cada 1.000 habitantes.

Exceto por Jandaia do Sul e Cambira, a porção do alto curso registrou baixas taxas no conjunto de municípios que a compõem. Dentre os quais, Sarandi apresentou a menor taxa, cerca de 0,99 óbitos para cada 1.000 habitantes.

Na porção do médio curso verifica-se maior diversidade, principalmente nos municípios pelos quais as águas do rio Pirapó os margeiam. Destes, como afirmado anteriormente, Iguaraçu apresentara a maior taxa registrada (2,32), porém, no município vizinho de Ângulo não foi registrada nenhuma taxa (0). Na faixa que segue entre os municípios de Nova Esperança, Atalaia (margem esquerda do Pirapó) e Flórida (margem direita) foram registradas taxas de mortalidade entre 1,30 e 1,71 óbitos. Mesmo Maringá apresentou baixa taxa se comparado aos demais, cerca de 1,16 óbitos para cada 1.000 habitantes.

Figura 30. Distribuição espacial das taxas de mortalidade por Neoplasias no ano de 2016.



Os pontos amostrados em que suas localizações coincidem com as porções de taxas de mortalidade mais elevadas são aqueles entre os municípios de Iguaraçu e Maringá (A6), entre Paranacity e Colorado (A10 – após a confluência dos rios Pirapó e Bandeirante do Norte) e aqueles situados nas proximidades de Jardim Olinda, os pontos A12 e A13.

Doenças do Sistema Nervoso – DSN (2016)

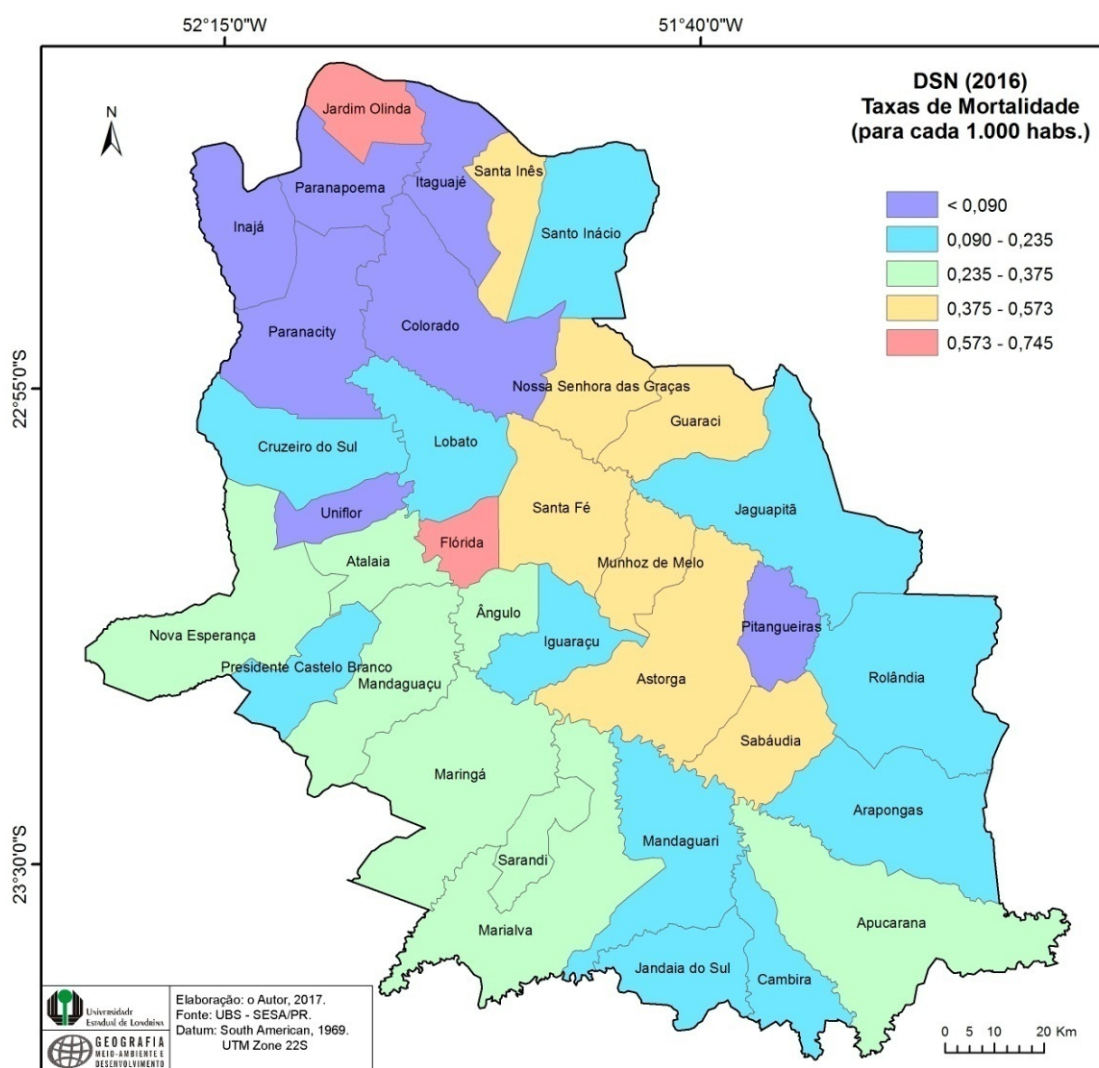
Observa-se na figura 31 que a distribuição espacial das taxas relacionadas às doenças do sistema nervoso (DSN) apresenta basicamente dois padrões de espacialização. No primeiro verifica-se que os municípios da porção do baixo curso, em sua maioria exceto por Jardim Olinda, Santa Inês e Nossa Senhora das Graças, apresentaram baixas taxas de mortalidade para este grupo de causas, com valores até mesmo nulos, como Inajá, Itaguajé e Paranapoema; outros da mesma porção registraram taxas pequenas, entre 0,09 e 0,23 óbitos, tais como

Cruzeiro do Sul, Lobato e Santo Inácio. Como afirmado anteriormente Jardim Olinda (0,71), Santa Inês (0,57) e Nossa Senhora das Graças (0,49).

Quanto ao outro padrão, na área que compreende o médio curso, principalmente entre os municípios que margeiam o rio Bandeirante do Norte, verifica-se uma concentração de ocorrências significativas visto que as taxas nesta área perpassam os 0,37 e 0,57 óbitos para cada 1.000 habitantes. Dentre estes, destacam-se Nossa Senhora das Graças (0,49), Guaraci (0,54), Santa Fé (0,43), Munhoz de Melo (0,50) e Astorga (0,49). Mais ao sul, às margens do rio Pirapó, completa este padrão o município de Sabáudia, com 0,45 óbitos para cada 1.000 habitantes.

Na área de estudo como um todo se destacam entre as taxas mais elevadas os municípios de Jardim Olinda (0,71) e Flórida (0,74), sendo este ultimo, portanto, a municipalidade com a maior taxa de mortalidade por DSN no ano de 2016.

Figura 31. Distribuição espacial das taxas de mortalidade por DSN no ano de 2016.

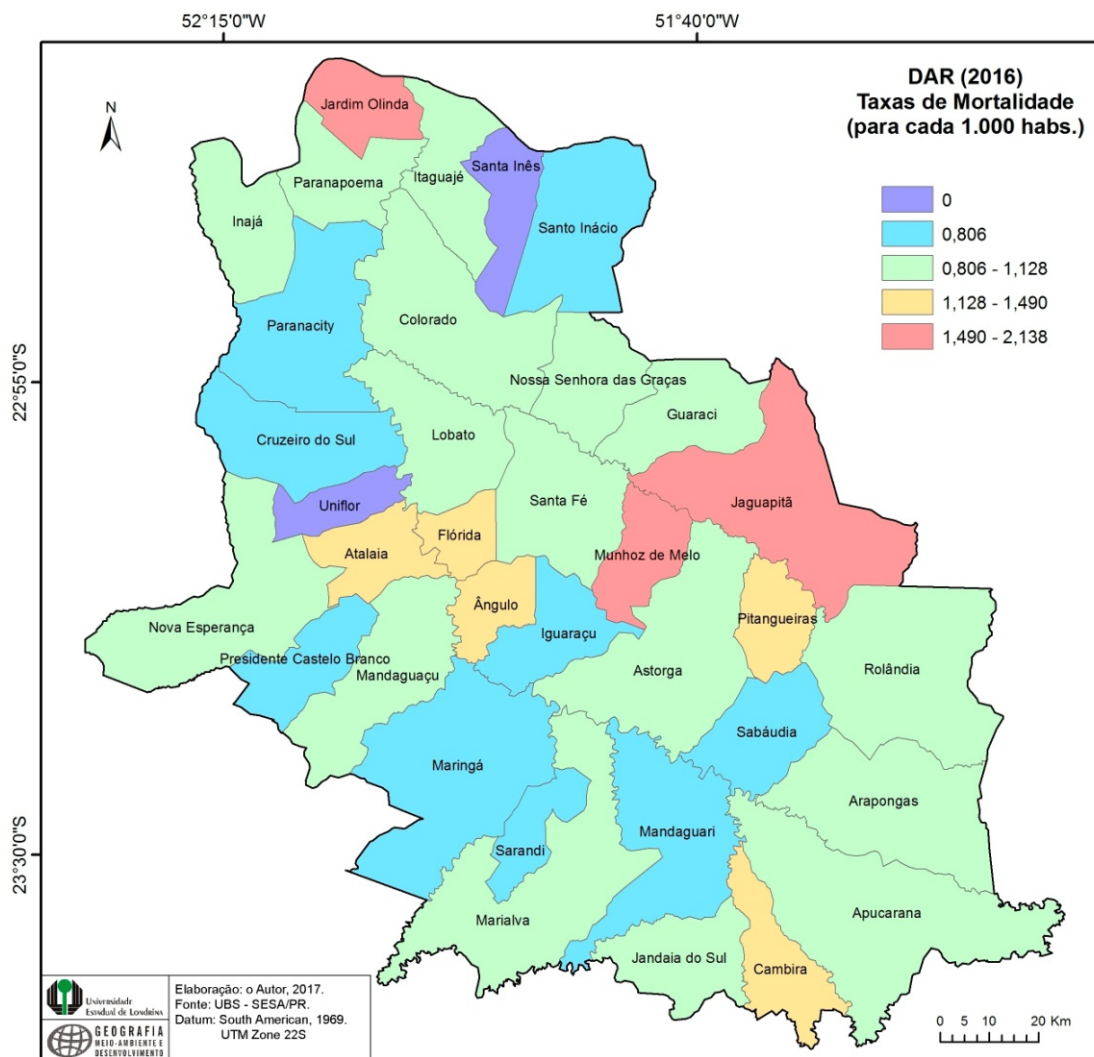


Assim, dada esta distribuição das taxas, tem-se que os pontos de amostragem que demandam atenção na análise posterior são aqueles localizados no rio Bandeirante do Norte, mais especificamente os pontos A17 e A15, bem como os pontos A7 (próximo à Flórida), A12 e A13, em Jardim Olinda.

Doenças do Aparelho Respiratório – DAR (2016)

De uma forma geral, somente dois municípios apresentaram valores nulos em relação às taxas de mortalidade por DAR, dentre os quais Santa Inês e Uniflor, respectivamente nas porções do baixo e médio curso da bacia hidrográfica. Outro fato é que a maior parte dos municípios apresentou taxas que variavam entre 0,80 e 1,12 óbitos para cada 1.000 habitantes, valores pequenos se comparados aos de Jardim Olinda (2,13), Munhoz de Melo (2,03) e Jaguapitã (1,88), que registraram as taxas mais elevadas na área de estudo, como se pode observar na figura 32.

Figura 32. Distribuição espacial das taxas de mortalidade por DAR no ano de 2016.



À exceção de Jardim Olinda, os municípios de Munhoz de Melo e Jaguapitã encontram-se às margens do rio Bandeirante do Norte, próximo aos mesmos tem-se Pitangueiras, que registrara uma taxa de 1,28 óbitos.

Retomando ao rio Pirapó, observa-se que nos municípios de Atalaia, Flórida e Ângulo foram registradas taxas semelhantes à de Pitangueiras, entre 1,12 e 1,49 óbitos. Além destes municípios, Cambira, no alto curso, havia registrado no ano de 2016 uma taxa de aproximadamente 1,41 óbitos para cada 1.000 habitantes.

Considerando que no ano de 2016, Jardim Olinda detinha uma população estimada de 1.403 habitantes, a taxa de mortalidade de 2,13 representa um percentual de 0,15% da população do município. Comparando com os municípios de maior contingente populacionais tais como Maringá (403.063 hab.), Apucarana (131.571 hab.) e Arapongas (116.960 hab.), verifica-se a relação percentual entre óbitos/população total é mais pronunciada em Jardim

Olinda, visto que no caso de Maringá 0,00016% dos habitantes veio a óbito por DAR, enquanto que Apucarana registrou 0,00072% e Araçongas cerca de 0,00093%.

Associando estes padrões espaciais na distribuição das taxas para DAR aos pontos de amostragem, destacam-se os pontos A7 (Ângulo), A12 e A13 (Jardim Olinda), todos no rio Pirapó, bem como o ponto A16, em Jaguapitã. Nos demais pontos as ocorrências foram menos significativas do ponto de vista da contigüidade espacial das taxas entre os municípios da área de estudo.

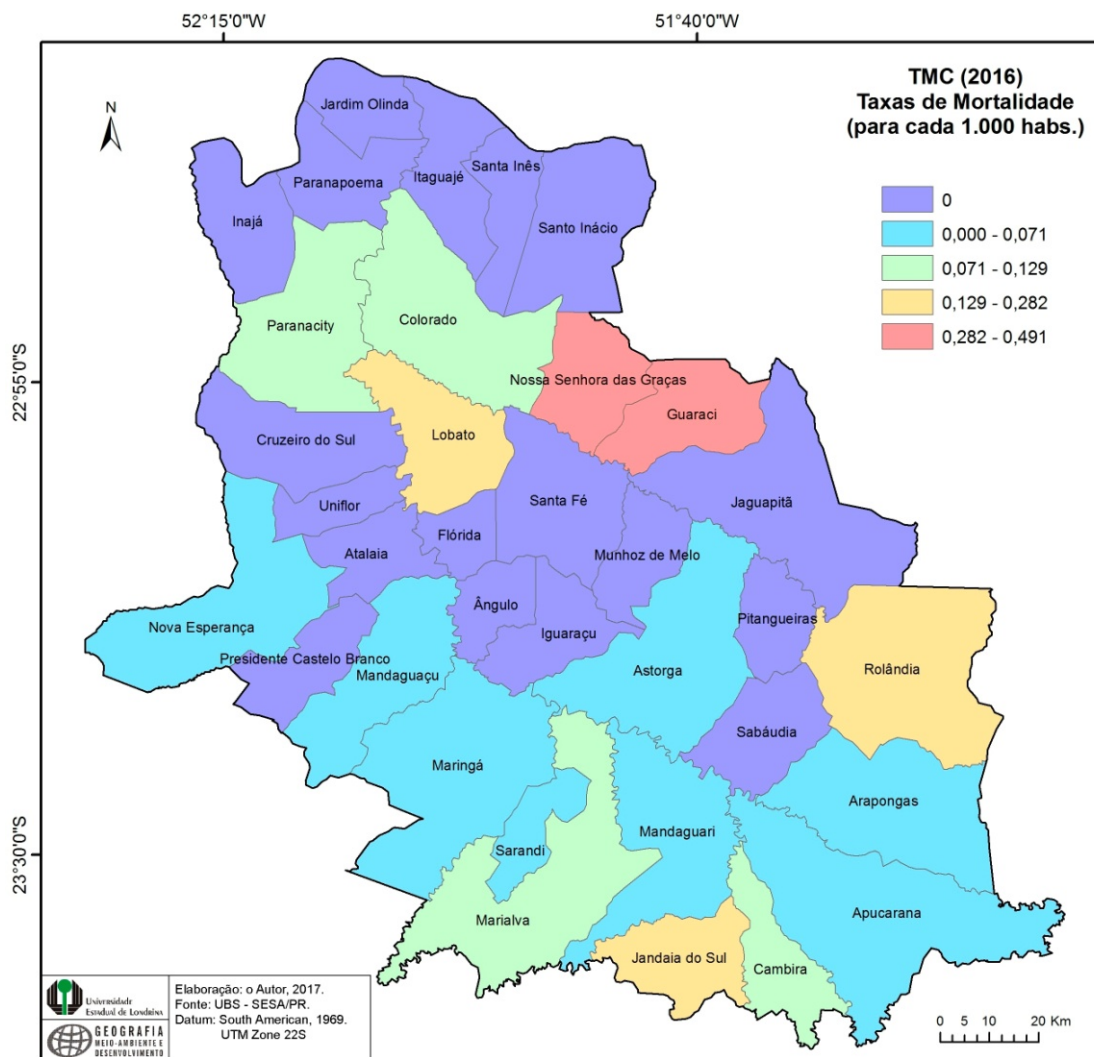
Transtornos Mentais e Comportamentais - TMC (2016)

Duas situações podem ser percebidas para TMC. A primeira mostra as menores taxas registradas ocorrerem nos municípios da porção do baixo curso do rio Pirapó, mais especificamente em Paranacity, Colorado, Paranapoema e Itaguajé, que assinalaram taxas nulas, assim como valores entre 0,07 e 0,12, como ocorrera em Paranacity (0,09) e Colorado (0,12) (figura 33).

Na figura 33 percebe-se ainda que somente os municípios de Nossa Senhora das Graças e Guaraci se destacam com taxas mais elevadas, estando os mesmos às margens do rio Bandeirante do Norte. Nestes, as taxas foram de 0,49 óbitos (Nossa Senhora das Graças) e 0,36 óbitos (Guaraci).

De forma geral, entre os municípios que estão às margens do rio Pirapó as taxas de mortalidade por TMC foram baixas, exceto por Lobato, que registrou cerca de 0,21 óbitos para cada 1.000 habitantes. Ademais, chama a atenção o fato de que a maior parte dos municípios apresentou baixas taxas para este grupo de causas. Assim, associando estas taxas espacializadas aos pontos de amostragem que demandam maior atenção tem-se que somente o ponto A17, no rio Bandeirante do Norte, tem destaque em meio à distribuição espacial das taxas de mortalidade por TMC. Poder-se-ia assinalar também os pontos A8 (Pirapó) e A14 (Bandeirante do Norte), porém sem a mesma significância que o ponto A17 em termos de proximidade junto às áreas de maior ocorrência das TMC.

Figura 33. Distribuição espacial das taxas de mortalidade por TMC no ano de 2016.



A partir do levantamento destes padrões de distribuição espacial das taxas de mortalidade para cada grupo de causas no ano de 2016, verificou-se que poucos municípios prevaleceram em termos de apresentação de taxas mais elevadas neste ano, fato que permite elencar aqueles em que a correlação junto aos dados químicos pode vir a ser mais significativa. Assim, constata-se que para cada grupo de causas alguns municípios se sobressaíram (taxas mais elevadas), da seguinte forma: DAC – Jardim Olinda, Inajá, Santo Inácio, Flórida e Iguaraçu; DAD – Jardim Olinda, Paranapoema; DENM – Itaguajé, Nossa Senhora das Graças e Jandaia do Sul; DAG – Atalaia, Pitangueiras e Sabáudia; Neoplasias – Jardim Olinda, Iguaraçu e Cambira; DSN – Jardim Olinda e Flórida; DAR – Jardim Olinda, Munhoz de Melo e Jaguapitã; TMC – Nossa Senhora das Graças e Guaraci.

Como é possível notar, no ano de 2016, o município com maior prevalência nas ocorrências foi o de Jardim Olinda (5) seguido de Flórida (2), Iguaraçu (2) e Nossa Senhora

das Graças (2), sendo que destes, somente Nossa Senhora das Graças margeia o rio Bandeirante do Norte.

O restante dos municípios de Inajá, Santo Inácio, Paranapoema, Itaguajé, Jandaia do Sul, Atalaia, Pitangueiras, Sabáudia, Cambira, Munhoz de Melo, Jaguapitã e Guaraci apresentaram cada qual somente (1) uma ocorrência. Outrossim, é importante destacar que municípios com contingente populacional bastante maior que estes elencados não apresentaram taxas de mortalidade tão significativas, de modo que isto demonstra a importância de se trabalhar com as taxas ao invés dos dados brutos de óbitos, visto que é importante relativizar o peso da quantidade de óbitos em uma determinada população.

Além disso, como os dados de óbitos são registrados para o local de residência do indivíduo, tratá-los proporcionalmente à população residente (total) é mais significativo e aproxima melhor os números da realidade local. Assim, por mais que um município detenha um pequeno contingente populacional, quando se analisa a proporcionalidade entre a quantidade de óbitos registrada e a população total do mesmo, tem-se que os óbitos em determinadas populações são mais significativos e demandam maior atenção no que tange a análise dos fatores geográficos que possam estar influenciando e condicionando estes números.

Sendo assim, torna-se sugestivo para a análise das correlações entre estas ocorrências e os teores de metais na água dos rios Pirapó e Bandeirante do Norte que sejam analisados os pontos de amostragem mais próximos a estas ocorrências (taxas elevadas) (tabela 10).

Tabela 10. Distribuição das taxas de mortalidade mais elevadas junto aos pontos de amostragem nos rios Pirapó e Bandeirante do Norte, no ano de 2016.

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18
DAC						x	x					x	x		x		x	
DAD								x			x	x	x		x	x	x	
DENM								x		x	x	x			x	x	x	x
DAG			x				x									x		
Neoplasias						x				x		x	x					
DSN							x					x	x		x		x	
DAR							x					x	x			x		
TMC								x						x			x	
TOTAL			1			2	4	3		2	2	6	5	1	4	4	5	1

Destarte, a partir da tabela 10 percebe-se que o ponto A12 (Pirapó) teve maior quantidade de ocorrências, seis (6) no total, seguido dos pontos A13 (Pirapó) e A16 (Bandeirante do Norte) com cinco (5) ocorrências cada qual, bem como dos pontos A7, A15 e

A16 com quatro (4) ocorrências cada; do ponto A8, com duas (2) ocorrências e dos pontos A3, A14 com uma (1) ocorrência cada. Os pontos A1, A2, A4, A5 e A9 não apresentaram ocorrências para cada grupo de causas. De qualquer forma, é importante frisar que o intervalo entre os pontos A1 e A13 diz respeito ao rio Pirapó, enquanto que os pontos A14, A15, A16, A17 e A18 são relativos ao Bandeirante do Norte.

Além das taxas de mortalidade procurou-se também trabalhar com as taxas de internações por residência a partir dos dados brutos de internações óbitos junto ao SESA/PR, para os anos de 2016 e 2017 (dado que análise das correlações seria realizada para estes anos). A tabela a seguir (tabela 11) contém estes dados já retrabalhados de forma a se obter as taxas de internação, que melhor representam a proporcionalidade entre a quantidade de internações e quantidade de habitantes em cada município, na seção de anexos constam os números brutos de internações por local de residência (Anexo Q6). O padrão espacial obtido a partir destes dados pode ser observado junto às figuras em anexo (figuras F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7 e F8).

Tabela 11. Taxas de internações por local de residência nos anos de 2016 e 2017 (jan/jun).

município	2016								2017 (jan/jun)							
	Neoplasias	DENM	TMC	DSN	DAC	DAR	DAD	DAG	Neoplasias	DENM	TMC	DSN	DAC	DAR	DAD	DAG
Ângulo	2,36	1,68	2,69	0,67	11,79	7,75	10,44	5,39	1,68	0,67	0,67	0,34	2,36	5,39	2,69	2,02
Apucarana	4,70	1,38	2,35	1,66	12,08	7,79	6,12	4,09	2,07	0,91	0,87	0,98	6,09	3,06	2,61	2,64
Arapongas	5,01	1,40	2,09	1,16	13,30	8,99	9,02	3,98	2,14	0,85	0,96	0,72	5,84	3,11	3,30	2,20
Astorga	6,71	3,37	1,95	1,80	14,49	14,72	9,05	6,13	4,14	1,61	1,42	0,96	5,83	7,93	4,45	3,49
Atalaia	9,75	0,50	1,50	2,50	8,00	9,25	9,50	9,75	3,25	1,50	0,50	1,75	4,00	3,75	1,50	2,25
Cambira	4,77	1,93	4,12	2,32	15,08	7,60	8,51	3,87	2,58	0,90	1,93	1,42	7,60	2,71	4,51	1,80
Colorado	7,73	7,85	1,85	0,71	14,07	24,44	7,43	7,60	2,86	3,40	1,05	0,46	5,42	9,49	5,59	4,96
Cruzeiro do Sul	4,75	1,30	1,51	0,86	6,27	7,78	4,75	7,56	2,38	1,08	1,94	0,22	3,24	5,83	4,54	1,30
Flórida	9,68	1,12	0,00	1,12	13,78	2,23	8,94	2,98	2,98	0,00	0,74	0,00	4,47	1,86	1,49	2,23
Guaraci	7,69	0,55	1,10	2,01	13,00	4,03	8,79	2,38	3,11	0,18	1,10	0,73	5,67	3,48	4,03	2,20
Iguaraçu	9,98	3,02	3,48	0,70	14,85	9,51	6,27	2,78	2,78	1,86	2,32	0,23	4,64	6,03	1,62	1,86
Inajá	7,67	4,16	4,80	0,64	16,94	11,83	5,12	6,71	1,60	1,60	0,64	0,32	7,99	2,56	1,92	5,12
Itaguajé	4,32	1,94	3,67	1,30	12,96	28,08	9,72	5,18	2,59	1,94	0,22	0,22	5,62	11,45	3,67	2,59
Jaguapitã	5,12	1,20	1,43	0,90	13,40	11,52	10,39	8,58	2,26	1,28	0,90	0,30	5,49	5,04	4,37	4,74
Jandaia do Sul	5,17	3,34	7,66	1,27	12,97	22,23	9,26	5,26	3,15	1,32	3,90	0,89	7,29	10,86	4,89	4,14
Jardim Olinda	6,41	3,56	0,71	0,00	8,55	12,83	8,55	2,85	0,71	0,00	1,43	0,00	4,28	4,28	6,41	2,14
Lobato	7,41	2,54	1,06	1,48	9,96	4,66	4,24	3,39	2,33	0,64	1,06	0,42	4,45	2,33	2,54	1,27
Mandaguaçu	5,84	3,15	3,97	1,73	4,43	5,43	5,06	3,70	4,24	1,19	1,96	0,50	2,69	2,92	2,87	2,92
Mandaguari	6,51	6,51	3,25	1,95	12,11	16,96	8,60	8,80	3,75	3,17	1,22	0,49	4,68	7,44	3,22	3,83
Marialva	6,06	1,18	1,30	0,89	5,88	4,76	4,59	3,29	3,32	1,12	0,75	0,58	3,84	2,51	3,17	1,61
Maringá	6,22	0,67	4,97	1,43	5,77	4,26	5,56	3,57	3,30	0,44	2,75	0,70	3,11	2,25	3,13	2,27
M. de Melo	9,66	0,25	1,02	0,76	13,98	6,61	11,18	6,10	4,83	0,25	0,76	0,25	7,63	3,30	4,07	2,03
N. S. das Graças	7,62	8,35	2,21	1,47	17,20	15,97	9,34	7,37	2,21	3,69	0,98	0,49	5,16	5,65	5,16	5,65
N. Esperança	5,40	1,25	1,54	1,64	8,40	10,58	6,75	5,86	2,43	0,93	0,39	0,75	3,75	5,79	3,47	2,93
Paranacity	6,54	1,88	1,79	0,36	6,27	6,45	4,30	4,30	2,06	1,07	1,43	0,18	3,31	3,22	2,87	1,88
Paranapoema	3,57	1,95	1,30	0,32	9,73	6,81	4,54	3,57	2,92	0,32	0,32	0,32	3,89	4,86	4,54	1,62
Pitangueiras	4,83	0,97	1,61	0,64	17,06	7,08	9,66	5,15	3,54	0,64	0,97	0,00	10,94	9,33	5,15	3,22
P. C. Branco	4,44	0,58	4,82	0,96	6,17	3,28	6,56	2,70	3,28	0,39	1,74	0,77	3,47	2,12	3,28	0,96
Rolândia	4,12	1,33	1,83	1,41	7,78	8,31	8,04	6,06	1,92	0,84	1,05	0,56	4,72	3,76	4,14	3,08
Sabáudia	10,23	1,66	3,76	0,15	15,65	7,22	11,74	3,46	2,26	0,90	1,66	0,00	5,27	4,67	3,31	1,51
Santa Fé	6,57	2,16	3,81	0,86	10,81	5,02	5,88	3,63	2,08	1,47	1,64	0,95	5,62	3,63	2,77	1,73
Santa Inês	3,44	5,15	1,15	0,00	9,74	23,48	7,45	9,74	2,29	1,15	2,86	0,57	5,73	9,16	1,72	2,86
Santo Inácio	6,01	2,18	0,36	0,91	10,92	10,19	6,37	6,01	4,73	1,46	0,00	0,73	4,37	6,01	2,55	3,28
Sarandi	5,46	0,61	3,53	2,04	7,89	6,66	6,81	4,73	2,61	0,53	1,18	1,28	3,78	4,28	3,40	2,63
Uniflor	13,06	1,92	3,46	1,54	11,14	7,30	7,68	5,76	2,30	1,54	0,00	1,92	4,99	3,46	4,22	1,92

De forma geral, existem diferenças substanciais entre taxas de mortalidade e taxas de internação, porém, ressaltam-se para o caso destas últimas algumas situações:

DAC - Doenças do Aparelho Circulatório (2016 a jul/2017) – no ano de 2016 os municípios de Sabáudia, Pitanguerias, Nossa Senhora das Graças e Inajá apresentaram as maiores taxas, entre 15 e 17 internações, enquanto que Paranacity, Cruzeiro do Sul, Presidente Castelo Branco, Mandaguaçu, Maringá e Marialva registraram as menores, entre 4 e 6 internações para cada 1.000 habitantes. Chama a atenção o fato de que os municípios à margem esquerda do rio Pirapó exibiram taxas relativamente baixas, exceto por Inajá. No ano de 2017, ainda que no período entre os meses de janeiro e julho, observaram-se algumas mudanças, destacando o aumento nas taxas para os municípios de Cambira e Jandaia do Sul e Munhoz de Melo, bem como a diminuição em Sabáudia; no entanto, a escala de abrangência dos números é diferente de 2016, neste as taxas mínimas e máximas variaram de 4 a 17 internações, enquanto que em 2017 as mesmas diferenciaram-se de 2 a 10 (ressaltando que os registros são referentes a meio ano, em 2017).

DAD - Doenças do Aparelho Digestivo (2016 a jul/2017) – observa-se que os municípios de Sabáudia, Ângulo, Munhoz de Melo e Jaguapitã apresentaram as maiores taxas de internação, no ano de 2016, estando os números entre 9 e 11 internações para cada 1.000 habitantes. Verifica-se ainda que a maior parte dos municípios com taxas significativas encontra-se na porção do médio curso, bem como na porção oriental da bacia hidrográfica. Por outro lado, os municípios com as menores taxas (entre 4 e 5 internações) situam-se às margens do rio Pirapó, mais especificamente na vertente esquerda, dentre os quais, Marialva, Mandaguaçu, Cruzeiro do Sul, Paranacity, Inajá e Paranapoema, sendo que entre estes aparecem municípios com taxas pouco significativas Maringá, Sarandi, Presidente Castelo Branco e Nova Esperança (5 a 6 internações), o que demonstra que as taxas menos significativas entre todos os municípios concentraram-se naqueles localizados nas porções de médio e baixo curso da bacia hidrográfica do Pirapó. No ano de 2017 há diminuição das taxas em relação aos municípios que apresentavam altas taxas no ano anterior, dentre os quais, Sabáudia diminuiu (3,31), Ângulo (2,69), Munhoz de Melo (4,07) e Jaguapitã (4,37).

DAG – Doenças do Aparelho Geniturinário (2016 a jul/2017) – para este grupo de causas o numero de municípios com taxas elevadas de internações é maior do que nos anteriores. Porém, o padrão de espacialização é semelhante dado que estes municípios localizam-se em sua maioria nas porções do médio e baixo curso da bacia hidrográfica. Com taxas entre 7,37 e 9,74 internações, Mandaguari, Atalaia, Cruzeiro do Sul, Colorado, Santa Inês e Jaguapitã registraram as maiores taxa, seguidos de municípios como Rolândia, Astorga,

Munhoz de Melo, Nova Esperança, Uniflor, Nossa Senhora das Graças, Santo Inácio e Inajá (entre 5,38 e 7,37 internações). Além disso, verifica-se que a maior parte dos municípios ao longo do curso do rio Pirapó apresentaram taxas entre 2,97 e 4,29 internações para cada 1.000 habitantes. No caso de 2017, mantiveram-se com taxas elevadas (para aquele período do ano) os municípios de Jaguapitã (4,74) e Colorado (4,95) juntamente com estes, Jandaia do Sul (4,14) e Inajá (5,12) também obtiveram aumento, enquanto que em relação ao ano de 2016 os municípios de Atalaia (2,25), Santa Inês (2,86) e Cruzeiro do Sul (1,30) apresentaram diminuição significativa de suas taxas de internação.

DAR – Doenças do Aparelho Respiratório (2016 a jul/2017) - verifica-se que há uma concentração das taxas mais elevadas entre os municípios de Colorado, Itaguajé e Santa Inês, na porção do baixo curso, assim como se verifica o mesmo para Jandaia do Sul (alto curso), todos com taxas entre 16,96 e 28,08 internações no ano de 2016. Outro padrão se verifica em relação às taxas menos elevadas, entre os municípios do médio curso, dentre os quais aqueles no curso do rio Pirapó, como Marialva, Maringá, Mandaguaçu, Presidente Castelo Branco, Flórida, Lobato, bem como no rio Bandeirante do Norte, como Santa Fé e Guaraci (taxas entre 2,23 e 5,42 internações). No faixa de 5,42 a 8,99 internações, outro padrão se observa à montante, com os municípios de Apucarana, Cambira, Arapongas, Rolândia, Sabáudia e Pitangueiras, assim como na margem esquerda do rio Pirapó, entre o médio e baixo curso, nos municípios de Uniflor, Cruzeiro do Sul, Paranacity e Paranapoema. Para o ano de 2017 manteve-se o mesmo padrão em relação às taxas mais elevadas, acrescido do município de Pitangueiras, que registrou cerca de 9,33 internações para cada 1.000 habitantes.

DENM – Doenças Endócrinas e Metabólicas (2016 a jul/2017) – registraram no ano de 2016 as taxas mais elevadas os municípios de Colorado, Nossa Senhora das Graças e Mandaguari, com taxas entre 5,15 e 8,35 internações. Na porção do médio curso, municípios como Atalaia, Presidente Castelo Branco, Maringá, Sarandi, Munhoz de Melo e Guaraci apresentaram as taxas mais baixas, entre 0,25 e 0,66 internações. Em um arco que se estende na porção leste, verifica-se que municípios como Jaguapitã, Pitangueiras, Rolândia, Arapongas e Apucarana apresentaram taxas entre 0,67 e 1,40 internações. Não há padrões muito claros exceto por este último, no ano de 2016. No ano seguinte (2017) mantiveram-se com as taxas mais elevadas os municípios de Colorado, Nossa Senhora das Graças e Mandaguari, porém em uma faixa de 1,94 a 3,68 internações para cada 1.000 habitantes. No estrato de menores taxas (menor que 0,38) permanecem Presidente Castelo Branco, Munhoz

de Melo e Guaraci, acrescidos de Paranapoema (0,32) e Jardim Olinda, que não apresentou registro.

DSN - Doenças do Sistema Nervoso (2016 a jul/2017) – assim como no grupo de causas anterior, o padrão de espacialização das taxas entre os municípios é bastante disperso. Na porção do alto curso os municípios de Cambira, Mandaguari e Sarandi foram os que indicaram as maiores taxas, entre 1,80 e 2,40 internações, bem como Guaraci (2,01) e Atalaia (2,50), na porção do médio curso. No que tange os municípios com as menores taxas (menores que 0,35), há uma pequena contigüidade espacial entre os municípios de Paranacity, Paranapoema e Jardim Olinda, no baixo curso; além dos mesmos, figuram nesta classe Santa Inês (0,0) e Sabáudia (0,25). De uma forma geral, a maior parte dos municípios registrou taxas entre 0,35 e 0,96 internações, nas porções do médio e baixo curso da bacia hidrográfica. No ano de 2017, há uma certa consolidação do padrão observado entre alguns municípios que haviam registrado as taxas menos significativas no ano anterior, porém houve um aumento generalizado nas taxas, exceto para os municípios de Uniflor e Mandaguari, que exibiram taxas menores em 2017. Neste ano, alguns não havia registrado internações até o mês de julho, dentre os quais Jardim Olinda, Flórida, Pitangueiras e Sabáudia.

TMC – Transtornos Mentais e Comportamentais (2016 a jul/2017) – diferente do que ocorreu para os outros grupos de causas, no ano de 2016, as TMC apresentaram taxas de internação elevadas entre 4,12 e 7,66 nos seguintes municípios: Inajá, Presidente Castelo Branco, Jandaia do Sul e Maringá, sendo que este último aparecia pela primeira vez entre os municípios com taxa mais elevada. Dentre os que obtiveram as menores taxas de internação por TMC, destacaram-se Jardim Olinda, Santo Inácio e Flórida, com taxas abaixo dos 0,71. Percebe-se que as taxas mais significativas ocorreram junto ao curso do rio Pirapó, principalmente entre os municípios na porção do médio curso e, especificamente, entre aquelas à margem esquerda do rio. No ano de 2017 o município de Maringá manteve-se com taxa elevada, assim como Jandaia do Sul, porém Inajá e Presidente Castelo Branco apresentaram diminuição, enquanto que Santa Inês aumentara sua taxa, saindo de 1,15 para 2,86 internações (2017). Dentre aqueles com menores taxas, manteve-se somente Santo Inácio, acrescido de Paranapoema, Itaguajé, Uniflor e Nova Esperança, todos com taxas entre 0 e 0,39 internações para cada 1.000 habitantes. Ademais, verifica-se que o padrão manteve certa similaridade com o ano de 2016, onde predominavam taxas significativas entre os municípios da porção do médio curso da bacia hidrográfica do Pirapó.

Neoplasias (2016 a jul/2017) – dentre os padrões espaciais que podem ser identificados para as taxas de internação por neoplasias no ano de 2016, observa-se que os

municípios com as maiores taxas (entre 7,72 e 13,05) localizam-se na porção do médio curso da bacia hidrográfica, mais especificamente, junto aos municípios de Sabáudia, Iguaracu, Munhoz de Melo, Flórida, Atalaia e Uniflor. Entre os municípios próximos à confluência dos rios Pirapó e Bandeirante do Norte, tais como Lobato, Colorado, Nossa Senhora das Graças e Guaraci, as taxas registradas foram de 6,70 a 7,72 internações. Em um arco que se estende pela porção leste da bacia hidrográfica, os municípios de Jandaia do Sul, Cambira, Apucarana, Arapongas, Rolândia, Pitangueiras e Jaguapitã registraram taxas entre 3,56 e 5,46. Nas proximidades de Maringá, as taxas foram medianas, entre 5,46 e 6,70. Com taxas entre 2,35 e 3,56, os municípios de Ângulo, Paranapoema e Santa Inês foram os que apresentaram as menores taxas. Para o ano de 2017, Mandaguaçu, Astorga, Munhoz de Melo e Santo Inácio haviam apresentado as maiores taxas para aquele ano, entre 3,74 e 4,84 internações. Ocorrerá um certo prolongamento daquele arco na porção leste em direção à porção norte, abrangendo municípios como Santa Fé, Nossa Senhora das Graças, Lobato, Uniflor, Nova Esperança, Cruzeiro do Sul e Paranacity na faixa entre os 1,68 e 2,42. No que tange as taxas mais baixas, Ângulo manteve-se nesta faixa, junto de Inajá e Jardim Olinda. Ocorrerá também um aumento nas taxas entre os municípios vizinhos à Maringá, que registraram para o período cerca de 2,97 a 3,74 internações.

Tal como fora realizado em relação às taxas de mortalidade para o ano de 2016, é necessário também, a análise das correlações entre estas ocorrências e os teores de metais na água dos rios Pirapó e Bandeirante do Norte que sejam analisados os pontos de amostragem mais próximos a estas ocorrências (taxas elevadas) (tabela 12).

Tabela 12. Distribuição das taxas de internação mais elevadas junto aos pontos de amostragem nos rios Pirapó e Bandeirante do Norte, no ano de 2016.

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18
DAC			x													x	x	
DAD			x				x									x		
DENM				x						x				x	x			
DAG				x				x	x	x				x		x		
Neoplasias			x			x		x										
DSN				x			x											
DAR											x	x	x					
TMC						x												
TOTAL			3	3		2	2	2	1	2	1	1	1	2	1	3	1	

Devido a isso verificou-se que estes pontos amostrados também demandam um exame pormenorizado dos teores de metais bem como dos fatores geográficos que possam influir nestas condições químicas da água (uso e ocupação do solo), para que se possa tentativamente traçar as correlações entre saúde e ambiente neste contexto.

Assim, verifica-se que os pontos com maior frequência de aparecimento entre as taxas de internação no ano de 2016 foram o pontos A3 (3 ocorrências), A4 (3 ocorrências) e A16 (3 ocorrências), sendo este último do rio Bandeirante do Norte. Na casa das duas (2) ocorrências estão os pontos A6, A7, A8, A10 e A14, enquanto que os pontos A9, A11, A12, A13, A14 e A17 registraram somente 1 (uma) ocorrência cada.

Conjuntamente, estas ocorrências para taxas de internação e prevalência dos pontos de amostragem, bem como o cruzamento destes com as situações acerca dos teores anômalos de metais levantados no período seco, em que fora realizada a amostragem do ano de 2016 (agosto), verifica-se que há repetição dos pontos A4 e A16, no que tange a prevalência de teores mais elevados de Níquel (A4) e Potássio (A16) e taxas de internação mais elevadas para DENM, DAG e DSN no ponto A4 e DAC, DAD e DAG no ponto A16. Isto corrobora com a necessidade da análise mais detalhada destes pontos em questão, como será realizada na seção seguinte.

8.2 ESPACIALIZAÇÃO DOS TEORES DE METAIS E CORRELAÇÕES COM A SAÚDE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO PIRAPÓ

Conforme Baird (2002), os desastres ecológicos com metais repercutem desfavoravelmente na saúde coletiva implicando em altas taxas de morbidade e mortalidade. Tratando-se de **morbidade** enquanto taxa de portadores de determinada doença em relação à população estudada, em determinado local e determinado momento, enquanto que **mortalidade** como o número de óbitos em relação ao número de habitantes (RIPSA, 2008)

No âmbito deste trabalho, como destacado anteriormente, torna-se necessária a espacialização dos dados hidrogeoquímicos, essencialmente, das concentrações de metais, visto que as possíveis correlações entre os dados relativos às taxas de mortalidade e as concentrações anômalas de metais baseia-se no padrão espacial resultante desta interação, o que vem a se configurar nas áreas de risco.

Ademais, é necessário relembrar que per si, a espacialização destas concentrações de metais se configura como um instrumental importante para a vigilância em saúde visto que a

presença de metais nas águas consumidas pode incorrer em uma série de agravos à saúde da população local.

Ainda que alguns metais sejam necessários à manutenção da vida, outros se demonstram perigosos à saúde em caso de teores anômalos, visto que os mesmos não apresentam função essencial aos organismos vivos. Como afirma Ruppenthal (2013):

Os seres vivos necessitam de pequenas quantidades de alguns desses metais, incluindo cobalto, cobre, manganês, molibdênio, vanádio, estrôncio e zinco para a realização de funções vitais no organismo. Porém níveis excessivos desses elementos podem ser extremamente tóxicos. Outros metais pesados como o mercúrio, chumbo e cádmio não possuem nenhuma função dentro dos organismos e a sua acumulação pode provocar graves doenças (RUPPENTHAL, 2013, p. 36)

Assim, pode-se identificar algumas áreas de risco oriundas da espacialização dos teores anômalos encontrados nas amostras analisadas e, portanto, o mapa de distribuição espacial dos teores também serve à identificação destas áreas de risco para metais pesados, o que permite o suporte às atividades de gestão do meio físico (LICHT, 2001).

Do total de 16 elementos analisados, 3 (três) **não** foram detectados pelo Espectômetro de Emissão Atômica por Microondas (MP-AES), mesmo em ppm (mg/L), o **zinco** (Zn), **sódio** (Na) e **cádmio** (Cd).

Dentre aqueles que apresentaram teores acima do limite de detecção do equipamento e considerando os valores para os dois períodos analisados (seco – agosto/2016 e cheio fevereiro/2017) tem-se o **alumínio** (Al), com variação de 0,00064 a 0,0073 ppm; o **bário** (Ba) com variação de 0,003 a 0,020 ppm; o **cobalto** (Co) com variação de 0 a 0,009 ppm; o **ferro** (Fe) com variação de 0 a 28,90 ppm; o **silício** (Si) com variação de 11,08 a 24,31 ppm; o **cálcio** (Ca) com variação de 0 a 11,46 ppm; o **estrôncio** (Sr) com variação de 0,035 a 0,053 ppm; o **cobre** (Cu) com variação de 0,0004 a 0,0017 ppm; o **níquel** (Ni) com variação de 0 a 0,0006; o **manganês** (Mn) com variação de 0 a 0,014 ppm; o **chumbo** (Pb) com variação de 0 a 0,0069 ppm; o **magnésio** (Mg) com variação de 0,286 a 0,494 ppm; e o **potássio** (K) com variação de 0,887 a 2,717 ppm. Estes dados podem ser visualizados nas tabelas 13 e 14.

Ainda que o foco da análise ocorra em relação aos pontos amostrados no período seco (agosto/2016), cabe ressaltar que, ao se comparar os dois períodos, verificou-se que as concentrações no período cheio foram de fato de concentrações menores, dado que há uma maior diluição de alguns metais devido ao maior volume de água.

Entretanto, também ocorre que alguns dos mesmos, como o ferro (Fe), por exemplo, apareçam com maiores teores dado que os solos, caracteristicamente ferro-magnesianos (latossolos) são predominantes e sofrem maior lixiviação nesta época, aumentando o aporte

deste elemento (Fe) nas águas coletadas. Isso corrobora com a alta suscetibilidade à erosão destes solos que, ademais, estão desprotegidos na maior parte do percursos dos rio Pirapó e Bandeirante do Norte devido à ausência de mata ciliar, substituída pela atividade agrícola e pecuária, em sua maioria.

Comparando-se as concentrações encontradas nas 36 amostras de água com os valores de referencia estabelecidos em resoluções, portarias, decretos e/ou leis nacionais e internacionais, tais como os valores máximos permitidos (VMP), principalmente no que tange o consumo humano. A princípio os valores encontrados em todos os pontos de amostragem não ultrapassaram os valores máximos permitidos pela portaria nº 1.469/00 do Ministério da Saúde, bem como a portaria nº 518/04-MS e a resolução nº 357/05 da CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) (tabela 15).

Como afirmado anteriormente, exceto pelos teores de ferro (Fe) registrados no período cheio (jan./2017) que registraram valores entre 0 e 28,90 ppm (Mg/L), bastante acima do que é preconizado nos documentos (0,3 Mg/L), bem como nas maior parte das amostras do período seco (ago/2016), em função dos fatores levantados anteriormente, os demais metais apresentaram entre seus teores mais elevados valores ainda abaixo valores máximos permitidos (VMP) nas portarias e resoluções destacadas.

Tabela 13. Teores de metais (ppm) nas amostras do período seco (agosto/2016) na bacia hidrográfica do rio Pirapó

amostras	Fe	Si	Ca	Sr	Ba	Cu	Ni	Co	Mn	Pb	Mg	Al	K
A1 (s)	0,365498	18,608337	9,920957	0,045688	0,020948	0,001732	0,000111	0,001963	0,006299	0,000609	0,384567	0,048642	1,218441
A2 (s)	0,789841	21,450706	11,194748	0,053386	0,015253	0,001195	0,000190	0,000000	0,009123	0,002673	0,420368	0,059939	1,633532
A3 (s)	1,520540	19,535997	10,333209	0,047847	0,010630	0,000992	0,000265	0,000000	0,008616	0,003739	0,407938	0,045980	1,493103
A4 (s)	2,677894	18,346873	9,876898	0,046203	0,009353	0,000794	0,000366	0,000000	0,008493	0,005502	0,408677	0,043225	1,547682
A5 (s)	2,866600	17,619605	9,905713	0,045573	0,009508	0,000783	0,000267	0,000000	0,010400	0,006939	0,402902	0,047246	1,400965
A6 (s)	0,063925	24,318566	0,000000	0,053379	0,010999	0,001392	0,000000	0,009005	0,008945	0,000000	0,385468	0,053012	1,274799
A7 (s)	0,000000	23,352214	10,743395	0,049757	0,010177	0,000935	0,000000	0,002938	0,009719	0,000000	0,401802	0,052093	1,278349
A8 (s)	0,524990	19,411383	8,542418	0,042034	0,013204	0,000932	0,000000	0,000000	0,012969	0,001100	0,336101	0,069275	1,589142
A9 (s)	1,537742	17,992947	8,363082	0,041361	0,013536	0,000946	0,000000	0,000000	0,014955	0,003104	0,340944	0,073451	1,625251
A10 (s)	2,034645	15,945010	9,082506	0,040391	0,006731	0,000487	0,000151	0,000000	0,008025	0,005124	0,392847	0,052550	1,020950
A11 (s)	0,000000	20,176678	10,400740	0,047264	0,007006	0,001183	0,000000	0,006631	0,005250	0,000000	0,369591	0,043533	0,914991
A12 (s)	0,000000	18,913975	9,772193	0,044433	0,006577	0,000856	0,000144	0,001143	0,005890	0,000000	0,384935	0,042831	0,955505
A13 (s)	0,000000	20,271909	10,596050	0,048543	0,007089	0,001167	0,000000	0,008243	0,005355	0,000000	0,366018	0,048364	0,887799
A14 (s)	0,000000	21,574039	8,063395	0,047532	0,019143	0,001346	0,000000	0,003297	0,014878	0,000000	0,313812	0,070579	1,948388
A15 (s)	0,000000	20,221323	7,605216	0,044126	0,017093	0,001068	0,000000	0,001191	0,009182	0,000000	0,317278	0,047562	2,036209
A16 (s)	0,000000	12,907850	7,907618	0,038320	0,009581	0,000801	0,000353	0,000000	0,010634	0,001962	0,292104	0,034852	2,717649
A17 (s)	0,000000	12,339319	7,739308	0,036679	0,008889	0,000578	0,000335	0,000000	0,011368	0,003412	0,288459	0,012072	2,600753
A18 (s)	0,657456	11,083180	7,240503	0,035124	0,008518	0,000590	0,000318	0,000000	0,010130	0,004118	0,286714	0,011061	2,618558

Tabela 14. Teores de metais (ppm) nas amostras do período cheio (fevereiro/2017) na bacia hidrográfica do rio Pirapó

amostras	Fe	Si	Ca	Sr	Ba	Cu	Ni	Co	Mn	Pb	Mg	Al	K
A1	28,900391	19,961248	11,013242	0,046434	0,004561	0,000735	0,000410	0,003146	0,000101	0,000000	0,457243	0,010430	0,985474
A2	28,140424	20,211560	11,023386	0,046712	0,004453	0,000775	0,000443	0,002740	0,000000	0,000000	0,438273	0,015117	0,947387
A3	26,317209	19,178321	9,960428	0,042718	0,003709	0,000716	0,000427	0,004836	0,000000	0,000000	0,425146	0,006859	0,957527
A4	26,522840	19,749417	10,663885	0,045284	0,004318	0,000783	0,000418	0,004131	0,000000	0,000000	0,426226	0,002662	0,909593
A5	26,843959	18,762651	8,302909	0,038385	0,003368	0,000719	0,000487	0,003000	0,000000	0,000000	0,471315	0,001622	1,483735
A6	27,032801	21,484321	11,465492	0,049858	0,005338	0,000724	0,000438	0,003730	0,000000	0,000000	0,494698	0,002185	1,479146
A7	18,693781	21,451902	11,030959	0,049972	0,006648	0,000783	0,000477	0,003242	0,000000	0,000000	0,444742	0,002546	1,419393
A8	0,000000	20,424990	10,200299	0,047450	0,007835	0,000767	0,000548	0,002589	0,000000	0,000222	0,428050	0,000645	1,537351
A9	0,000000	18,593914	8,869807	0,042125	0,008461	0,000733	0,000531	0,003628	0,000000	0,000000	0,362478	0,002941	1,631479
A10	0,000000	19,325231	9,030924	0,042910	0,009178	0,000845	0,000595	0,003465	0,000000	0,000000	0,358730	0,002923	1,647248
A11	0,000000	19,600205	8,123326	0,041430	0,011699	0,000777	0,000574	0,003301	0,000000	0,000000	0,344199	0,020302	1,953636
A12	0,000000	18,485868	8,049337	0,041897	0,011778	0,000760	0,000456	0,002760	0,000000	0,000000	0,343000	0,009799	1,871910
A13	0,000000	19,332243	8,016940	0,041524	0,012014	0,000749	0,000549	0,002507	0,000000	0,000000	0,351089	0,009235	1,925090
A14	0,000000	19,088479	7,578873	0,043039	0,012815	0,000827	0,000515	0,002785	0,000000	0,000000	0,346412	0,000672	2,184359
A15	0,000000	18,470989	7,210647	0,040818	0,011981	0,000758	0,000521	0,002850	0,000000	0,000000	0,340812	0,001601	2,086859
A16	0,000000	18,599356	7,382223	0,041521	0,012297	0,000688	0,000508	0,002650	0,000000	0,000000	0,336988	0,001809	2,113813
A17	0,000000	17,458347	8,740892	0,040969	0,006102	0,000869	0,000542	0,001989	0,000000	0,000000	0,386677	0,001591	2,528781
A18	0,000000	17,715195	9,684264	0,042985	0,005931	0,000920	0,000576	0,001354	0,000134	0,000000	0,420725	0,001050	2,651610

Tabela 15. Valores Máximos Permitidos (VMP) para teores de metais nas águas de abastecimento público segundo portarias e resoluções nacionais.

	portaria 1.469/00-MS	portaria 518/04-MS	resolução 357/05-CONAMA
	vmp (mg/L)	vmp (mg/L)	Classe I - vmp (mg/L)
alumínio	0,2	0,2	0,1
bário	0,7	0,7	0,7
cálcio	-	-	-
chumbo	0,01	0,01	0,01
cobalto	-	-	0,05
cobre	2	2	0,009
estrôncio	-	-	-
ferro	0,3	0,3	0,3
magnésio	-	-	-
manganês	0,1	0,1	0,1
níquel	-	-	0,025
potássio	-	-	-
silício	-	-	-

Fonte: BRASIL, 2000; BRASIL, 2004; BRASIL, 2005. Org. O autor, 2017.

Também é importante se considerar que alguns VMPs necessitam de melhor definição, tendo em vista que as variações de temperaturas regionais podem afetar em maior ou menor consumo de água e produtos, que são os principais veículos dos metais disponíveis no ambiente. Como tem sido verificado preliminarmente para o elemento flúor, cujo o VMP varia de 1,4 – 1,5 ppm, mas que na região de Londrina os cálculos e investigações dentárias apontam um valor máximo de 0,8 ppm para se evitar enfermidades (PINESE et al., 2017).

Ademais, ressalta-se que as correlações foram elaboradas em função dos teores no período seco (maior concentração em meio líquido) e os dados de saúde do ano de 2016, ano em que ocorreram as coletas no período seco (agosto/2016).

Desta forma, torna-se motivo de preocupação verificar estes teores anômalos e, portanto, por meio de método geoestatístico, buscou-se elaborar os mapas que identificam áreas de risco à saúde coletiva, neste caso em específico, em função de teores anômalos de metais nas águas dos rios Pirapó e Bandeirante do Norte. Por meio destas técnicas geoestatísticas, tem-se demonstrado padrões de distribuição indicativos de materiais resultantes ora de processos naturais, tais como ações geológicas, dissolução de metais em rochas matrizes ou solos lixiviados, ora de processos antropogênicos, como contaminação por efluente industrial, lixo doméstico, uso de fertilizantes ou adubos em atividades agrícolas, dentre outros.

Conseqüentemente, para a análise espacial destas variáveis, e este caso em específico, optou-se pelo método de interpolação IDW (Inverse Distance Weighted - Inverso do

Quadrado da Distância), com o intuito de se buscar identificar as áreas de maior probabilidade de risco à saúde coletiva em função dos teores de metais nas águas da bacia hidrográfica do Rio Pirapó. Associando tentativamente estas distribuições espaciais aos dados de óbitos nos municípios desta área, analisando o contexto socioambiental da região e interpolando os dados, para verificar a existência de possíveis correlações entre situação de saúde da população e ambiente.

Assim, os produtos cartográficos elaborados a partir destes critérios podem ser observados na sequência de figuras 34 a 46 (teores), nas quais são demonstradas as distribuições espaciais dos teores de metais nos diferentes pontos de amostragem, especificamente do A1 ao A13, no rio Pirapó, e do A14 ao A18, no rio Bandeirante do Norte.

A partir destes mapas foram levantadas as condições químicas (teores) gerais dos rios Pirapó e Bandeirante do Norte no período seco (ago/2016) para que fossem destacados os pontos de amostragem com maior expressividade no que tange a presença de teores considerados anormais em relação aos demais pontos. Posto desta forma, os pontos de amostragem com maior prevalência em relação aos teores anômalos de metais foram analisados de forma mais detalhada, para que fossem verificadas as condições ambientais e sociais (uso e ocupação do solo) que possivelmente estariam condicionando estas ocorrências, bem como tentou-se verificar a correlação das mesmas com as taxas de mortalidade registradas na região no ano de 2016.

8.2.1. Análise da distribuição espacial dos teores de metais nas águas dos rios Pirapó e Bandeirante do Norte

A partir dos mapas (figura 34 a 46) foram levantadas as condições químicas (teores) gerais dos rios Pirapó e Bandeirante do Norte nos períodos seco (ago/2016) e cheio (jan/2017) para que se fossem destacados os pontos de amostragem com maior expressividade no que tange a presença de teores considerados anormais em relação aos demais pontos. Posto desta forma, os pontos de amostragem com maior predominância em relação aos teores anômalos de metais deverão ser analisados de forma mais detalhada, para que sejam verificadas as condições ambientais e sociais (uso e ocupação do solo) que possivelmente estão condicionando estas ocorrências, bem como tentativamente verificar a correlação das mesmas com as taxas de mortalidade registradas na região no ano de 2016.

Observando-se a distribuição espacial dos teores de **alumínio**(Al)(figura 34) nas amostras coletadas percebe-se duas situações de concentração anômala em relação ao restante

da bacia hidrográfica, no período cheio (fev/2017). No alto curso da bacia hidrográfica, no período cheio, verifica-se que as amostras A1 e A2 apresentam concentrações mais elevadas, bem como ponto A11 (Paranapoema). Comparando-se com o período seco (ago/2016), verifica-se que na porção do baixo curso, entre os municípios de Cruzeiro do Sul, Paranacity, Lobato e Colorado, os teores de alumínio foram mais significativos. Chama a atenção o fato de que no ponto A2, tanto no período seco como no cheio, os valores terem sido relevantes, ainda que no período cheio a concentração tenha alcançado o patamar de 0,020 ppm, e no período seco cerca de 0,054 ppm, o que demonstrou haver certa contigüidade na ocorrência.

No caso do **bário** (Ba) (figura 35), durante o período seco (ago/2016) os pontos A1 (Apucarana), bem como os pontos A14 e A15, ambos no rio Bandeirante do Norte, entre os municípios de Colorado, Lobato e Nossa Senhora das Graças. No período cheio (jan/2017) a quantidade de pontos com teores elevados foi maior, mas estas concentrações foram mais baixas do que no período anterior. De qualquer forma, os pontos A11, A12, A13, A14, A15 formaram um padrão de concentração na porção do baixo curso, acompanhados de uma anomalia no ponto A16, no município de Jaguapitã.

A distribuição dos teores mais elevados de **cálcio** (Ca) (figura 36) no período seco (2016) demonstra que existem duas áreas de concentração destes dados, uma na porção do alto curso, junto aos pontos A2, A3, A4 e A5 e outra na porção do baixo curso, nos pontos A10, A11, A12 e A13, em Jardim Olinda. Uma pequena área de teor anômalo pode ser verificada ao redor do ponto A7. Chama a atenção o fato de que o ponto A6 registrou os menores teores, estando o mesmo entre as duas áreas destacadas. No período cheio (2017) mantém-se um padrão semelhante, porém o ponto A6 figura entre aquele com teores mais elevados enquanto que os pontos A10, A11, A12 e A13 (baixo curso) apresentaram baixos teores, fazendo com que o padrão de distribuição dos teores elevados se concentrasse nas porções de alto e médio curso da bacia hidrográfica.

No caso do **chumbo** (Pb) (figura 37), a distribuição dos teores elevados no período seco se deu nas porções de médio e alto curso, junto aos pontos A2, A3, A4 e A5 (rio Pirapó) e A16, A17 e A18 (rio Bandeirante do Norte). Duas pequenas áreas de anomalia se construíram muito próximas uma da outra na porção do baixo curso, junto aos pontos A9 (Paranacity) e A10 (Paranacity/Colorado). Ressalta-se que na maior parte das porções de médio e baixo curso não foram registrados teores deste elemento nas amostras, tais como A6, A7, A11, A12, A13, A14 e A15, bem como na nascente em Apucarana, ponto A1. No período cheio (2017), ainda que o mapa transpareça haver alguns padrões, na verdade somente o

ponto A8 apresentou leitura, na casa dos 0,000219 ppm, bastante abaixo dos teores menos elevados do período seco.

O **cobalto** (Co) apresentou duas situações distintas na distribuição dos teores, em relação ao período seco (figura 38). Na primeira os pontos A6 e A7 conformaram uma área de anomalia que se estende entre os municípios de Atalaia, Flórida, Ângulo, Mandaguaçu, Maringá e Iguaraçu. Na segunda os pontos A11 e A13 constituem uma zona de anomalia que envolve os municípios de Paranapoema, Itaguajé e Jardim Olinda, na porção do baixo curso. No rio Bandeirante do Norte duas pequenas zonas de anomalia também se constituem junto aos pontos A14 e A15, entre Colorado e Nossa Senhora das Graças, também na porção do baixo curso. Quando comparados estes teores junto aos registrados no período cheio (2017), chama a atenção o fato de que neste último os teores menos elevados (0,00135 ppm) são mais elevados do que os menores teores registrados no período seco (0,0009 ppm), porém o mesmo não se observa no que tange os teores mais elevados, que de fato foram registrados no período seco (2016), cerca de 0,0089 ppm contra 0,00483 ppm no período cheio (2017). Neste último, a concentração dos teores elevados situou-se, principalmente, entre os pontos A3 e A4, entre os municípios de Mandagurá, Sabaudia e Astorga.

Ainda que tenha apresentado teores relativamente baixos se comparados com os outros metais analisados, o **cobre** (Cu) (figura 39) apresentou alguns padrões de distribuição espacial que se concentram ao redor dos pontos A1 (Apucarana), A6 (Maringá), A11 (Paranapoema), A13 (Jardim Olinda), todos no rio Pirapó e, nos pontos A14 (Colorado) e A15 (Lobato/Nossa Senhora das Graças), no rio Bandeirante do Norte. Dentre estes destacam-se o ponto A1, A6 e A14, com os teores mais elevados na área de estudo. Por outro lado, no ano de 2017 (período cheio), as anomalias de teores mais elevados se concentraram ao longo do curso do rio Bandeirante do Norte, principalmente nos pontos A18 (Rolândia) e A17 (Guaraci/Santa Fé). No rio Pirapó somente o ponto A10 apresentou uma anomalia, pouco significativa se comparada às demais.

Quando comparados os dois períodos, verifica-se que no caso do **estrôncio** (Sr) há uma certa contigüidade espacial na distribuição das zonas de anomalia por teores elevados (figura 40). No ano de 2016 os pontos A2, A3, bem como os pontos A6 e A7 configuraram uma zona de anomalia que se estendia de Apucarana a Atalaia, nas porções do alto e médio curso da bacia hidrográfica, acompanhadas de zonas de anomalia menos significativas no baixo curso, junto aos pontos A11 e A13, entre os municípios de Colorado e Jardim Olinda. No período cheio (2017) o padrão espacial desenvolve uma pequena mudança, abrangendo os

pontos A6, A7 e A8, entre Maringá e Lobato. Tanto em um período como no outro as leituras registradas no rio Bandeirante do Norte apresentaram teores pouco elevados.

Dentre todos os metais elencados nesta pesquisa, o **ferro** (Fe) foi dos elementos em que os teores registrados no período cheio (jan/2017) foram mais elevados do que os registrados no período seco (ago/2016), conforme figura 41. Possivelmente isto se deve ao aporte de maior quantidade de minerais de ferro (Fe_2O_3) por meio de piroxênios oriundos dos basaltos da Formação Serra Geral que se situa justamente na zona de anomalia para este elemento, nas porções do alto e médio curso da bacia hidrográfica. A maior erosão dos solos originados destas rochas basálticas perpetuada pela precipitação maior naquela época do ano pode ter auxiliado na conformação desta situação. De qualquer maneira, o padrão de distribuição da anomalia mostra que mesmo no período seco a mesma se concentrava entre os pontos A3, A4 e A5, com pequena participação dos pontos A9 e A10, na baixo curso. No entanto, a grande zona de anomalia foi verificada no trajeto do ponto A1 (nascente) ao ponto A6 (Maringá), porção esta mais acidentada, com rochas basálticas e predominância de nitossolos vermelhos e neossolos litólicos, intemperizados pelo clima Cfa (subtropical úmido mesotérmico) em que predominam precipitações elevadas durante os meses de verão (janeiro e fevereiro), com poucas faixas de mata ciliar para proteger as margens do rio Pirapó do aporte destes minerais de ferro, dado um uso e ocupação de solos predominantemente agropastoris na área em questão.

No que tange a distribuição espacial (figura 42) dos teores anômalos de **magnésio** (Mg) durante o período seco, dado os característicos solos de constituição ferro-magnesianos da porção alta e média da bacia hidrográfica do Pirapó, este elemento apresentou concentração espacial, no período seco (2016), semelhante a do ferro no período cheio (2017). Haja visto, no período cheio o magnésio apresentou apenas uma anomalia ao redor do ponto A6, enquanto que no período seco a anomalia se estendeu do ponto A2 ao ponto A7, mais precisamente na faixa entre os municípios de Apucarana, Araongas, Sabaudia, Mandaguari, Astorga, Maringá, Iguaraçu, Mandaguaçu e Ângulo. Há ocorrências de menor porta ao redor dos pontos A10 (Paranacity/Colorado) e A12 (Jardim Olinda e Itaguajé). Ressalta-se que no rio Bandeirante do Norte as contrações foram baixas, tanto no período seco quanto no cheio.

O **manganês** (Mn) chama a atenção por registrar uma zona de anomalia ao redor dos pontos A9 (Paranacity/Lobato) e A14 (Colorado/Lobato), acompanhadas de uma ramificação em direção ao ponto A8, entre Uniflor e Lobato. Porém, destaca-se ainda mais a distribuição espacial dos teores elevados no período cheio, ainda que estes teores tenham registrados valores bastante baixos se comparados aos do período seco. De qualquer forma evidenciam-se

duas zonas de anomalia no período cheio, junto aos pontos A1 (rio Pirapó) e A18 (rio Bandeirante do Norte), em um padrão totalmente disperso da ano anterior (figura 43)

Quando se observa ao figura 44, acerca da distribuição espacial dos teores de **níquel** (Ni) nas amostras do período seco (ago/2016), verifica-se que as zonas de anomalia por teores elevados concentra-se nas áreas de alto e médio curso da bacia hidrográfica, mais especificamente na porção leste/nordeste, entre os municípios de Mandaguari, Arapongas, Sabaudia, Pitanguerias, Astorga, Jaguapitã, Munhoz de Melo, Santa Fé e Guaraci. Esta faixa se concentra entre os pontos A2, A3 e A5 no rio Pirapó e A16, A17 e A18 no rio Bandeirante do Norte. Tal qual ocorreu com o ferro (Fe), o níquel também apresentou teores mais elevados no ano de 2017, variando entre 0,00041 a 0,00059 ppm, em contraste com o verificado no ano anterior (0 a 0,000036 ppm), produzindo áreas de anomalia dispersas pela bacia hidrográfica, dentre as quais a mais significativa (teores elevados) encontrava-se junto aos pontos A10 e A11, nos municípios de Paranacity, Colorado, Paranapoema e Itaguajé, nem como pequenas áreas representadas pelos pontos A13 (Jardim Olinda) e A18 (Rolândia).

O principal afluente do rio Pirapó, o rio Bandeirante do Norte, apresentou uma grande área de anomalia em seu curso quando observada a distribuição espacial dos teores de **potássio** (K) nas amostras coletadas no período seco, assim como manteve uma contigüidade espacial desta ocorrência nos registros do período chuvoso (cheio) (figura 45).

O fato é que os teores elevados de potássio (K) concentraram ao longo da faixa representada pelos pontos A15, A16, A17 e A18 junto ao rio Bandeirante do Norte, principalmente nos municípios de Nossa Senhora das Graças, Lobato, Santa Fé, Guaraci, Munhoz de Melo, Jaguapitã, Pitangueiras e Rolândia, no período seco. Da mesma forma, o mesmo cenário se configurou no período cheio, havendo um acréscimo na direção norte, junto aos pontos A14 e A11, no rio Pirapó, junto aos municípios de Paranacity, Paranapoema e Colorado. De modo geral, considerando os dois períodos (seco e cheio), os pontos A18 e A17 foram os que apresentaram os teores mais elevados para potássio (K).

O ultimo elemento da lista, o **silício** (Si) apresentou uma distribuição espacial semelhante nos dois períodos analisados (figura 46). No período seco (ago/2016) a anomalia se concentrava entre os pontos A6 e A7, junto aos municípios de Maringá, Iguaraçu, Ângulo e Mandaguaçu, conjuntamente a áreas de menor significância, como aquelas representadas pelos pontos A2 (alto curso), A14 (rio Bandeirante do Norte) e A13 (Jardim Olinda), sendo que o rio Bandeirante do Norte, como um todo, apresentou baixos teores para este elemento (Si).

Chama a atenção o fato de que houve um pequeno aumento na área de anomalia representada pelos pontos A6 e A7 no período cheio, acrescentando-se o ponto A8 (Lobato/Uniflor). Da mesma forma, o rio Bandeirante do Norte manteve em suas amostras as menores taxas registradas.

Figura 34. Distribuição espacial dos teores de Alumínio (Al) nos períodos seco (ago/2016) e cheio (jan/2017).

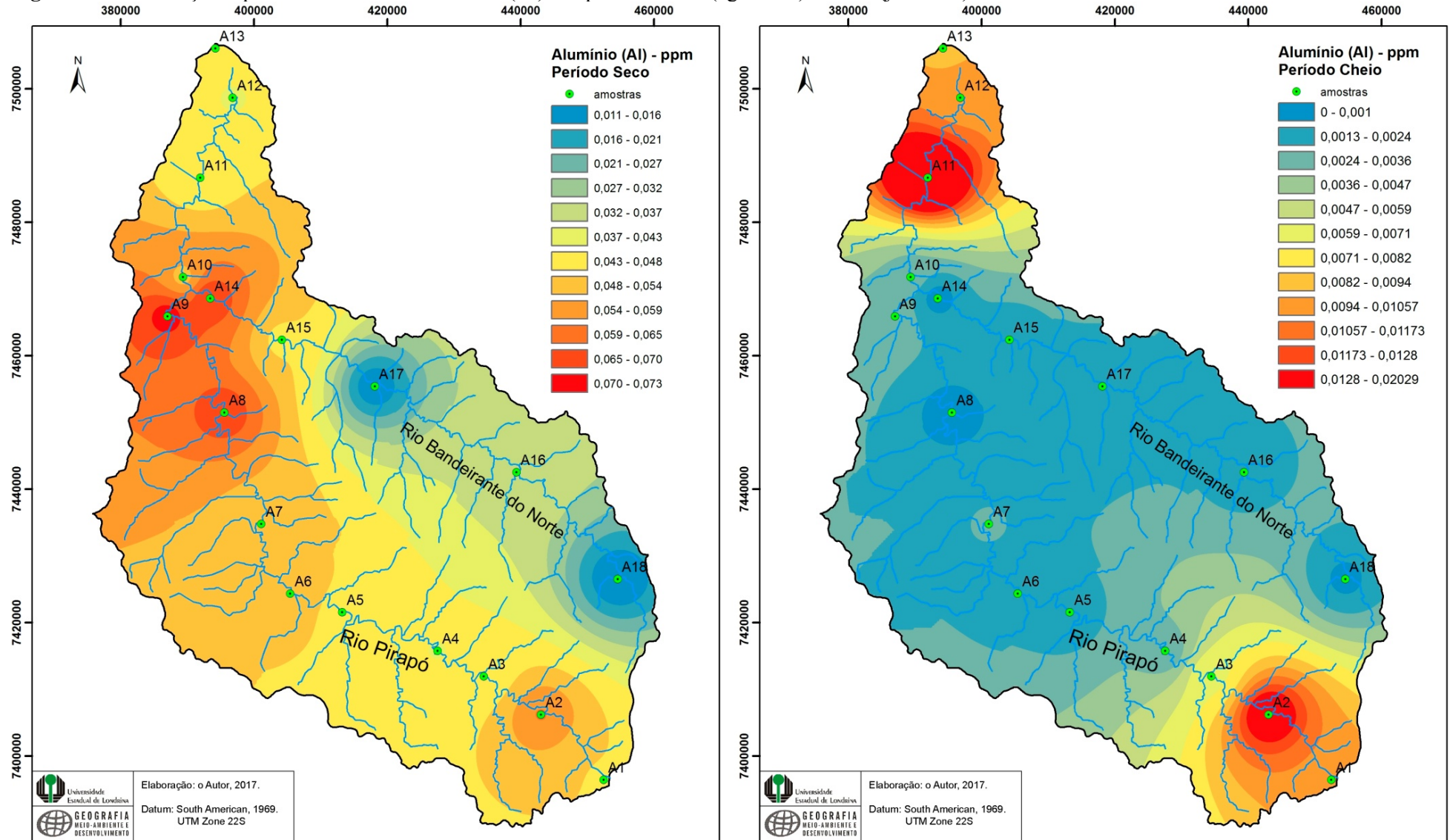


Figura 35. Distribuição espacial dos teores de Bário (Ba) nos períodos seco (ago/2016) e cheio (jan/2017).

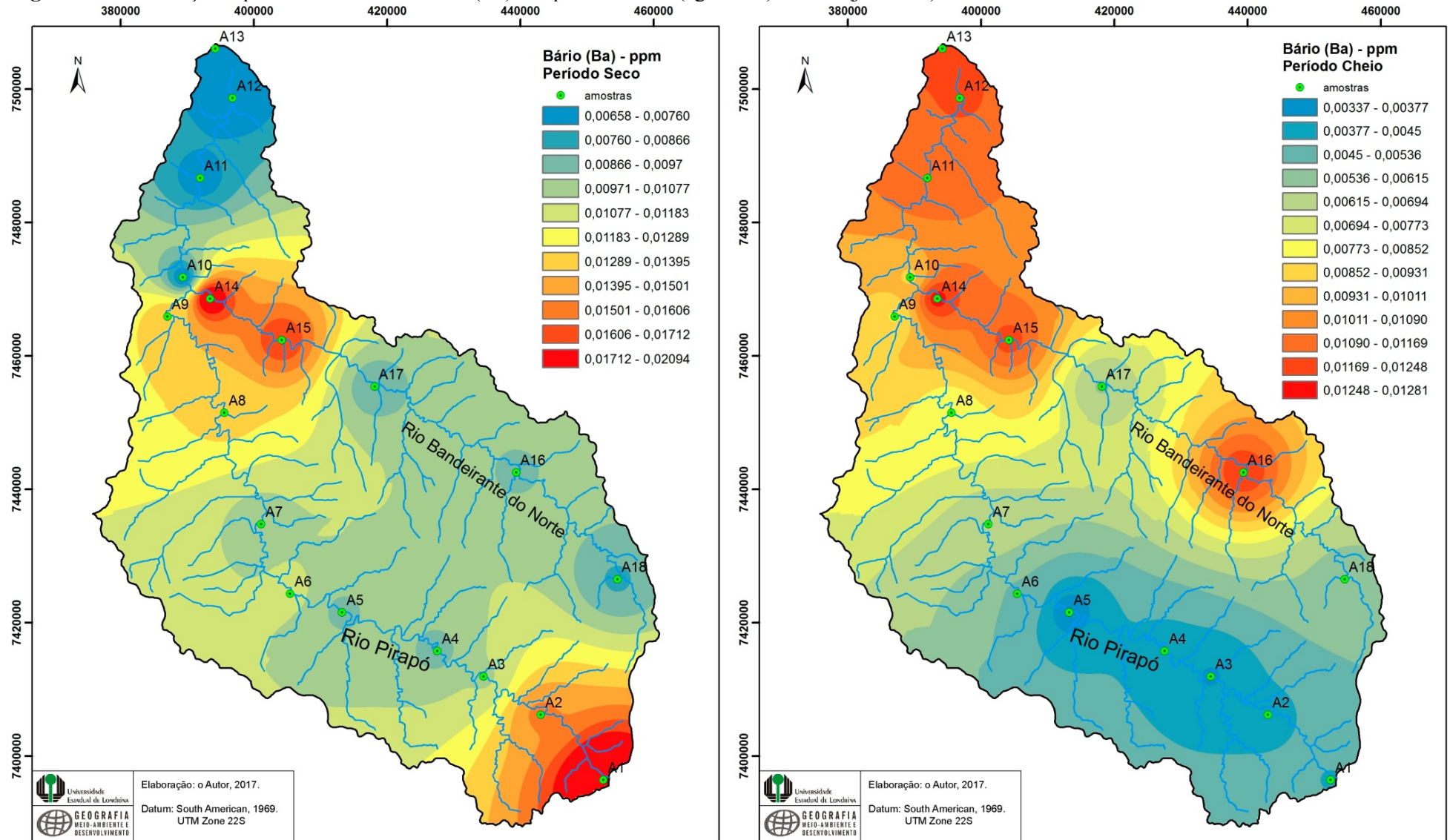


Figura 36. Distribuição espacial dos teores de Cálcio (Ca) nos períodos seco (ago/2016) e cheio (jan/2017).

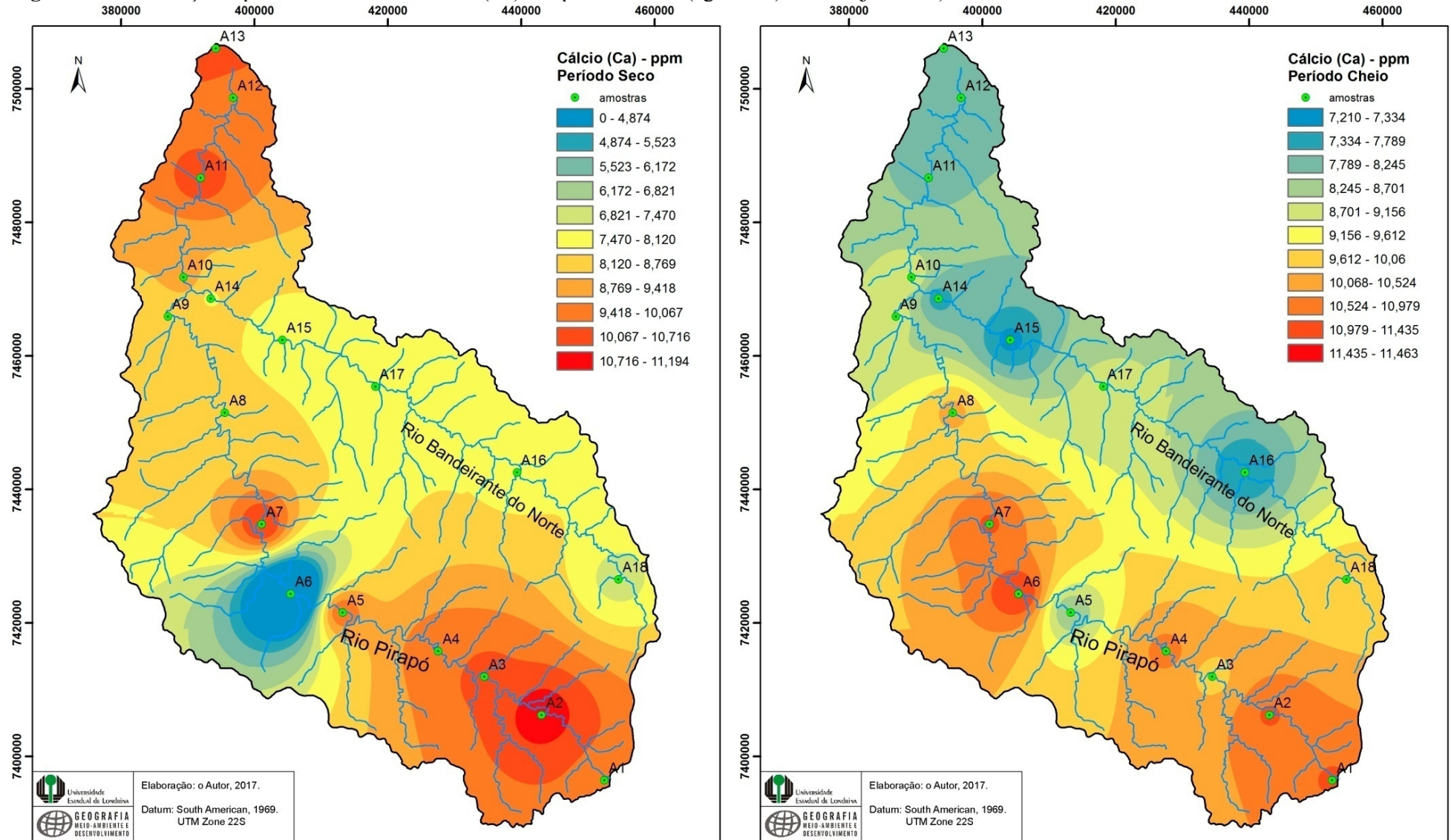


Figura 37. Distribuição espacial dos teores de Chumbo (Pb) nos períodos seco (ago/2016) e cheio (jan/2017).

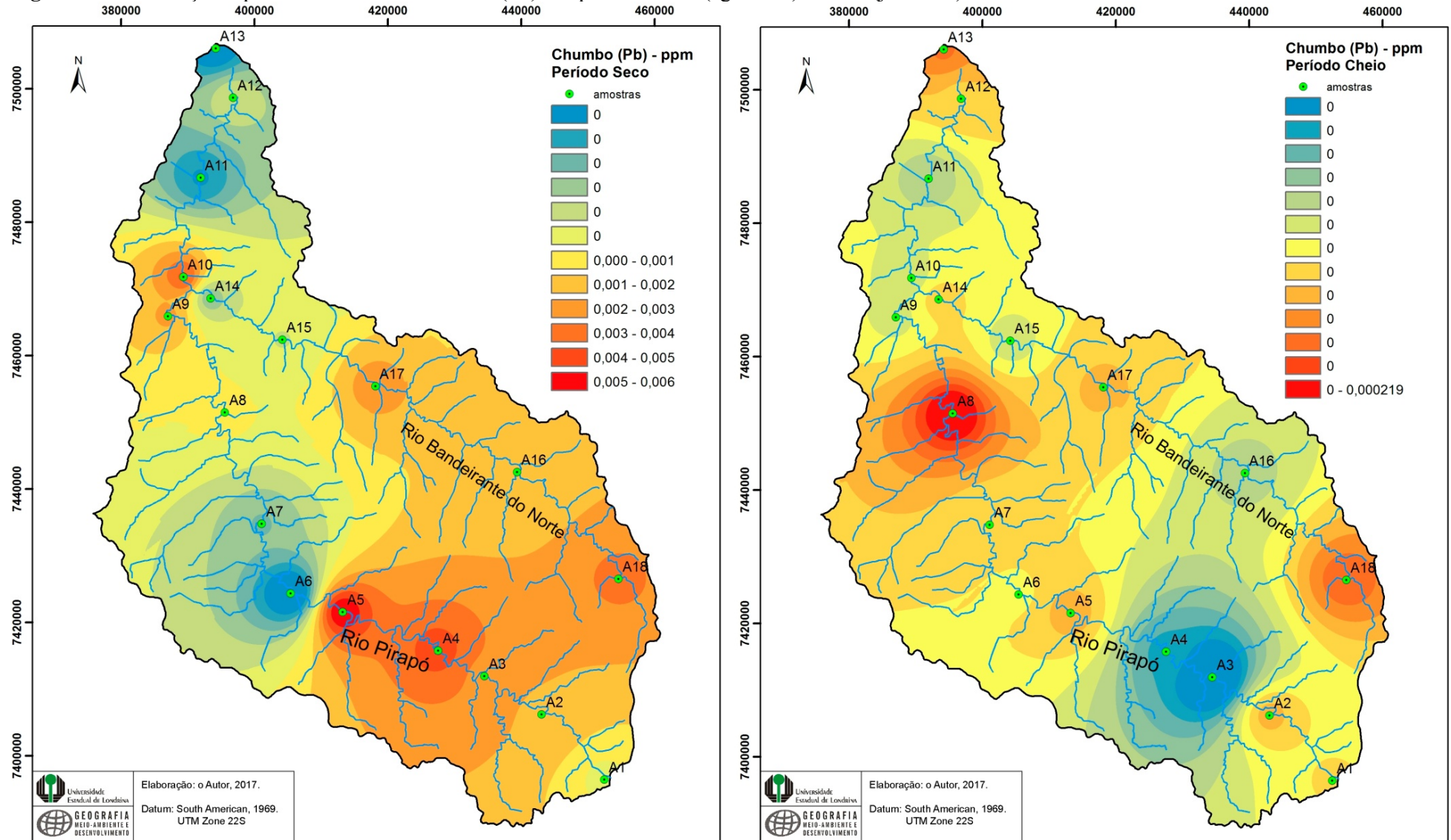


Figura 38. Distribuição espacial dos teores de Cobalto (Co) nos períodos seco (ago/2016) e cheio (jan/2017).

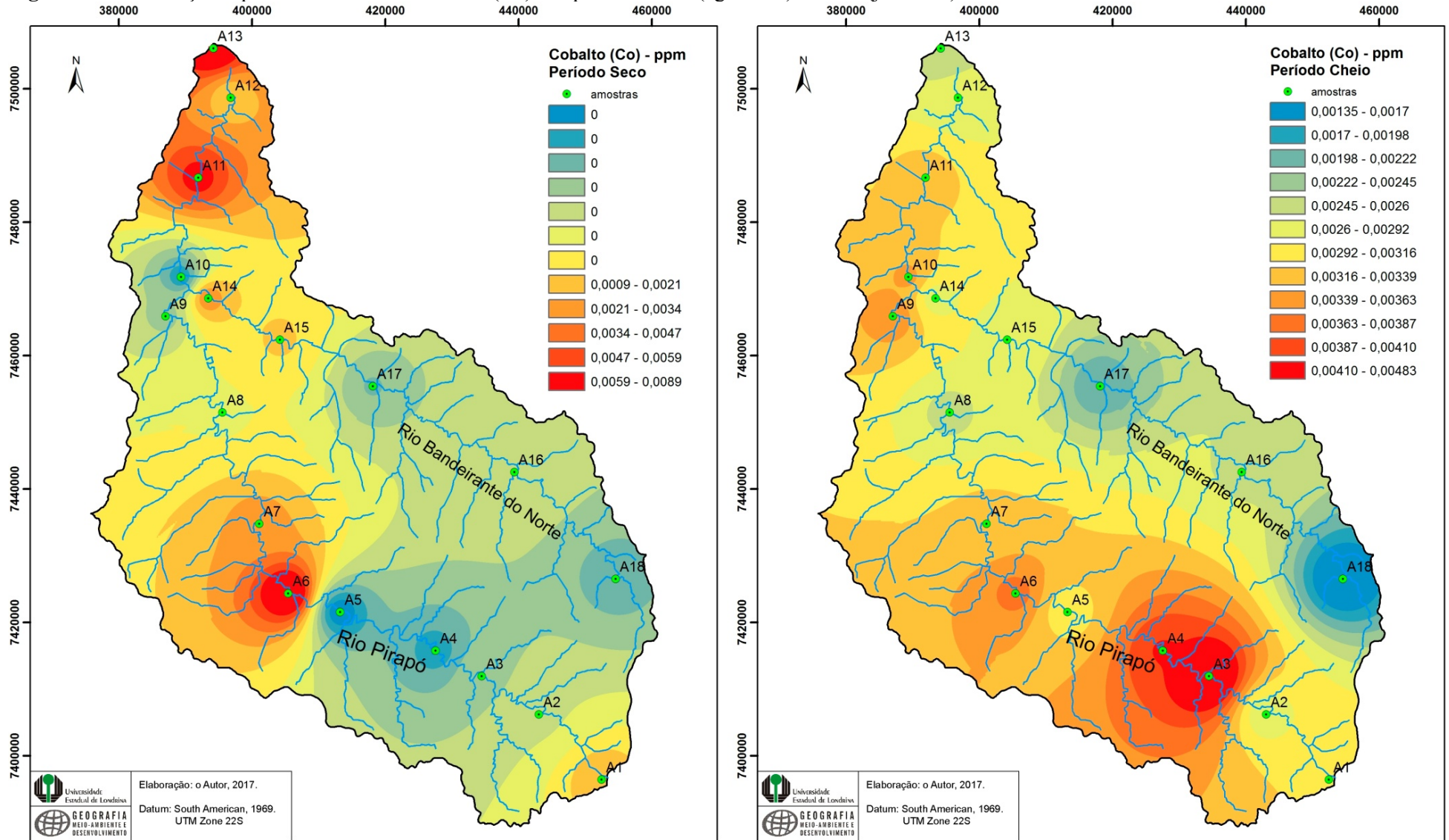


Figura 39. Distribuição espacial dos teores de Cobre (Cu) nos períodos seco (ago/2016) e cheio (jan/2017).

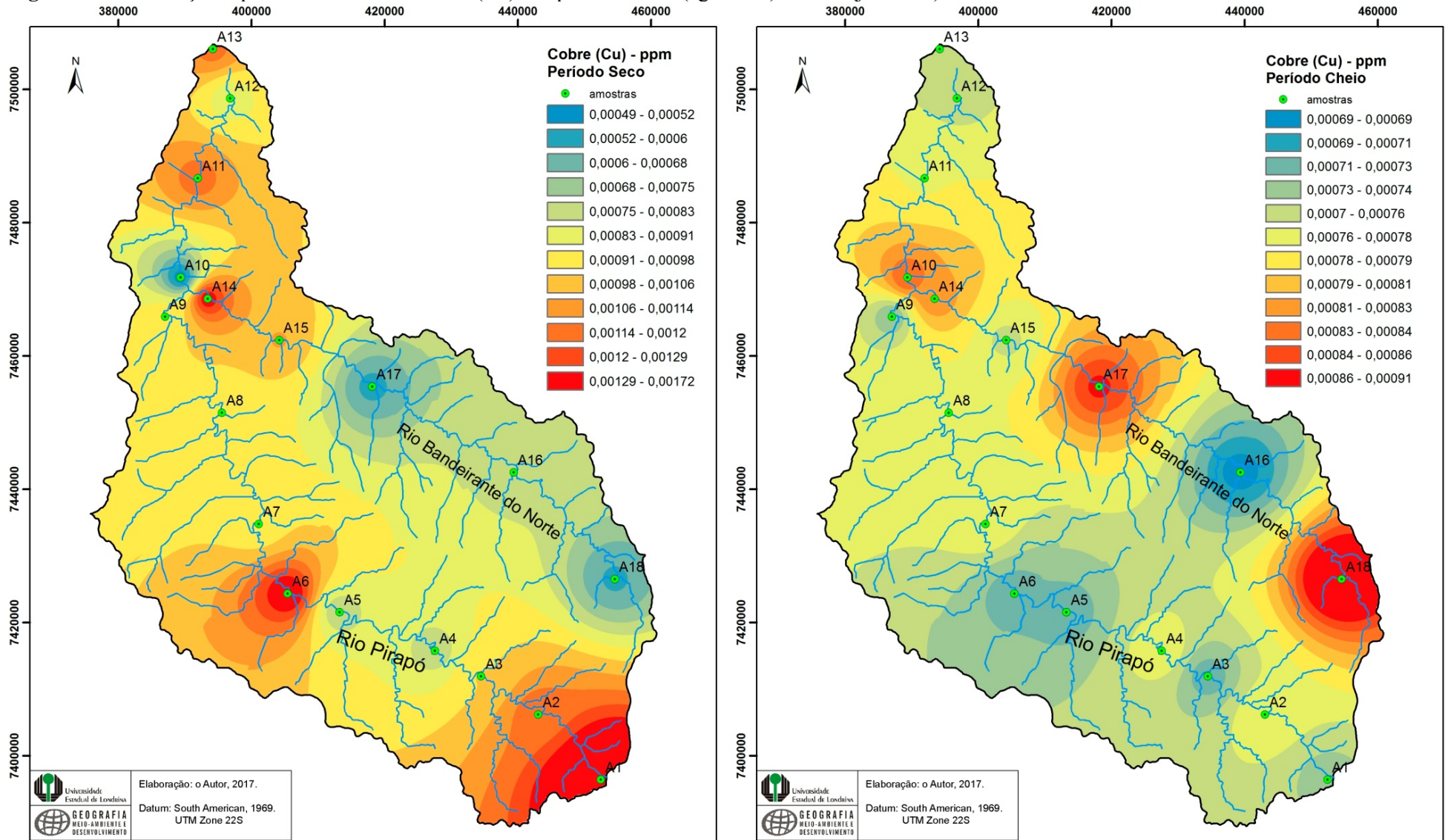


Figura 40. Distribuição espacial dos teores de Estrôncio (Sr) nos períodos seco (ago/2016) e cheio (jan/2017).

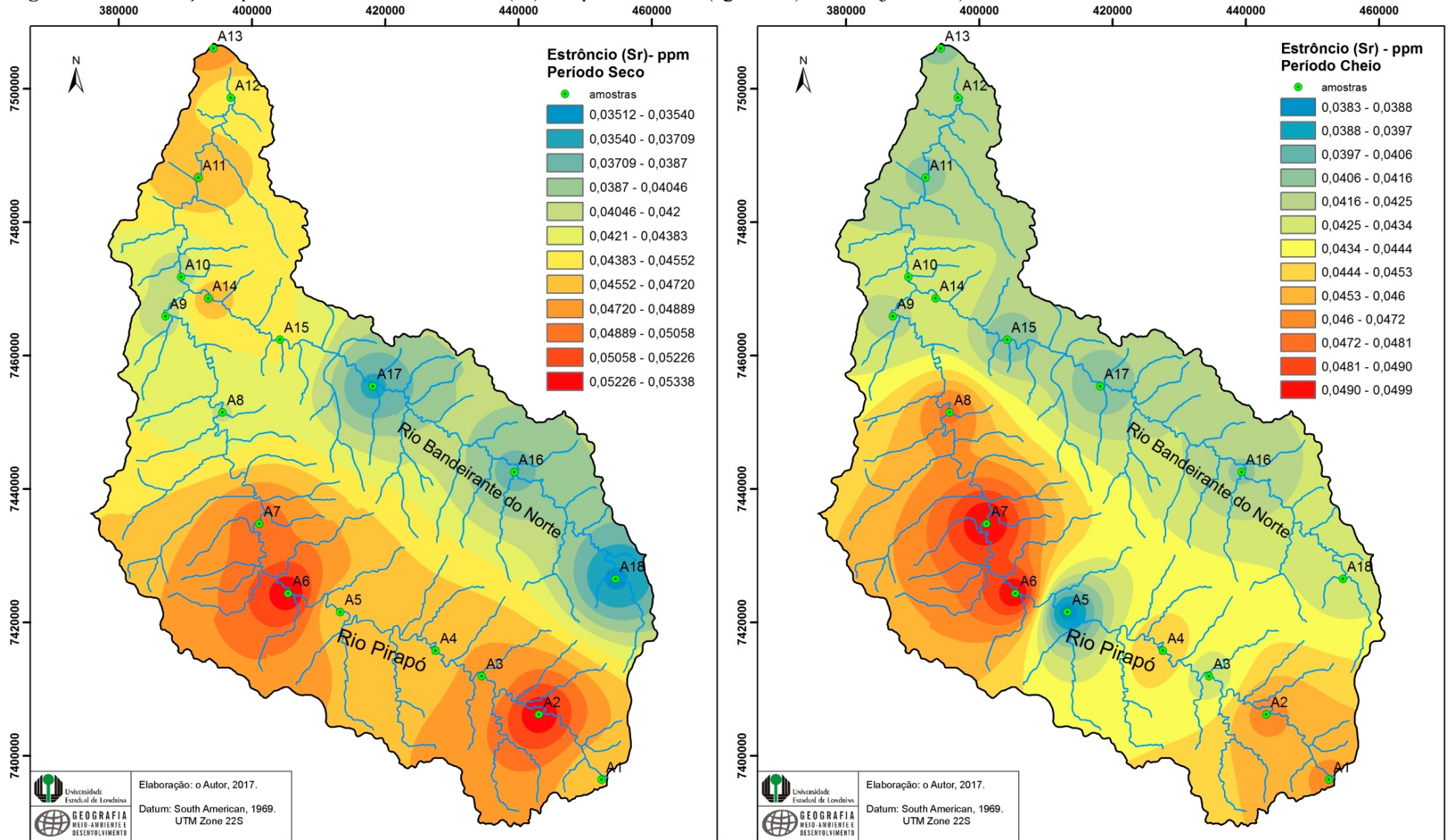


Figura 41. Distribuição espacial dos teores de Ferro (Fe) nos períodos seco (ago/2016) e cheio (jan/2017).

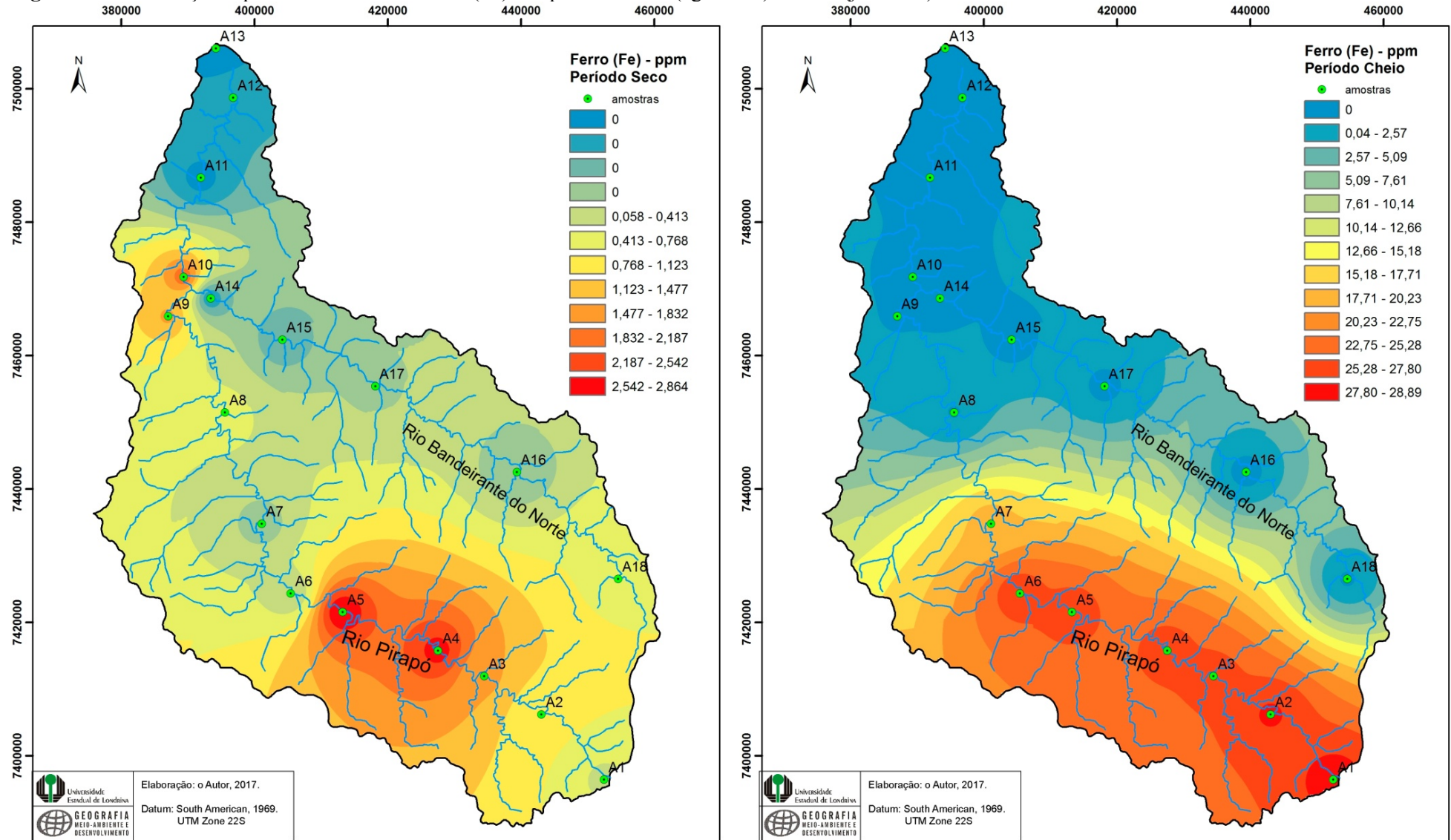


Figura 42. Distribuição espacial dos teores de Magnésio (Mg) nos períodos seco (ago/2016) e cheio (jan/2017).

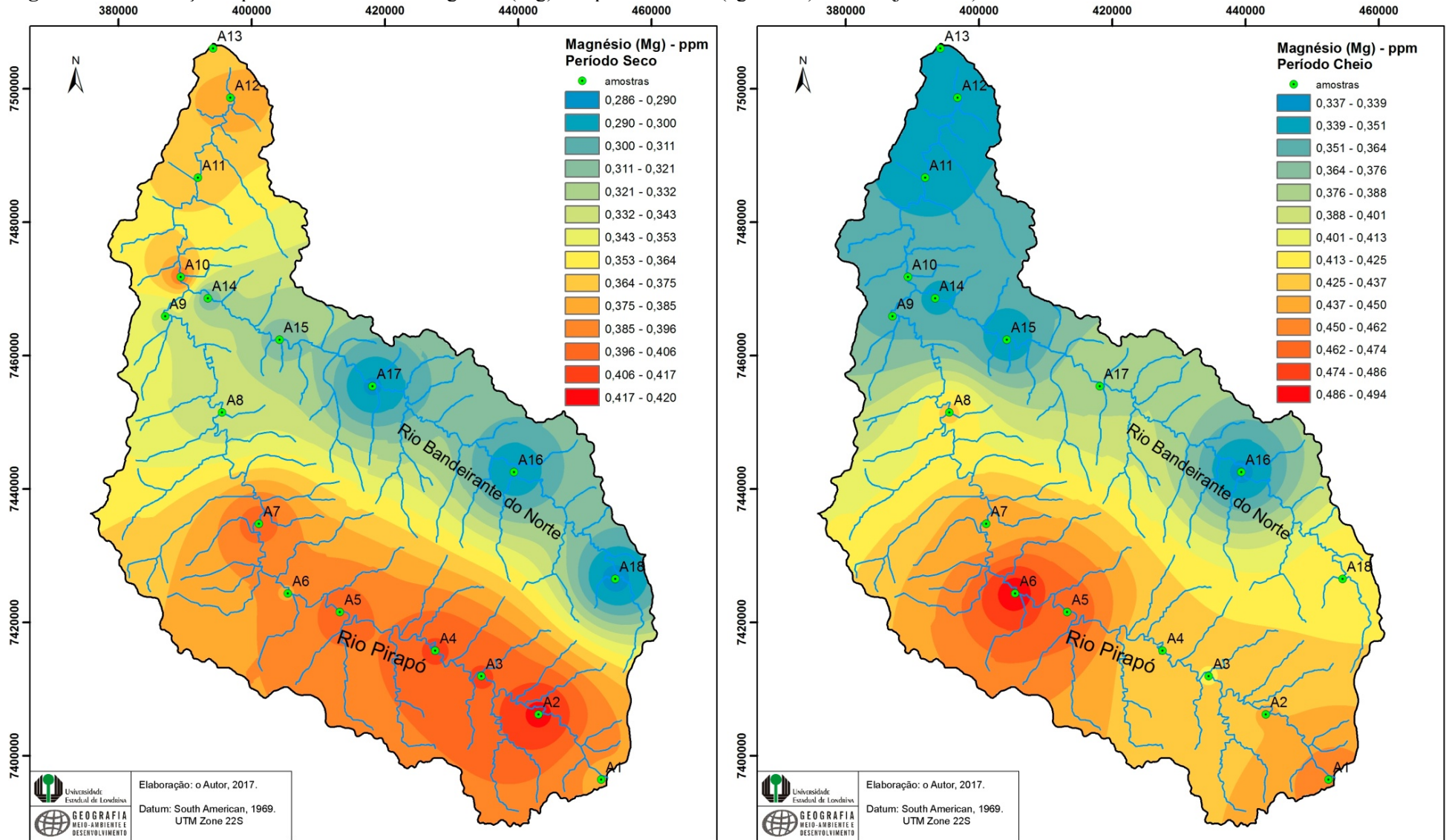


Figura 43. Distribuição espacial dos teores de Manganês (Mn) nos períodos seco (ago/2016) e cheio (jan/2017).

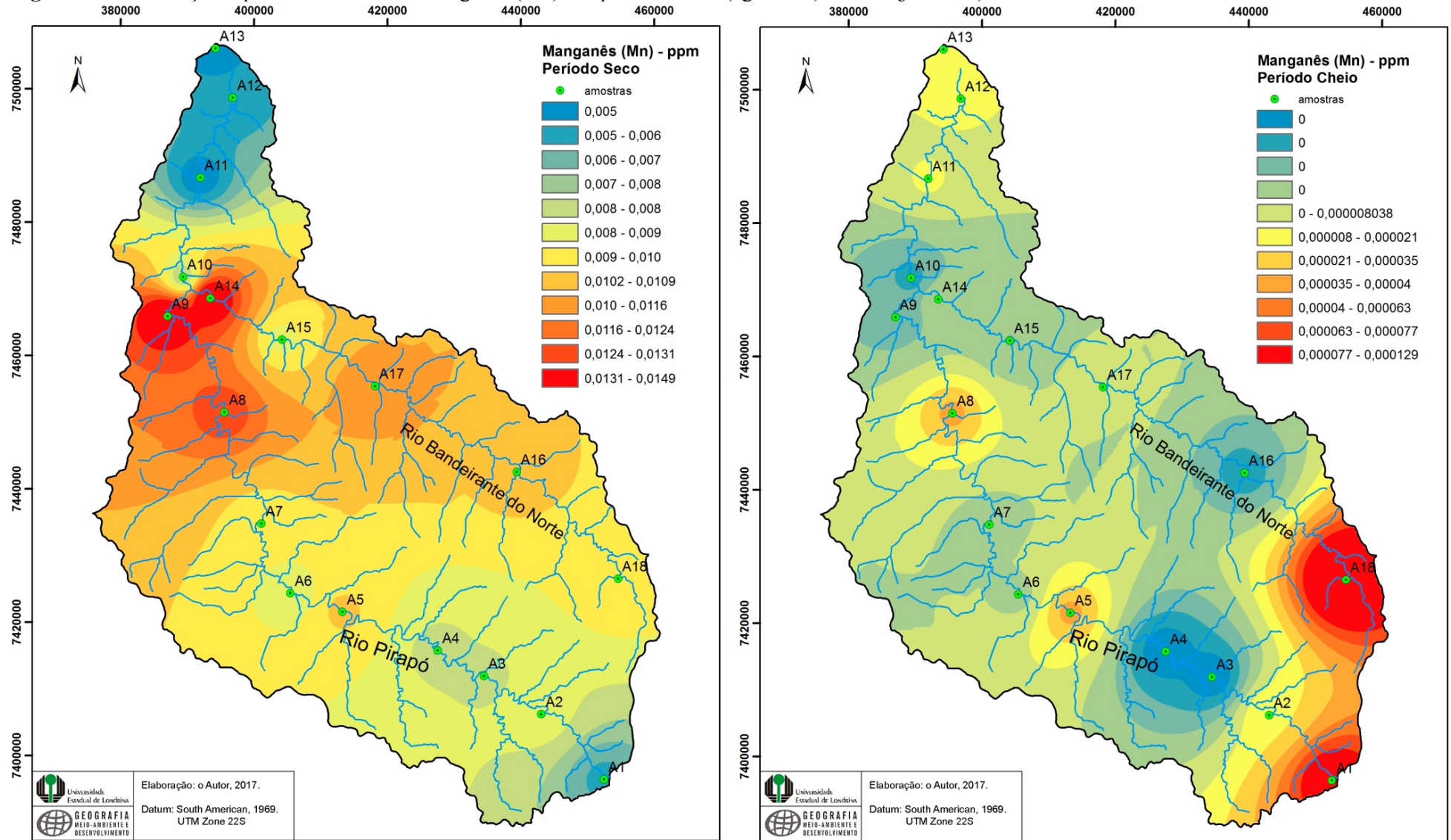


Figura 44. Distribuição espacial dos teores de Níquel (Ni) nos períodos seco (ago/2016) e cheio (jan/2017).

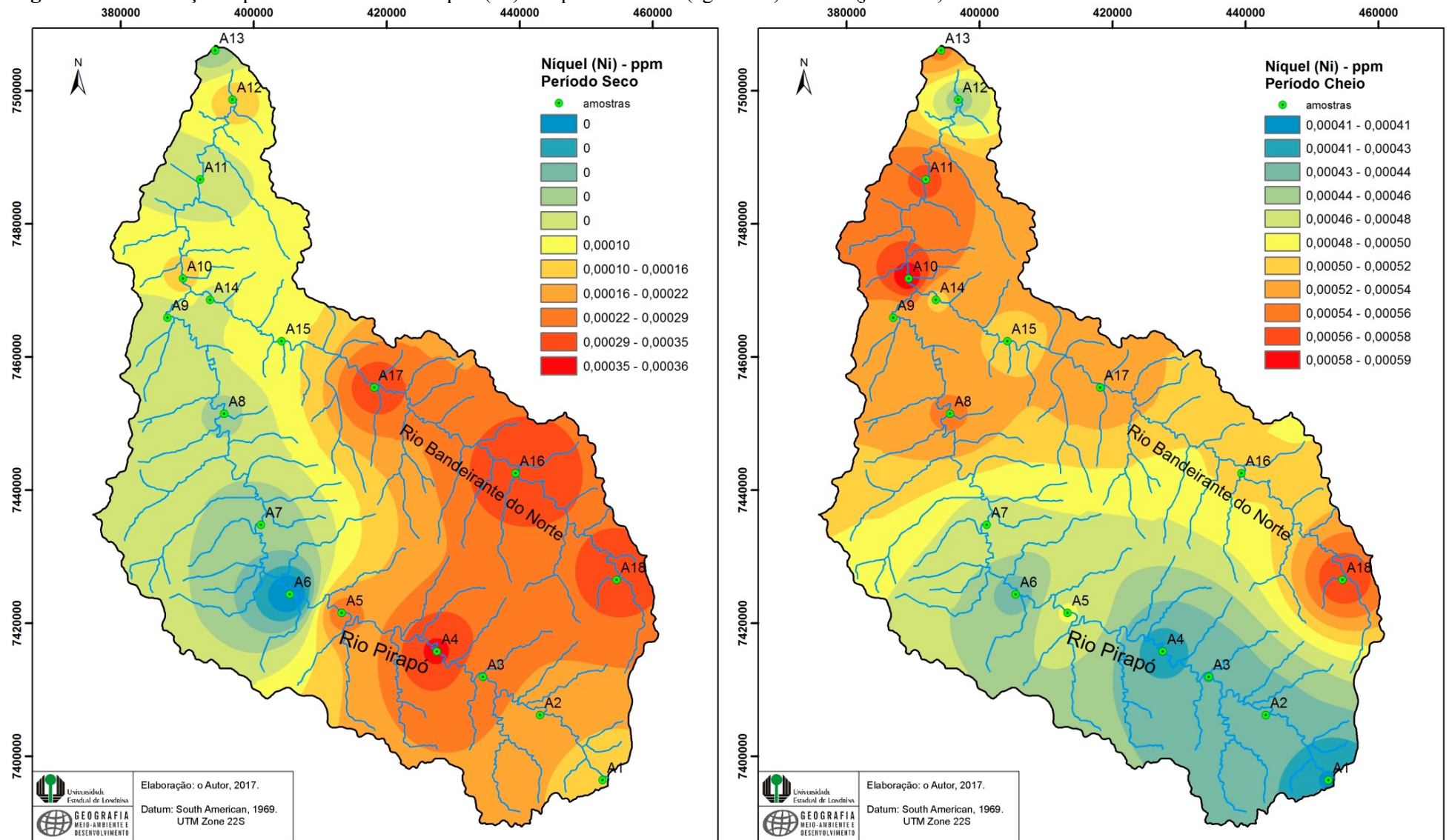


Figura 45. Distribuição espacial dos teores de Potássio (K) nos períodos seco (ago/2016) e cheio (jan/2017).

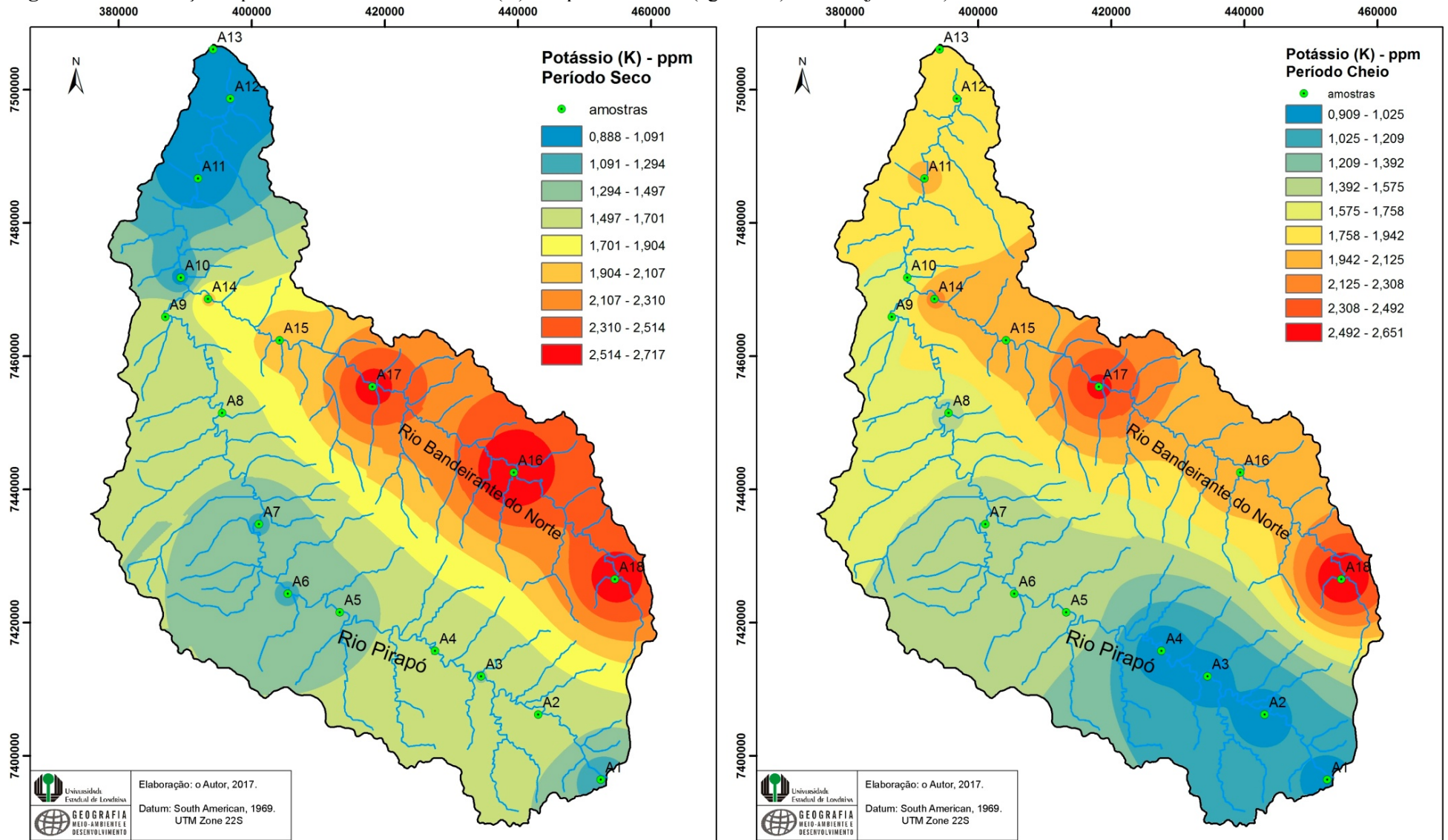
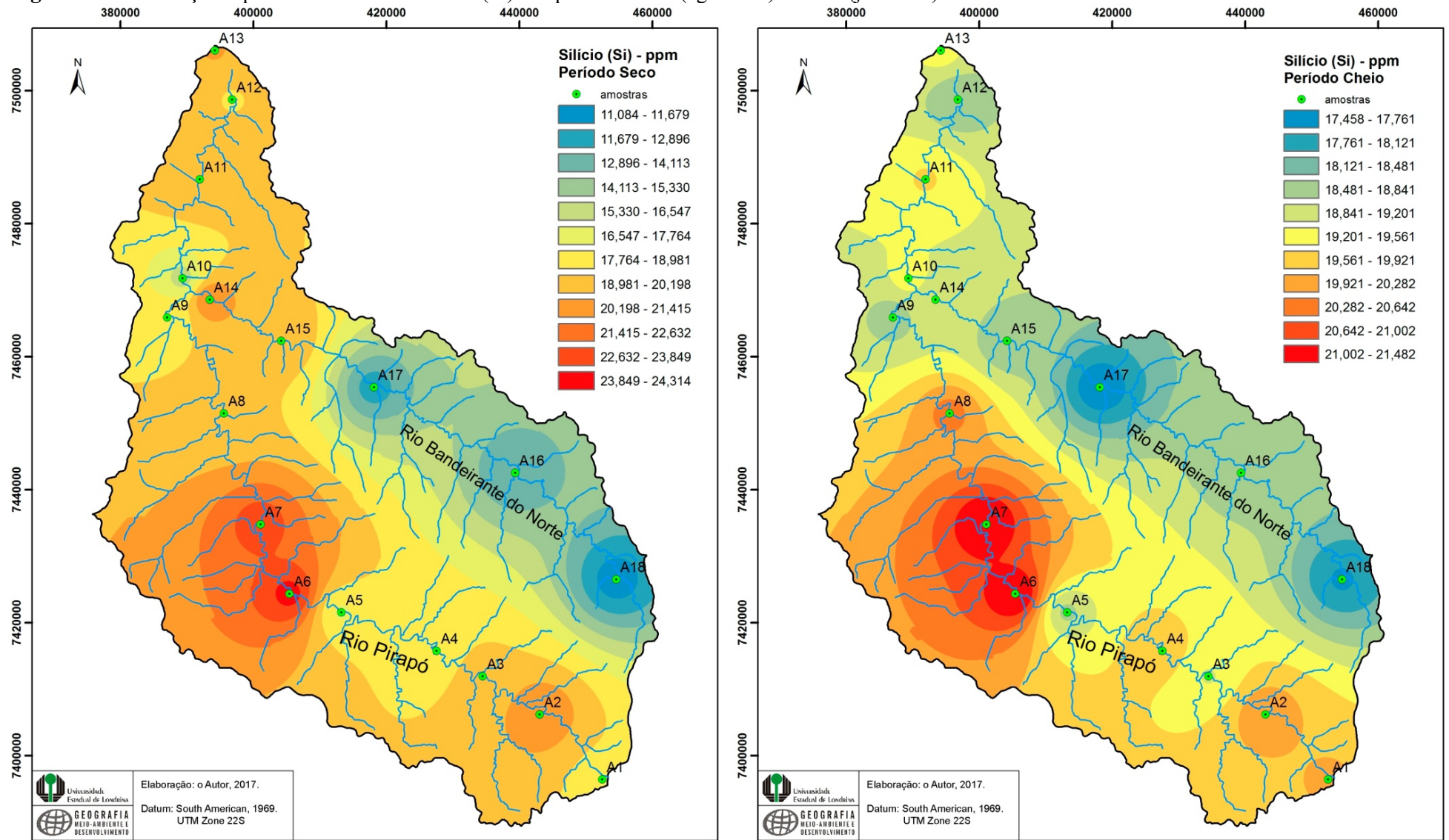


Figura 46. Distribuição espacial dos teores de Silício (Si) nos períodos seco (ago/2016) e cheio (jan/2017).



8.2.2. Considerações sobre as correlações espaciais entre teores anômalos e taxas de mortalidade

Foi possível identificar algumas áreas de risco oriundas da espacialização dos teores anômalos encontrados nas amostras analisadas e, portanto, o mapa de distribuição espacial dos teores também serve à identificação destas áreas de risco, o que permite o suporte às atividades de gestão do meio físico (LICHT, 2001), bem como da questão da saúde coletiva regional, dado que as correlações configuram-se como indícios de agravos à saúde da população em determinadas áreas da bacia hidrográfica. Conseqüentemente, o mapeamento dos teores nas amostras permite a identificação de zonas anômalas e, por fim, de áreas de risco, permitindo outrossim a análise pormenorizada das condicionantes sociais e naturais em que se configuram estas áreas de risco.

Assim, constituindo-se como áreas de risco, resta correlacionar estas zonas de anomalia aos dados de saúde de maneira a se identificar a possibilidade de que a causa dos agravos à saúde representados pelos grupos de causas (Neoplasias, DSN, DAR, DAC, DENM, DAD, DAG, TMC), buscando também analisar os fatores geográficos envolvidos nestas distribuições espaciais e seu papel no surgimento e desenvolvimento de agravos a saúde da população.

A partir da análise espacial da distribuição da áreas de anomalia hidrogeoquímica relacionadas aos teores significativos de alumínio, bário, cálcio, chumbo, cobalto, cobre, estrôncio, ferro, magnésio, manganês, níquel, potássio e silício, verificou-se por fim que alguns pontos de amostragem tiveram maior predomínio nas ocorrências, no período seco da seguinte forma:

- Ponto A1 – Bário e Cobre
- Ponto A2 – Cálcio, Estrôncio e Magnésio
- Ponto A4 – Níquel
- Ponto A5 – Ferro e Chumbo
- Ponto A6 – Silício e Cobalto
- Ponto A9 – Manganês e Alumínio
- Ponto A16 (rio Bandeirante do Norte) - Potássio

As considerações acerca das possíveis correlações entre estas anomalias e as taxas de mortalidade, buscando interpretar as condições socioambientais nas quais estas relações estão

contextualizadas, promovendo assim uma análise sistêmica das condições em que as anomalias hidrogeoquímicas (suas causas naturais e/ou antrópicas) se desenvolvem em meio ao contexto da bacia hidrográfica do rio Pirapó bem como as mesmas podem ser relacionadas à distribuição espacial dos agravos à saúde.

Como afirmado por Pascalicchio (2002), os metais podem ser encontrados em todos os lugares, diferindo-se de demais substâncias tóxicas por sua perenidade, sendo redistribuídos no ambiente em função de ciclos bioquímicos e geoquímicos, como a chuva, que dissolve minerais presentes em rochas e os carrega para os corpos de água ou outros locais. De qualquer forma, a autora supracitada assevera que a contaminação por metais se dá por meio da atividade industrial ou a partir de fontes naturais. Acrescentam-se ainda outras fontes antrópicas ligadas a atividades agrícolas, como fertilizantes e defensivos agrícolas.

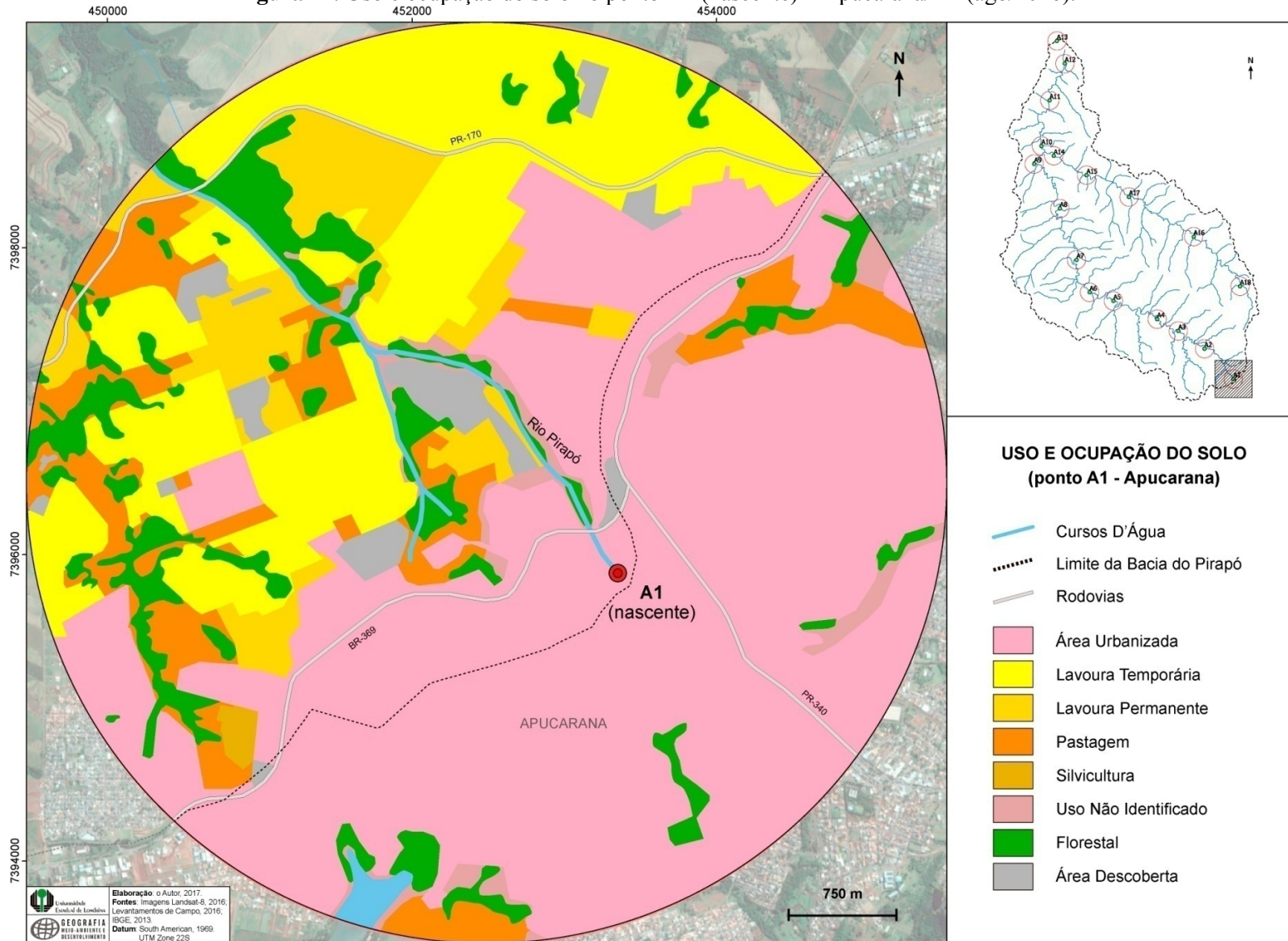
No caso específico da distribuição espacial dos teores de metais nas amostras dos rios Pirapó e Bandeirante do Norte, buscou-se verificar as condições socioambientais evidenciadas pelo uso e ocupação do solo de uma forma geral, em toda a bacia hidrográfica do Pirapó e de forma mais pormenorizada no interior do *buffer* respectivo de cada ponto de amostragem, uma área de 3 km de diâmetro ao redor destes pontos e, mais especificamente daqueles destacados anteriormente.

Em consonância ao método utilizado pelo IBGE (2013), em que dados de sensoriamento remoto (fotografias aéreas e imagens de satélite) podem ser correlacionados com a cobertura da terra (elementos naturais e antrópicos) e usados para mapear o tema (atividades humanas), optou-se por elaborar os mapas de uso e ocupação do solo com base em um sistema de subclasses (nível I e II) que “[...] traduz a cobertura e o uso em uma escala uma escala mais regional”, sendo que nesta escala, o uso de sensores remotos deve ser acompanhado de dados complementares e observações de campo, como as realizadas nesta pesquisa. Desta forma, as classes de uso e ocupação do solo utilizadas nesta pesquisa apresentam-se da seguinte maneira:

- 1 – Áreas Antrópicas Não Agrícolas: área urbanizada;
- 2 – Áreas Antrópicas Agrícolas: cultura temporária, cultura permanente, pastagem, silvicultura, uso não identificado;
- 3 – Áreas de Vegetação Natural: florestal, campestre;
- 4 – Água: corpo d’água continental
- 5 – Outras Áreas: área descoberta

Assim, na tentativa de se realizar uma análise sistêmica dos fatores geográficos que influem nos teores anômalos registrados nos pontos amostrados, durante o período seco, procurou-se elaborar os mapas de uso e ocupação do solo destes locais. Desta forma, seguindo a seqüência de pontos, inicia-se pela análise do *buffer* relacionado ao ponto A1 (nascente), como se observa na figura 47.

Figura 47. Uso e ocupação do solo no ponto A1 (nascente) – Apucarana/PR (ago/2016).



Observando-se o mapa de uso e ocupação do solo no perímetro ao redor do ponto A1, verifica-se que a nascente do rio Pirapó encontra-se em uma área densamente ocupada, no interior do meio urbano do município de Apucarana. A figura 48 demonstra o local em que se localiza a nascente do rio, mais precisamente em um terreno cercado pela prefeitura, em frente a uma UPA (Unidade de Pronto Atendimento) na rua Des. Clotário Portugal, entre as ruas Demétrio S. Moreira e São Paulo, nas proximidades de uma unidade do SESC Apucarana.

Ainda que exista este muro, a entrada é facilitada por um vão junto ao muro do terreno vizinho e, em meio às observações em campo, pode-se perceber que o local é utilizado pela população local, o que promoveu o aparecimento de uma trilha de passagem em meio ao terreno, junto à mata ciliar. Além disso, verificou-se a presença de resíduos tais como sacos e copos plásticos, latas de alumínio, papel, entre outros. Ainda assim, de um modo geral, o aspecto do leito de água corrente é cristalino, sem presença aparente de manchas de óleo, espuma ou qualquer outro material estranho na água (figura 49).

Figura 48. Terreno na rua Des. Clotário Portugal, onde se localiza a nascente do rio Pirapó – Área central de Apucarana/PR.



Fonte: O autor, 2016.

Figura 49. Veio de água do rio Pirapó no local da nascente – Apucarana/PR.



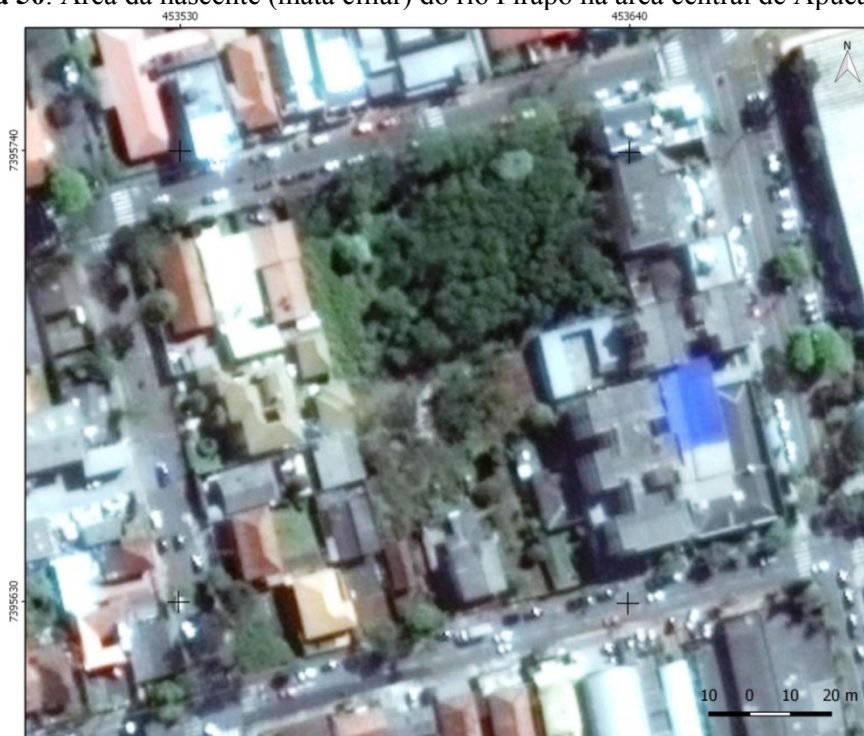
Fonte: O autor, 2016.

Por meio de uma imagem de satélite (figura 50) é possível perceber como a área em que se encontra a nascente é totalmente urbanizada, restando de mata original somente uma pequena porção ao redor da nascente. Parte do rio percorre uma galeria subterrânea, que perpassa cerca de 500 metros até que o mesmo reapareça na superfície, na direção norte, próximo ao bairro Jardim do Sol, ao lado da ferrovia.

Na quadra em que se encontra a nascente também foi possível identificar terrenos vazios, alguns imóveis residenciais (condomínio vertical, casas) bem como estabelecimentos comerciais (padaria, loja de confecção) e estabelecimentos de prestação de serviços (escola, clínica, estação de rádio). Na rua acima da nascente constam residências, uma agência dos Correios bem como dois estabelecimentos comerciais, um de instalação de vidros automotivos e outro de instalação de som automotivo.

Seguindo no sentido noroeste, o rio Pirapó perpassa algumas áreas de lavoura permanente (café, frutíferas) bem como áreas de cultura temporária. No período de coleta (ago/2016) havia nesta última classe plantações de soja e milho, assim como boa parte do solo estava exposto, sendo preparado para outra cultura, como representado nas áreas descobertas (figura 33). Havia poucas remanescentes de mata ciliar nesta área, sendo a mesma mais pronunciada na margem direita do rio Pirapó, já nas proximidades da rodovia PR-170, em uma área de declividade relativamente elevada.

Figura 50. Área da nascente (mata ciliar) do rio Pirapó na área central de Apucarana/PR.



Fonte: GOOGLE EARTH, 2016.

Em meio às observações de campo puderam-se verificar, a cerca de 500 metros a jusante da nascente, um grande estabelecimento frigorífico, na margem direita do rio Pirapó, assim como imóveis residenciais com o terreno na área de mata ciliar e chácaras.

A princípio, não há nas proximidades das margens do rio atividades industriais, quando muito atividades industriais que possam originar os teores anômalos de Bário (Ba) e Cobre (Cu) nas proximidades do ponto A1. Conforme CETESB (2007), as principais fontes de bário são o intemperismo e erosão de fontes naturais que contenham barita ou feldspatos ricos em bário, assim como em função de atividades antrópicas tais como produção de fogos de artifício, pigmentos, vidros, uso de defensivos agrícolas e emprego do mesmo em lamas de perfuração de poços. No caso do cobre, as principais fontes antropogênicas são a mineração, fundição, queima de carvão, produção de ligas e chapas metálicas (em combinação com outros metais) e lançamento de esgoto, ainda que esta fonte seja menos relevante (CETESB, 2007). Não foram observadas atividades como estas ao redor da área em que localiza a nascente.

De qualquer forma, no ponto A1, no que tange os teores para os metais restantes (período seco - 2016), as concentrações foram menos significativas, no caso do alumínio as concentrações variaram de 0,043 a 0,048 ppm, cálcio (9,418 a 10,067 ppm), chumbo (0 a 0,001 ppm), cobalto (0,0009 a 0,0021 ppm), estrôncio (0,045 a 0,047 ppm), ferro (0,058 a

0,413 ppm), magnésio (0,375 a 0,385 ppm), manganês (0,005 ppm), níquel (0,00010 a 0,00016 ppm), potássio (0,888 a 1,091 ppm) e silício (17,764 a 18,981 ppm).

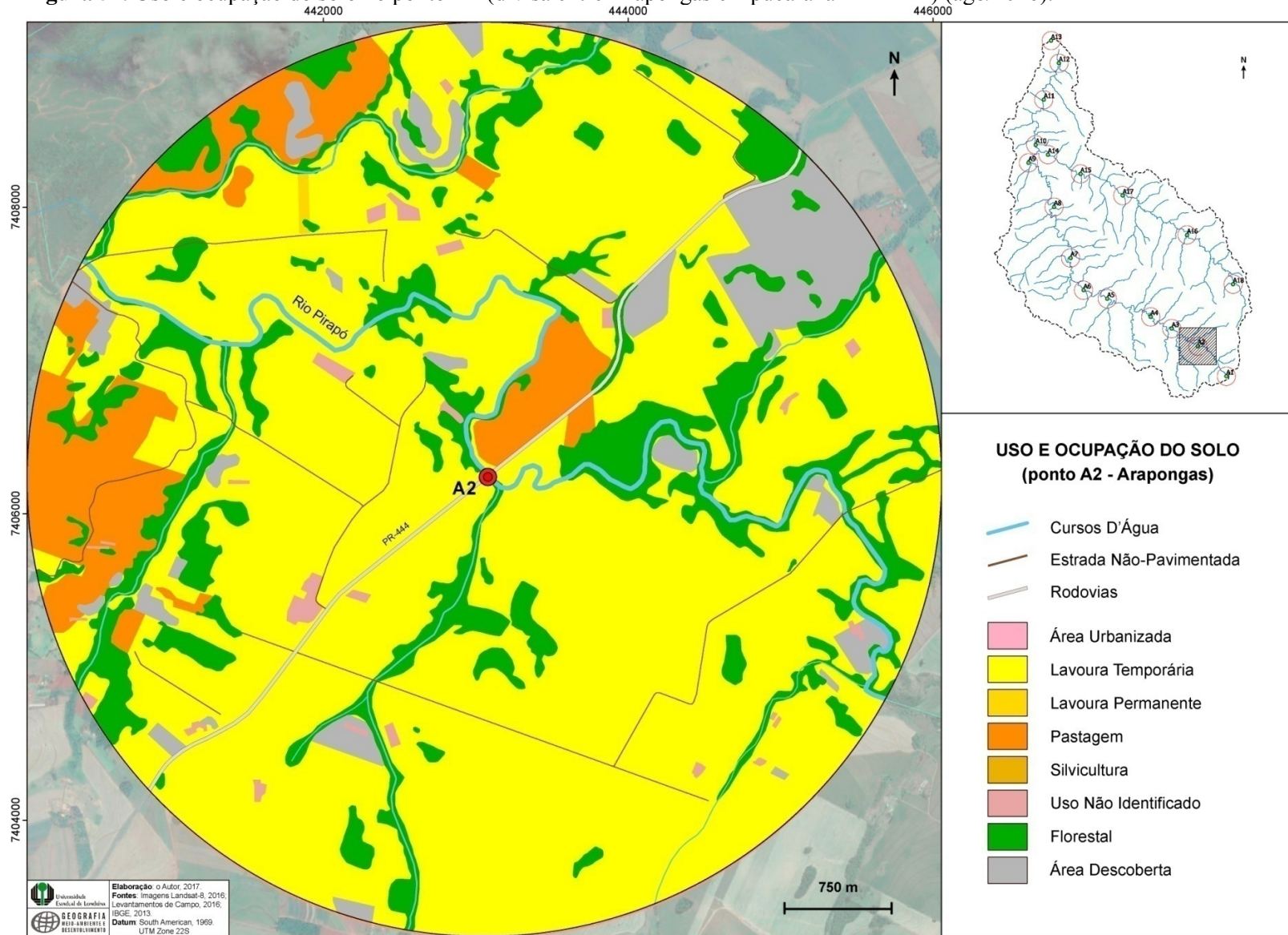
Considerando estes valores e a correlação dos mesmos com óbitos registrados no ano de 2016, tem-se que as doenças do aparelho circulatório (DAC) foram as que registraram as maiores taxas no município de Apucarana, onde se encontra o ponto A1. Porém, os efeitos do bário (Ba) somente se manifestam em grandes quantidades ingeridas e, de qualquer forma, podem causar aumento na pressão sanguínea, mudanças no ritmo cardíaco ou mesmo paralisia e eventualmente pode levar a óbito (Martin e Griswold, 2009). Portanto, a correlação junto as DAC é pouco significativa.

No caso específico do cobre (Cu), que pode ser liberado no ambiente em função de atividades de mineração, fundição e refinamento do cobre, em industriais que produzem produtos como fios de cobre, tubos, chapas, dentre outros. Além de uso agrícola contra doenças nas plantas e tratamentos aplicados em cursos d'água para eliminação de algas, bem como surgir em meio a lixiviação do cobre de tubulações de água (abastecimento público, residencial) mais antigas (MAHURPAWAR, 2015), a correlação é também pouco significativa junto às DAC.

Em termos de efeitos a curto prazo, a intoxicação de cobre pode resultar em problemas gastrointestinais, com sintomas como náuseas, vômitos e dor abdominal e, quando há grande alteração hepática pode resultar em óbito, além disso, quando ocorrem altos níveis de exposição pode-se causar a destruição de glóbulos vermelhos, resultando em possível anemia; de qualquer forma, quando em níveis suficientemente elevados, a exposição crônica ao cobre pode incorrer em dano ao fígados e aos rins, podendo causar a Doença de Wilson, uma desordem (genética) hereditária na qual o cobre se acumula no fígado (MAHURPAWAR, 2015). Assim, a correlação junto às DAC é fraca, bem como junto às neoplasias, DENM, TMC, DSN, DAR, DAG e mesmo as DAD, visto que os problemas gastrointestinais causados pela ingestão excessiva de cobre dificilmente resultam em óbito ao indivíduo.

Na divisa entre os municípios de Arapongas e Apucarana, o ponto **A2** (figura 51), junto à rodovia Hermínio Antonio Pennacchi (PR-444), localiza-se em uma área em que predominam as atividades agrícolas classificadas como lavouras temporárias bem como em termos pedológicos predominam nitossolos vermelhos, possuidores de macroporosidade elevada e boa drenagem sendo, portanto, aptos a atividades agropecuárias (IBGE, 2007). Estes solos podem contribuir sobremaneira com o aporte de minerais de ferro (Fe_2O_3) nas águas devido o fato de que podem ser erodidos em áreas de relevo ondulado, onde o substrato rochoso de basalto contem piroxênios, como é o caso do entorno do ponto A2.

Figura 51. Uso e ocupação do solo no ponto A2 (divisa entre Arapongas e Apucarana – PR-444) (ago/2016).



Observando-se a figura 51 verifica-se que ao longo do curso do rio Pirapó existem pouca ou nenhuma mata ciliar, principalmente no trecho abaixo do ponto de coleta A2. Próximo a este ponto foi constatado que no período de coleta (ago/2016) havia uma grande área de pastagem na margem direita do rio Pirapó. Além disso, chamou a atenção o fato de que os ribeirões afluentes apresentavam mata ciliar mais significativa do que no próprio rio Pirapó.

O problema desta falta de vegetação ciliar incorre no fato de que há maior suscetibilidade para a erosão, somado ao fato de que existem corredeiras nesta porção devido a variabilidade na declividade local, como pode-se observar na figura 52.

Figura 52. Ponto de Amostragem A2 na rodovia PR-444, ao fundo o município de Apucarana. Na foto abaixo se pode perceber a reduzida mata ciliar nas proximidades das margens, exposição do substrato rochoso (basaltos) e a erosão em nitossolo vermelho, comum na área. Ao fundo desta, parte de uma corredeira no curso do rio.



Fonte: O autor, 2016.

Nesta porção é possível perceber que existem mais afluentes que também podem contribuir com o aporte de elementos químicos oriundos de outros locais, no entanto, não havia como verificar cada um dos mesmos, o que fugiria do escopo deste trabalho. No entanto, é um aspecto a se observar no estudo futuro desta bacia hidrográfica.

De qualquer forma, em meio a observação em campo e o reconhecimento das classes de uso e ocupação do solo, verifica-se que a lavoura temporária predomina, mas também se nota algumas áreas de solo exposto, sendo que algumas delas nas proximidades da margem

esquerda do Rio Pirapó, justamente onde deveria existir a mata ciliar, na seção acima do ponto A2.

Cabe ressaltar que no ponto A2 foram registrados teores anômalos para três tipos de metais, o cálcio (Ca), estrôncio (Sr) e o magnésio (Mg). No caso do cálcio, as fontes nesta localidade podem advir da lixiviação de solo para plantio que possa ter passado por processo de calagem, visto que na área predominam nitossolos que, em geral, são moderadamente ácidos. O fato pode ser corroborado com a predominância da cultura da soja entre nas porções de lavoura temporária. É possível que o aporte de cálcio e também do magnésio tenha alguma relação com a necessidade criada pela cultura da soja de que solos ácidos como os da região tivessem de ser corrigidos a partir da adição de cálcio, magnésio, nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, dentre outros.

A presença significativa de teores de cálcio na área de estudo pode estar relacionada também aos basaltos da Formação Serra Geral. Possivelmente, as quantidades de cálcio nesta área estão diretamente relacionadas ao arcabouço químico-mineralógico desta formação, pois, em concordância a Mocellin & Ferreira (2009, p. 575) refletem a remoção do cálcio dos plagioclásios e minerais ferromagnesianos dos basaltos.

Sublinha-se ainda que o cálcio poderia ser resultante do tratamento de esgoto à montante, visto que no mesmo utiliza-se carbonato de cálcio, porém, o tratamento de esgoto mais próximo ocorre na Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Barra Nova, em Apucarana, que libera a água tratada no ribeirão Barra Nova, ao sul da cidade, em outra vertente, contrária ao curso do rio Pirapó. Quando comparados aos dados de saúde, os teores anômalos de cálcio (Ca), estrôncio (Sr) e o magnésio (Mg) apresentam pouca correlação com as doenças do grupo de causas deste trabalho.

No caso do cálcio (Ca), alguns estudos asseveram que doses muito elevadas podem fragilizar os ossos e interferir no metabolismo da vitamina K, assim como provocar alguns problemas pulmonares. Entretanto, devido inexistência de maiores problemas à saúde humana, não se verifica correlação das anomalias aos dados de saúde.

Apesar dos compostos de magnésio não serem normalmente tóxicos, minerais magnesianos como o asbesto, devido sua forma fibrosa, são carcinogênicos (KOLJOLEN et al. apud MINEROPAR, 2005, p.261).

Portanto, as anomalias positivas dos teores de magnésio são passíveis de correlação junto a doenças neoplásicas ou carcinogênicas, obviamente, esta correlação configura-se somente como indício e não como fato concreto, visto que há somente *possibilidade* de que os óbitos por neoplasias possam relacionar-se *diretamente* ao consumo de água subterrânea com

elevado teor de magnésio em sua composição, o que ao mesmo tempo, não descarta a possibilidade de tal ocorrência. Fato é que correlações de tal natureza são voltadas mais à caracterização de áreas de risco do que à comprovação das causas da mortalidade por neoplasias (devido à complexidade dos processos de desenvolvimento de doenças cancerígenas). Há também a possibilidade de correlação com os óbitos por doenças do aparelho digestivo, ainda que dificilmente o excesso de magnésio no organismo possa incorrer na morte por doença deste grupo (ALIEVI, 2012).

Neste sentido, a correlação espacial mais significativa entre os teores anômalos de magnésio e as taxas elevadas de neoplasias ocorre no município de Iguaraçu, que registrou no ano de 2016, as mais altas taxas de mortalidade para este grupo de causas e também esta muito próximo do ponto A5, onde foram obtidos os teores mais elevados de magnésio na área de estudo. Naturalmente, o magnésio tem comportamento geoquímico semelhante ao do cálcio, tanto que em regiões carbonáticas o mineral dolomita é um importante fornecedor de magnésio (SHUQAIR, 2002), tal como ocorre com o cálcio, no entanto, não há rochas carbonáticas na área de estudo.

Para o estrôncio (Sr), ressalta-se ainda que o mesmo tem um papel semelhante ao do cálcio no metabolismo humano, não sendo, portanto, tóxico. No entanto, os isótopos naturais Sr-89 e Sr-90 são extremamente perigosos uma vez ingeridos, pois ocupam o lugar do cálcio na estrutura óssea. Atuam, então, como fonte de radiação interna, podendo danificar a medula óssea e as células do sangue em formação e contribuindo para o aparecimento do câncer. Segundo Berrigan (2003), os efeitos do Estrôncio 90 na saúde humana, como de outros elementos radioativos não se limitam à incidência de câncer, mas em níveis elevados pela exposição correlacionam-se ao aumento da mortalidade infantil por defeitos cardíacos e circulatórios, abortos, mortes neonatais (BERRIGAN, 2003).

Ademais, ressalta-se que em função da impossibilidade de se verificar qual isótopo esta presente nas amostras e, devido a baixa toxicidade do estrôncio, de uma forma geral, a correlação entre as áreas de anomalia e os dados de saúde torna-se inviável. A falta de estudos acerca da toxicidade do estrôncio (excetuando-se os isótopos Sr-89 e Sr-90) para a saúde humana corrobora para tal objeção.

Dentre os pontos de amostragem visitados, o ponto **A4** (figura 53) é o que se encontra na área mais acidentada do relevo encontrado na bacia hidrográfica do Pirapó, com declividades acentuadas, este local encontra-se na porção do alto curso onde o rio Pirapó adquire sinuosidade maior devido ao terreno. Verificou-se em campo que há maior quantidade de corredeiras no curso do rio nesta localidade.

A paisagem de morros que se apresenta é preenchida por zonas consideráveis de vegetação nativa (Floresta Estacional Semidecidual Montana), principalmente na porção norte/noroeste deste *buffer*, à margem direita do rio Pirapó. Porém, ao longo do curso nesta área, as matas ciliares são pouco presentes e foram substituídas por pastagens, que são o tipo de uso e ocupação mais comum nesta localização. Aliás, dentre as áreas ao redor dos pontos elencados, esta configura-se com uma predominância desta atividade na paisagem, principalmente nas zonas de morros, às margens esquerda (principalmente) e direita do rio Pirapó. Devido a isso, a mata ciliar foi retirada em muitos lugares ao longo deste trecho do rio Pirapó, assim como há pouca e esparsa vegetação original na área de pastagem na parcela oeste/sudoeste e sul desta extensão, como se pode constatar na figura 53.

Os paredões de rocha que puderam ser observados em campo são representantes dos basaltos da Formação Serra Geral. Oriundo do intemperismo destas rochas, o solo do tipo neossolo litólico é representativo desta área. Interessante notar que somente na porção do alto curso da bacia hidrográfica há ocorrência significativa deste solo nos municípios de Cambira, Mandaguari (principalmente), Sabáudia e Astorga, bem como pequenas manchas no médio curso, nos municípios de Marialva, Iguaraçu e Astorga.

Caracteristicamente os neossolos litólicos são normalmente associados a afloramentos de rochas, com baixa profundidade e ampla variabilidade de fertilidade e, ainda que associados a rochas basálticas e areníticas, são normalmente arenosos, com presença de fragmentos de rochas e cascalhos. Além de serem associados a relevos ondulados a forte ondulados (SILVA & SILVA, 1985), como é possível verificar na área em questão (figura 54).

Figura 53. Uso e ocupação do solo no ponto A4 (divisa entre Arapongas e Apucarana – PR-444) (ago/2016).

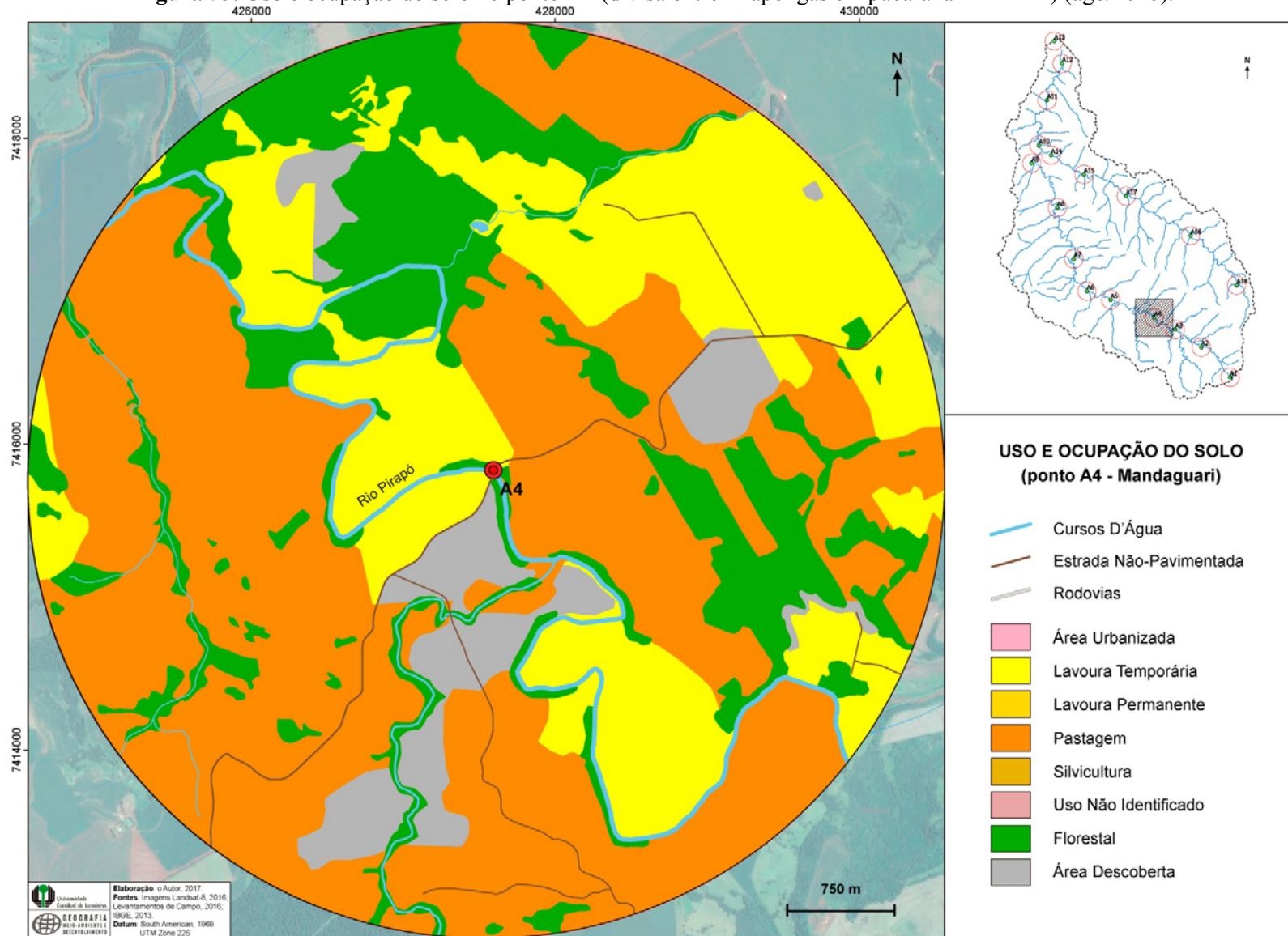


Figura 54. Relevo ondulado nas proximidades do ponto A4 (Madaguari). Nos morros ao fundo (Mandaguari) há pouca cobertura vegetal e intensa ocupação por pastagens, como é possível verificar em primeiro plano também.



Fonte: O autor, 2016.

No que diz respeito ao teor elevado de níquel (Ni) encontrado na amostra A4, cabe ressaltar que o mesmo pode atingir os corpos hídricos por meio da erosão de solos e rochas bem como por meio de lixo municipal e efluentes industriais (CETESB, 2013). Muito utilizado na fabricação de aço inoxidável, também é utilizado para aumentar a produtividade de lavouras, diminuindo a ocorrência de doenças como a ferrugem asiática, comum nas lavouras de soja, também presentes na porção do alto curso da bacia hidrográfica. Estudos específicos podem vir a avaliar a reminiscência deste elemento caso exista comprovação da sua relação com esta prática.

A análise por meio do equipamento utilizado (MP-AES) não permite avaliar se o composto de níquel é do tipo carbonila, que provoca problemas mais agudos e graves quando ingerido em grandes quantidades (dermatoses, rinites, ulcerações, câncer nasal e pulmonar). Porém os níveis de mais elevados de níquel neste ponto podem sugerir uma atenção melhor em relação aos casos de câncer nasal e pulmonar, associados ao grupo de causas das neoplasias, ainda que somente na forma de indicio, como ocorre nas outras correlações entre saúde e teores investigados neste trabalho.

Assim, é possível buscar correlação junto às taxas de mortalidade e internações junto às neoplasias, porém, conforme pode-se verificar na figura 30, a respeito das taxas de

mortalidade para neoplasias no ano de 2016. Os municípios próximos ao ponto A4, como Mandaguari, Sabáudia, Astorga e Marialva não registraram taxas elevadas; mas há certa correlação quando se observa na figura F1 (anexo) acerca das internações, quando percebe-se Sabáudia apresentar taxa elevada para esta situação no ano de 201. Não há outro indício que fortaleça essa relação senão por este fato.

Seguindo em direção ao ponto **A5** (figura 55), na área compreendida pelos municípios de Marialva, Astorga e Maringá, verifica-se uma continuidade de alguns aspectos discutidos no ponto A2, anteriormente. Nesta área começa a ocorrer de forma mais perceptível o aparecimento de aluviões em terraços, ainda que a área seja ainda representativa da geologia dada pela Formação Serra Geral, havendo ainda um predomínio dos nitossolos vermelhos.

Neste ponto a rodovia não pavimentada que serviu de acesso ao ponto A5, é a rodovia PR-454, que interliga as cidades de Astorga e Maringá. No trecho que cobre o raio de 3 km ao redor do ponto A5, pode-se perceber que a maior parte das vias não são pavimentadas, dado o uso agrícola predominante na área. Chama a atenção o fato de que alguns metros a montante, no rio Pirapó, encontra-se a estação de captação da água da SANEPAR que direciona a água do rio Pirapó à cidade de Maringá, distante cerca de 10 quilômetros desta captação, situada em uma área de cobertura florestal circundada por pastagens, como se pode observar na figura 55.

De qualquer forma, verifica-se um predomínio das lavouras temporárias, que na época da coleta (ago/2016) resumiam-se à cultura do milho. Porém chama à atenção a considerável zona de pastagens, principalmente na porção a sudeste desta área, intercalada por locais de solo exposto, havendo ainda remanescentes da mata ciliar (figura 56). Em geral, um pouco mais conservados que se observara no ponto A2, ainda que alguns locais tanto a pastagem como a lavoura de milho estejam a poucos metros das margens do rio Pirapó e seus afluentes próximos.

Neste ponto foram registrados os maiores teores de 2 (dois) metais, o ferro (Fe) e o chumbo (Pb). Primeiramente, no caso exclusivo do ferro (Fe), tem-se que dada sua abundância na crosta terrestre, em função do intemperismo das rochas que compõem a área de drenagem mais à montante desta bacia hidrográfica, é possível que a falta de conservação do solo (falta vegetação ciliar, dentre outros) e a pastagem extensiva contribuam com o aporte deste elemento nas águas do rio Pirapó, destacadamente neste ponto A5. Como afirmado por Franco (2008), “[...] a ausência de conservação do solo e a pastagem extensiva com grande potencial erosivo aceleram a chegada deste elemento nos corpos d’água.”

Figura 55. Uso e ocupação do solo no ponto A5 (divisa entre Araçongas e Apucarana – PR-444) (ago/2016).

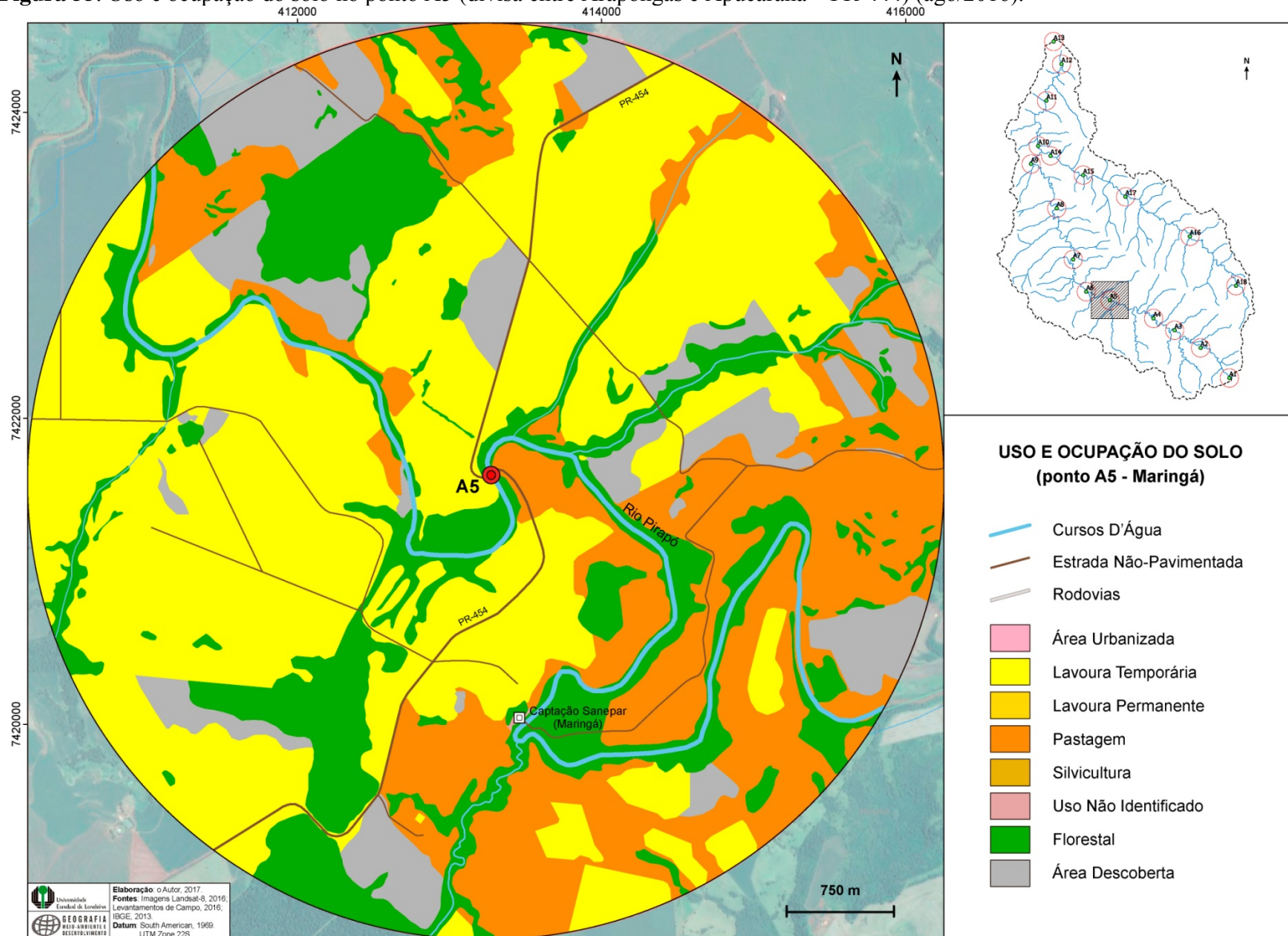


Figura 56. Ponto de Amostragem A5 na rodovia PR-454, entre Maringá e Astorga, trecho com mata ciliar ainda preservada. Podem-se perceber alguns afloramentos das rochas basálticas da Formação Serra geral.



Fonte: O autor, 2016.

Conforme Embrapa (2017), os solos do tipo nitossolos, tal qual os que se encontram nesta área, são solos nos quais os teores de ferro (Fe_2O_3) são bastante elevados, na ordem dos 15%, haja visto que são oriundos do intemperismo de rochas básicas (Formação Serra Geral) ricas em minerais ferromagnesianos. Em termos antrópicos, poderia haver contaminação por MSPFe (Material Sólido Particulado de Ferro) derivado de atividades de mineração (Kuki et al. 2009), porém, não é este o caso na área.

O excesso de ferro (Fe) no organismo pode trazer problemas de saúde enquadrados no grupo das Doenças Endócrinas Nutricionais e Metabólicas (DENM) e, neste caso, não há correlação junto aos teores deste metal devido o fato de que os municípios próximos, como Maringá, Astorga e Marialva apresentaram baixas taxas de mortalidade para este grupo de causas.

No caso do chumbo (Pb), o mesmo tem larga utilização em escala industrial, principalmente em atividades de produção de baterias, munições, tintas, ligas metálicas, cerâmicas, etc. (NRIAGU, 1983), porém, considerando o fato de que há algumas décadas atrás o chumbo atmosférico, devido à queima de gasolina tetraetilada (atualmente banida) tenha aumentado em concentração e que a deposição do mesmo em solos e rios tenha alcançado níveis globais. Abre-se a possibilidade de que plantas que cresceram sobre solo

contaminado, bem como animais que se alimentavam de pastagens em solo contaminado, possam ter se tornado fontes de exposição humana ao chumbo, ainda que em pequenas quantidades.

O teor de chumbo pode denotar a presença do saturnismo entre a população, visto que esta patologia é mais freqüente no caso de envenenamento por chumbo é representada por distúrbios neurológicos muito graves, além de uma grande série de sintomas (CORTECCI, 2006, p. 26). Desta forma, uma correlação pode ser traçada junto às doenças do sistema nervoso (DSN), ainda que bastante vaga pois os municípios próximos ao ponto A5 apresentaram baixas taxas, exceto por Astorga, que mesmo assim não registrou as taxas mais elevadas, mas sim Florida e Jardim Olinda, a jusante da posição deste ponto na bacia hidrográfica.

No ponto de amostragem seguinte, o ponto **A6**, na rodovia não pavimentada (PR-461) que interliga as cidades de Maringá e Ângulo (figura 57) foram encontrados nas amostras coletadas teores elevados de silício (Si) e cobalto (Co). No contexto geológico esta área assenta-se sobre a Formação Serra Geral bem como apresenta algumas porções de aluviões em terraços, com solos do tipo nitossolo vermelho, porém são perceptíveis algumas manchas de solo do tipo latossolo vermelho, principalmente próximo às margens do rio Pirapó.

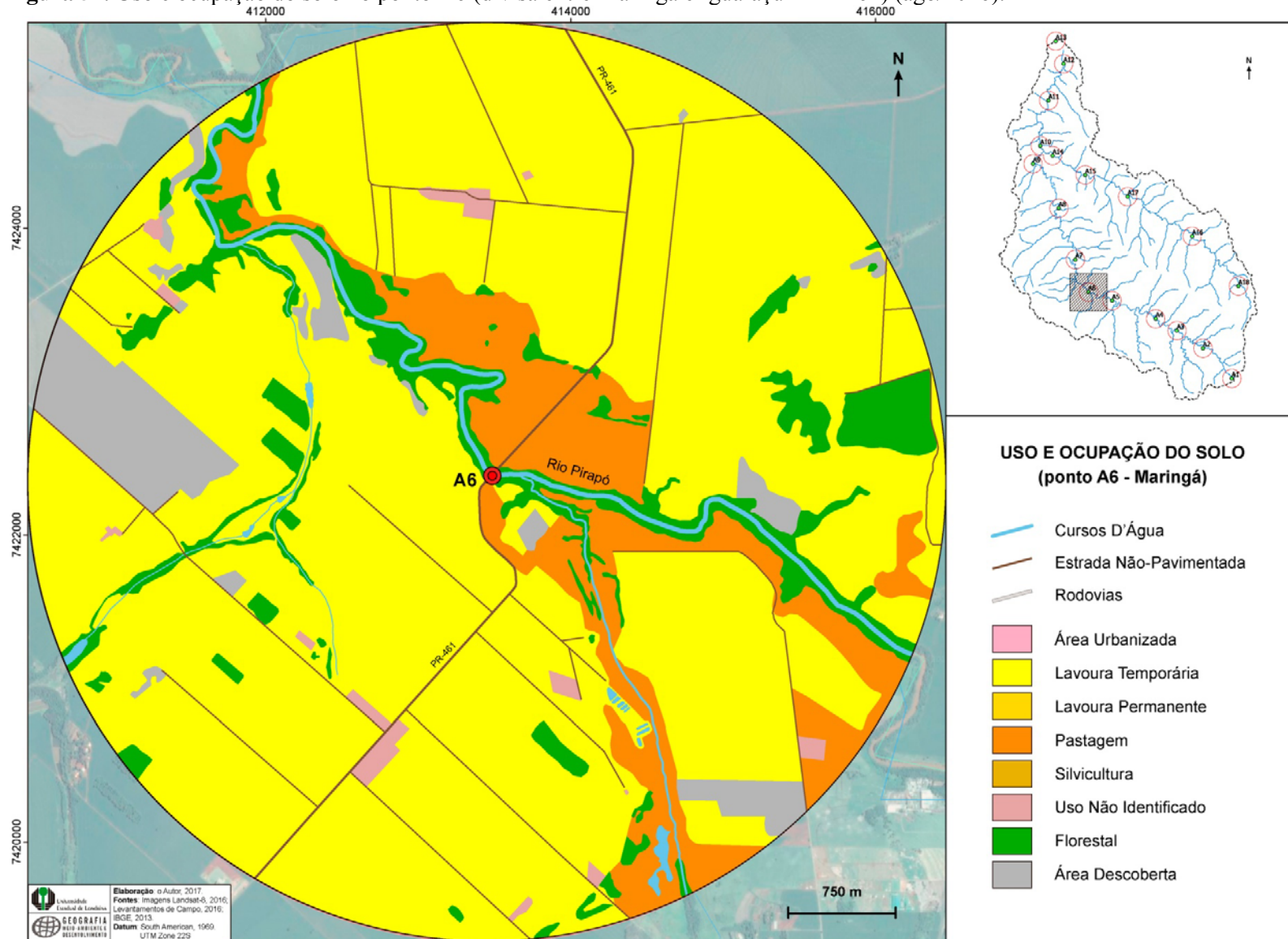
Nesta localização a floresta estacional semidecidual aluvial encontra-se bastante degradada, havendo poucos remanescentes ao longo das margens do rio Pirapó, fato na verdade comum nesta área onde predominam a cultura do milho, na época em que fora realizada a coleta das amostras (agosto de 2016).

Assim, verifica-se que na figura 57 predominam as áreas de cultura temporária, representada na época pela cultura do milho (figura 58), com algumas porções menos significativas em termos espaciais, mas com grande impacto no que tange o ingresso de minerais do solo junto ao rio, no caso as pastagens às margens do rio. Verifica-se que a maior parte delas encontra-se ao redor do rio Pirapó bem como de seu afluente, o ribeirão Maringá, ressaltando que na área de confluência dos mesmos existe uma mancha de latossolo vermelho, bem como são encontrados depósitos inconsolidados de cascalho, areia, silte e argila de origem fluvial (COELHO, 2007).

Torna-se necessário ressaltar que em toda a extensão deste ribeirão existe uma supressão da mata ciliar devido ao desenvolvimento urbano, industrial, pecuário e agrícola, principalmente no que tange a rotação de plantio que ocorre pelo menos duas vezes no ano (milho e soja). Além disso, há comprovada contaminação por esgotos clandestinos e a estação

de tratamento de esgotos (ETE) localiza-se neste ribeirão, liberando resíduos tratados, lodo, espuma, matéria orgânica e carga sedimentar, dentre outros (COELHO, 2007).

Figura 57. Uso e ocupação do solo no ponto A6 (divisa entre Maringá e Iguaraçu – PR-461) (ago/2016).



A distribuição espacial dos teores de silício (Si) e cobalto (Co) no contexto da bacia hidrográfica do Pirapó demonstraram que estes elementos apresentaram valores mais elevados nas amostras do ponto A6. No caso do silício (Si), estes teores relativamente altos de sílica podem estar relacionados aos minerais presentes nas rochas ígneas da Formação Serra Geral, argilas dos solos e que também apresentam quartzo na composição, como uma importante fonte de liberação de silício (SANTOS, 1997). No caso do cobalto (Co), as fontes naturais de emissão do composto para a atmosfera são vulcões e incêndios florestais. As fontes antropogênicas incluem queima de combustíveis fósseis, uso de biossólidos e fertilizantes fosfatados, mineração e fundição de minérios contendo cobalto e processos industriais que utilizam compostos de cobalto (CETESB, 2015), sendo que destes processos industriais, o que mais se utiliza deste elemento é a produção de ligas metálicas.

Figura 58. Proximidade do ponto A6, entre Maringá e Iguaraçu. Destacam-se a cultura do milho, o relevo pouco ondulado e a pequena quantidade de mata ciliar, por onde passa o rio Pirapó, ao fundo da imagem.



Fonte: O autor, 2016.

Em termos de correlação destes metais com as taxas de mortalidade e internação registradas no ano de 2016, há pouca correlação entre silício ou qualquer grupo de causas trabalhado nesta pesquisa. No caso do cobalto as principais fontes de exposição são ocupacionais e dizem respeito a problemas no aparelho respiratório bem como efeitos

gastrointestinais de menor monta (CETESB, 2015). Assim, forçosamente poder-se-ia afirmar que a ingestão de teores anômalos de cobalto na área estudada pudesse promover internações ou óbitos em casos de DAR e DAD, porém não há evidências que corroborem com tal afirmação. Em suma, não há como comprovar as correlações pretendidas entre estes elementos e óbitos ou internações para DAD e DAR, na área específica.

Seguindo pela porção do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Pirapó, o ponto **A9** encontra-se em uma área em que predominam solos do tipo latossolo vermelho e argissolos, inclusive este último tem maior ocorrência na área de *buffer* ao redor do ponto A9 (figura 59). Além disso, esta área é bastante plana se comparada com as demais e a cultura da cana-de-açúcar predomina na paisagem e na dinâmica econômica local, bem como a pecuária, haja visto que mais a jusante o município de Colorado se destaca nesta atividade econômica. Ainda assim, nas proximidades de Paranacity verificou-se em campo que a cultura do café também era significativa ao longo do trecho entre esta cidade e Lobato.

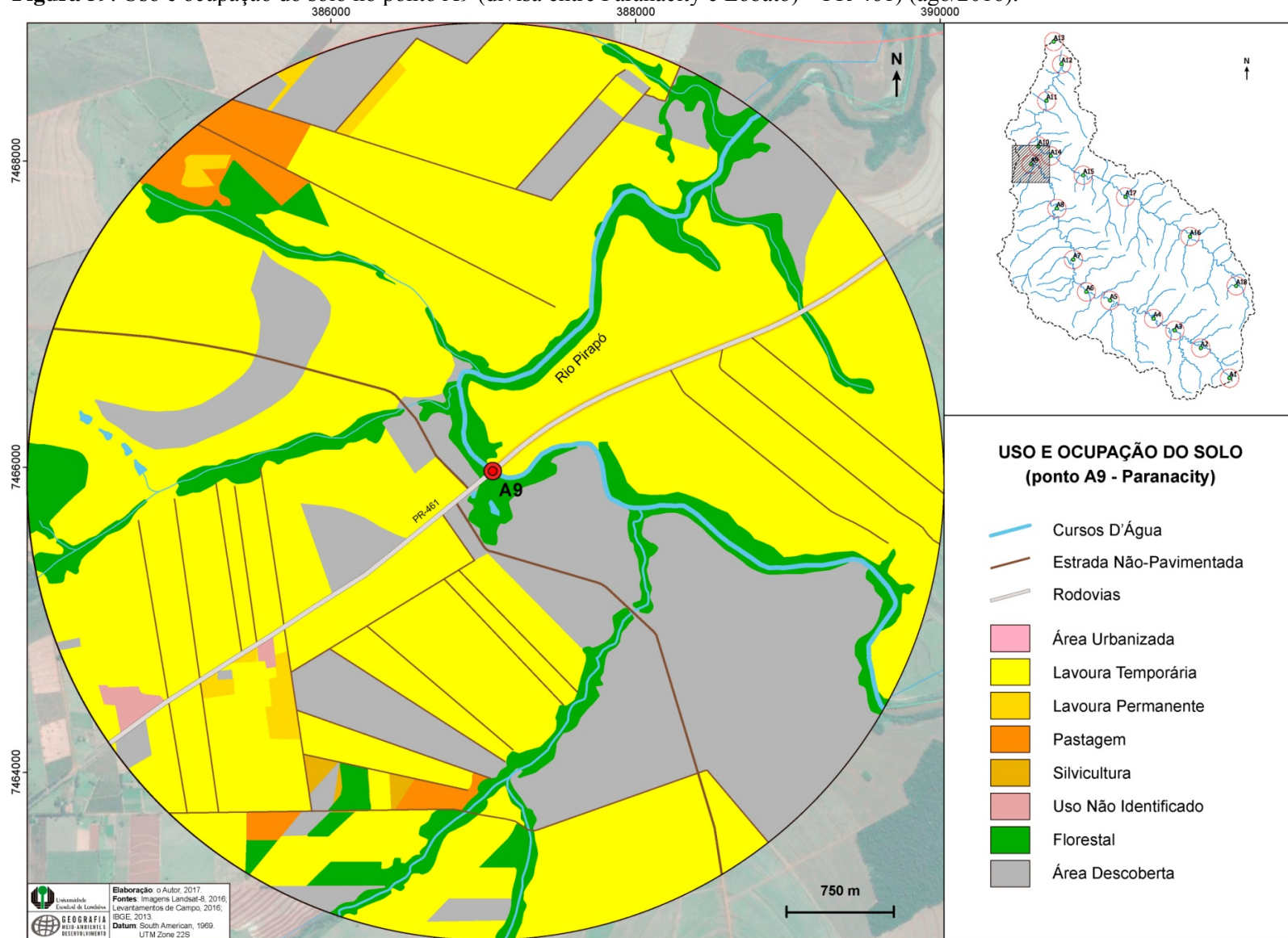
Geologicamente ao longo do curso do rio Pirapó nesta área, o rio continua sobre o leito rochoso da Formação Serra Geral, no entanto começam a predominar nas margens como um todo as rochas areníticas do Grupo Caiuá, principalmente nos topos de morro (muito suaves) do baixo curso.

Porém, na área destacada ao redor do ponto A9, esta formação ocupa uma pequena porção à noroeste, onde verifica-se uma pequena área de pastagem. Alias, na figura 59, se observa que predominam área de cultura temporária, com representação majoritária da cana-de-açúcar, assim como observa-se muitas áreas de solo exposto que, quando circuladas pelos caminhões que transportam a cana-de-açúcar colhida, dispersam grandes nuvens de fumaça pela área, contribuindo para a movimentação dos minerais silicáticos presentes nos solos junto aos cursos de água locais, inclusive o próprio rio Pirapó. Ademais, em campo foi possível observar e comprovar junto às imagens de satélite que as matas ciliares são pouco desenvolvidas ao longo do rio Pirapó, porém chama atenção de que o maior afluente (nesta área), o córrego Cristino, detenha cobertura florestal mais significativa do que o rio Pirapó neste trecho.

Dada a participação relevante da cana-de-açúcar na porção do baixo curso da bacia hidrográfica do Pirapó, é importante destacar que os municípios de Paranacity, Lobato e Colorado estejam entre aqueles com maior quantidade produzida (toneladas) no Paraná (2015), segundo dados do IPARDES. Neste quesito, somente Jacarezinho (2.422.500 t) e Tapejara (1.667.187 t) estão à frente de Colorado, com quantidade produzida de 1.411.297 (t)

no ano de 2015; Paranacity registrou 979.566 toneladas e Lobato cerca de 579.472 toneladas de cana-de-açúcar, no ano de 2015.

Figura 59. Uso e ocupação do solo no ponto A9 (divisa entre Paranacity e Lobato) – PR-461 (ago/2016).



Considerando o uso majoritário dos solos para as atividades agrícolas nesta área em específico, é possível que as concentrações anormais de manganês (Mn) possam ser oriundas da utilização de praguicidas e fertilizantes, bem como fungicidas a base de manganês, como o *Maneb* (etileno bi-ditiocarbamato de manganês), que é um fungicida orgânico empregado na agricultura.

De qualquer forma, o excesso de manganês causa no indivíduo problemas como diminuição do crescimento e distúrbios ao nível do esqueleto, aterosclerose, disfunção pancreática, aumento da pressão sanguínea, redução da função imune, ataxia, deficiência de selênio, depressão da atividade das glândulas mamárias e anormalidades nas mitocôndrias (DAMIÃO & RAMOS, 2004). Porém, a associação entre teores elevados de manganês e saúde humana pode configurar-se pelo agravo gerado ao sistema nervoso central, principalmente em exposição crônica ao manganês, que gera desordens neurológicas dado que o efeito do manganês é neurotóxico (RAMOS, 2013).

A análise da figura 31 relativa às taxas de mortalidade por DSN (doenças do sistema nervoso) revela que não na proximidade do ponto A6 municípios com incidência de taxas elevadas para este grupo de causas, mesmo Astorga, à montante do ponto, não apresenta as taxas mais elevadas, quando muito os municípios de Maringá e Iguaraçu. Mesmo quando observados os dados de internação (tabela 09) não se verifica correlação espacial, haja visto que as taxas de internação (2016) foram baixas nestes mesmos municípios.

No caso do alumínio (Al), existe uma disponibilidade natural que esta associada à sua presença em minerais plagioclásios e argilas caulinitas, sendo muito comuns em associação junto ao sódio, potássio, cálcio e bário, formando o grupo de minerais feldspatos (aluminosilicatos). No entanto, também pode ser disponibilizado por meio das estações de tratamento de água, dado que o sulfato de alumínio ($Al_2(SO_4)_3$) no tratamento de água, o que gera junto da água tratada o lodo de ETA, composto basicamente por cálcio, alumínio e matéria orgânica, sendo muitas vezes descartado nos rios, como ocorre no ribeirão Maringá que desemboca no rio Pirapó, pouco antes do ponto de amostragem (A6). Assim, existe a possibilidade de que esta contaminação esteja ocorrendo na área destacada, o que demanda pesquisas mais detalhadas a respeito. Por ora, ressalta-se que o alumínio elevado neste ponto pode ter relação com estes fatos.

No que tange os agravos à saúde local, a possibilidade de correlações com as taxas de mortalidade e internação elencados neste trabalho são pouco significativas, haja vista que o alumínio em excesso pode provocar problemas de saúde como: demência, danos ao sistema nervoso central, perda de memória, surdez, fortes tremores, dores musculares, cólicas,

fraqueza ou inapetência. Neste caso, dado que a ingestão de alumínio em doses altas, por muito tempo, pode incorrer em problemas ligados ao sistema nervoso, correlacionando-se os teores de alumínio as taxas de mortalidade e internação por DSN, no ano de 2016, verifica-se o mesmo que ocorrera em relação ao manganês, não há correlação entre as variáveis.

Ainda assim, mesmo que as concentrações de alumínio nas águas naturais sejam normalmente baixas, íons dissolvidos de alumínio são tóxicos para peixes e outros animais aquáticos, principalmente em meios aquosos ácidos, onde a solubilidade do alumínio é maior (SNOEYINK & JENKINS, 1980).

O último ponto de análise é o ponto **A16**, no rio Bandeirante do Norte (principal afluente do rio Pirapó), que apresentou os teores mais elevados de potássio (K) dentre todos analisados. Na área em que se encontra este ponto predominam, tal que ocorre ao longo do curso do rio Pirapó, as atividades agropecuárias e mais especificamente o plantio de milho e cana-de-açúcar. Situado entre os municípios de Jaguapitã e Pitangueiras, o ponto A6 foi acessado por meio da rodovia PR-454 que liga as cidades de Jaguapitã e Astorga, porção do médio curso da bacia hidrográfica, direção leste (figura 60).

Em termos geológicos predominam as rochas da Formação Serra Geral, porém em termos pedológicos observam-se algumas porções de solo do tipo nitossolo vermelho, latossolo vermelho e em menor quantidade, argissolos vermelhos. Especificamente na área do *buffer* (A16), há preponderância do nitossolo vermelho.

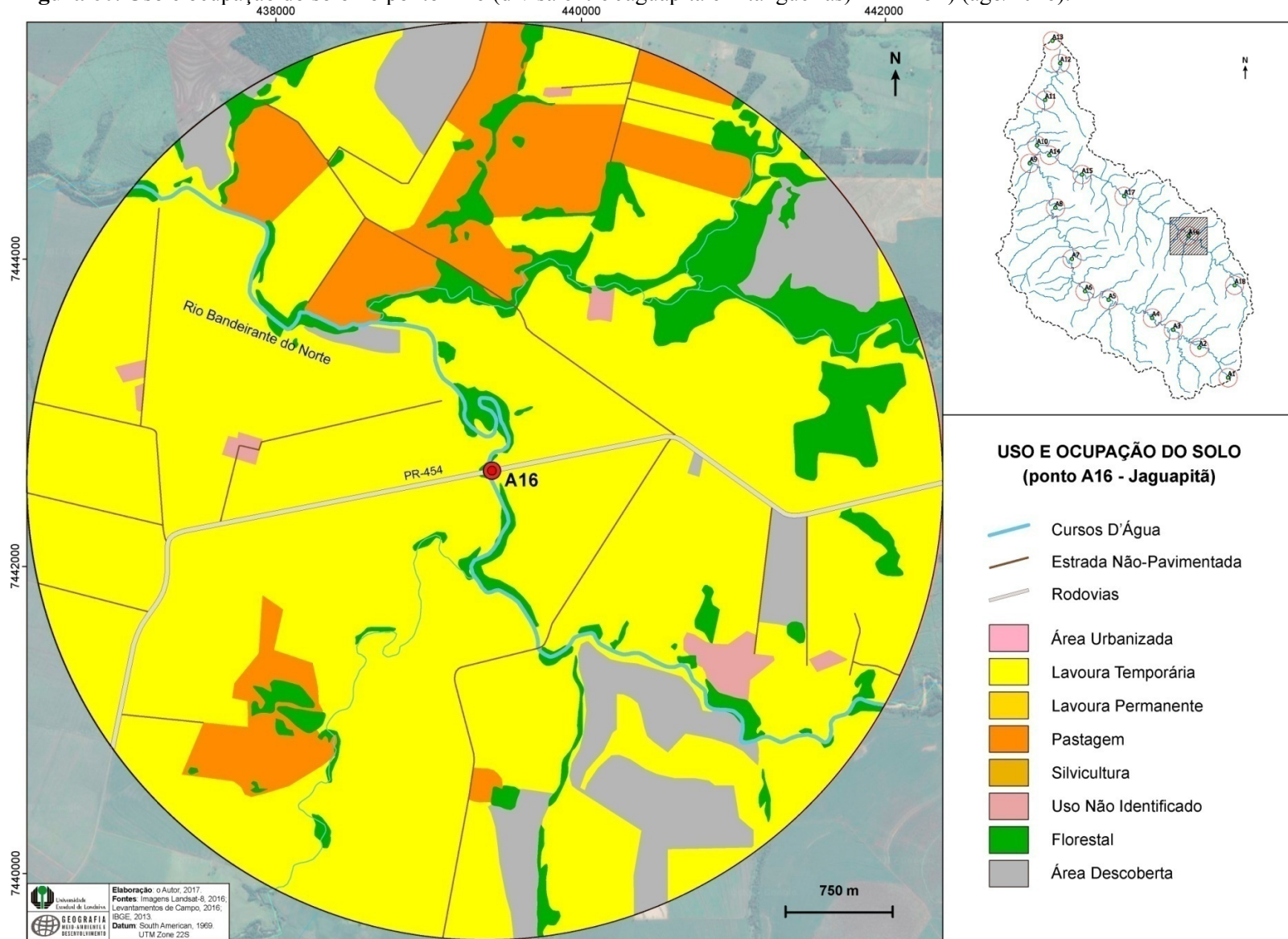
Dado que na área o emprego de vinhaça é uma prática comum, bem como em outras porções da bacia hidrográfica, principalmente onde se produz cana-de-açúcar, é possível haver contribuição desta no aumento de teor de potássio, principalmente nas camadas mais superficiais do argissolo (BRITO et al., 2005), porém, como afirmado anteriormente, na área do *buffer* do ponto A16 não há ocorrência deste tipo de solo. De qualquer forma, outras áreas em que o mesmo é aplicado (nitossolo) existe uma possibilidade de aumento do teor de potássio nestes.

No período em que fora realizada a coleta e levantamento de campo da área (agosto/2016) predominava a cultura do milho, intercalada por algumas áreas de pastagens na porção norte desta extensão. Algumas parcelas de solo estavam expostas, tanto na porção sudeste como ao norte. A quantidade de vegetação nativa era maior na porção norte, junto aos ribeirões afluentes do Bandeirante do Norte, nas proximidades das pastagens e das poucas áreas de cultura permanente, representada pelo café em sua maioria.

A par dos agravos de um teor anormal de potássio na água consumida, não há estudos que comprovem aspectos negativos a esse respeito. Em geral, para as pessoas saudáveis com

as funções renais normais, a ingestão de alimentos que excedem 4700 mg/ dia de potássio não representa ameaça de risco a saúde uma vez que o excesso é rapidamente eliminado na urina. Por isso, nenhum nível de ingestão máxima tolerável para o potássio foi definido (WEAVER, 2013).

Figura 60. Uso e ocupação do solo no ponto A16 (divisa entre Jaguapitã e Pitangueiras) – PR-454 (ago/2016).



De uma forma geral não foram encontradas correlações significativas, porém algumas situações encontradas incitam a necessidade de que sejam elaborados mapas de risco com a espacialização das áreas encontradas no contexto da Bacia hidrográfica do Pirapó. Como afirmado anteriormente, a partir dos dados hidrogeoquímicos geoquímicos e das anomalias encontradas entre os pontos de amostragem, verificou-se que algumas áreas da bacia do Pirapó demandam estudos mais aprofundados acerca das condições geoquímicas de suas águas, bem como dos substratos rochoso e pedológico, haja visto que os mesmos, conforme as condições climáticas da região, podem sofrer intemperismo e contribuir com o aporte de metais que possam fazer parte de sua constituição química, assim como sofrer contaminação por algum tipo de atividade humana, desde a agricultura à indústria.

Além disso, há particularmente uma preocupação maior com os pontos amostrados que apresentaram teores elevados de metais (alguns pontos com mais de um elemento), e que foram a base espacial para a análise das possíveis causas para estes teores anômalos bem como a possibilidade de que os mesmos pudessem influir na saúde da população por meio dos grupos de causas destacados nesta tese.

É importante ponderar que estas áreas de risco apresentam-se como porções do espaço em que se constituem o que denomina-se como *hazards* (perigo), o que na literatura acerca dos riscos ambientais significa dizer as situações (ou locais) em que há algum tipo de perigo que afete a sociedade. É muito importante afirmar que "[...] um hazard não é natural em si, mas trata-se de um evento que ocorre na interface sociedade-natureza" (MARANDOLA JR. e HOGAN, 2004, p. 98).

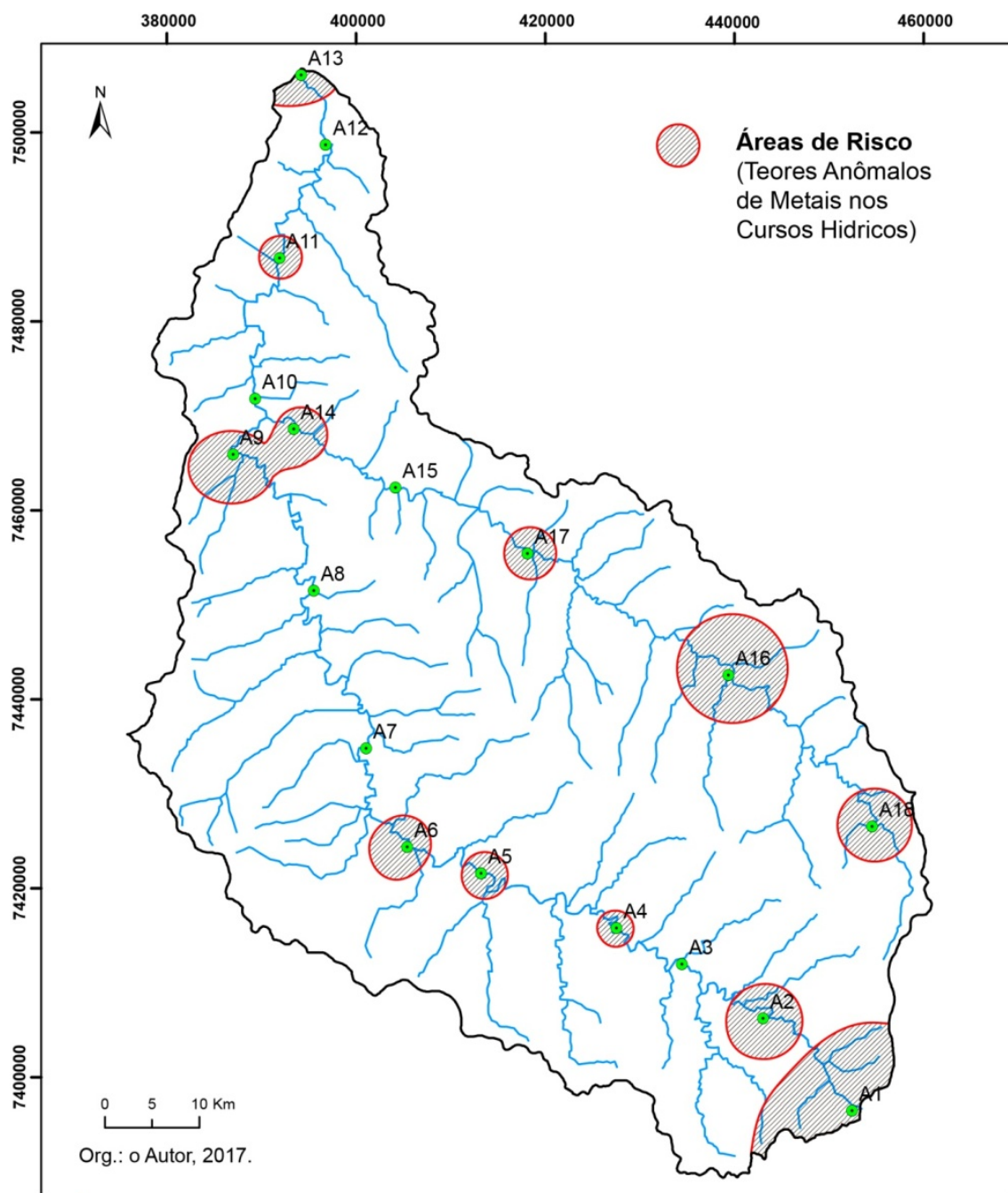
Assim, combinando as áreas de teores anômalos para cada metal, tem-se a seguinte distribuição espacial das áreas de risco com base nas anomalias geoquímicas identificadas a partir dos pontos amostrados (figuras 34 a 46), como segue na figura 61.

A partir deste mapa gerado em função da interpolação da distribuição espacial dos teores mais elevados para cada tipo de metal amostrado na bacia hidrográfica, tem-se que a maior parte do curso dos rios Pirapó e Bandeirante do Norte apresenta áreas de risco devido a predominância de teores elevados nos pontos amostrados em destaque na figura 61. É preciso ressaltar que nesta distribuição foram destacados os pontos com os teores mais elevados para cada metal e, portanto, alguns pontos que não haviam sido destacados na análise anterior dado que na mesma o enfoque foi sobre a amostra com o teor mais elevado registrado para cada metal.

Observa-se que as áreas que demandam maior atenção do(a)s pesquisadores(as) na área de vigilância sanitária e ambiental, bem como da Geografia da Saúde e Gestão de Bacias

são aquelas majoritariamente no alto e médio curso da Bacia hidrográfica do Pirapó, ainda que no baixo curso todos os pontos amostrados tenham apresentado valores elevados para algum metal, exceto pelo ponto A10, entre Colorado e Paranacity.

Figura 61. Distribuição espacial das áreas de risco para teores anômalos de metais nos cursos hídricos no período seco (agosto de 2016).



No curso do rio Pirapó, da nascente à foz, tem-se que o ponto A1 apresentou teores elevados para bário (0,020 ppm) e cobre (0,0017 ppm); o ponto A2 – cálcio (11,19 ppm),

estrôncio (0,053 ppm) e magnésio (0,0091 ppm); o ponto A4 – ferro (2,67 ppm) e níquel (0,00036 ppm); o ponto A5 – chumbo (0,0069 ppm) e ferro (2,86 ppm); o ponto A6 – silício (24,31 ppm), cobalto (0,009 ppm), estrôncio (0,053 ppm) e cobre (0,0013 ppm); o ponto A9 – alumínio (0,073 ppm) e manganês (0,0149 ppm); o ponto A11 – cobalto (0,0066 ppm) e por fim o ponto A13, também com cobalto (0,0082 ppm). Os seguintes pontos, no curso do rio Pirapó, não apresentaram teores elevados para qualquer um dos metais destacados: A3, A7, A8, A10 e A12. Em relação aos pontos do rio Bandeirante do Norte, observa-se que nos pontos A18, A16, A17 foram registrados teores elevados de potássio, enquanto que no ponto A14 foram registrados bário (0,0191 ppm), cobre (0,0013 ppm) e manganês (0,0148 ppm) (figuras 34 a 46).

Dentre dois destes pontos destacam-se os pontos A6 (Pirapó) e A14 (Bandeirante do Norte), o primeiro localizado entre os municípios de Maringá e Iguaraçu (médio curso) e o segundo (A14) na divisa entre Colorado e Lobato, porção do baixo curso da bacia hidrográfica. Cabe ressaltar que o ponto A6 foi o que apresentou a maior prevalência de teores anômalos no conjunto (figura 61). Desta forma, como afirmado anteriormente, a amostra do ponto A6 apresentou teores elevados para silício, cobalto, estrôncio e cobre, sendo que esta área foi identificada como uma localidade em que predomina a atividade agrícola, principalmente, o milho (na época da coleta – agosto/2016).

Assim como há uso considerável do solo para pastagens, com presença mínima das matas ciliares nos cursos hídricos próximos, incluído o principal afluente desta área, o ribeirão Maringá, notadamente caracterizado pela carga de efluentes oriundos da porção urbana de Maringá. Porém, em termos de correlação com saúde, ao se verificar as taxas de mortalidade bem como as taxas de internação entre os municípios de Maringá e Iguaraçu.

Poucos foram os casos em que se poderia traçar alguma correlação espacial, exceto para os dados de internação do ano de 2016 que registraram números elevados para internação por neoplasias no município de Iguaraçu, assim como pode haver correlação junto às taxas de mortalidade por doenças do aparelho circulatório (DAC) e neoplasias novamente, neste mesmo município.

No caso do ponto A14 cabe ressaltar que nas proximidades, á montante do curso, situa-se a Usina Alto Alegre – Unidade Junqueira, no município de Colorado, mais precisamente a poucos metros do ponto A15, que está à montante. Como consta no sitio da empresa (www.altoalegre.com.br), esta unidade atua na região há aproximadamente 40 anos, distando cerca de 90 km de Maringá, na margem direita do rio Bandeirante do Norte. Responsável pela produção de açúcar refinado, álcool anidro e hidratado, esta usina localiza-

se em uma área em que predomina a produção de cana-de-açúcar, que se estende desde o ponto A15 ao ponto A14, entre Colorado e Lobato. Procurou-se por pesquisas que tivessem realizado a avaliação do impacto ambiental nesta área, principalmente em relação à usina, dado que na mesma foi possível observar alguns tanques com efluentes (vinhaça) nas proximidades do rio Bandeirante.

No entanto parece não haver estudos acerca dos impactos ambientais gerados pela usina e, que em última instância, possam ter alguma influência no aparecimento de teores elevados de cobre e manganês, por exemplo, haja visto que os mesmos podem ser encontrados na vinhaça. De qualquer forma, sabe-se que o aproveitamento agrícola dos resíduos gerados pela indústria sucroalcooleira no Brasil, constitui-se numa prática comum, tanto no caso dos efluentes líquidos (vinhaça), como dos sólidos (torta de filtro) (PÓLO et al, 1998). Isto pode conferir a esta prática uma causa provável do aparecimento daqueles metais nas águas do rio Bandeirante do Norte, nesta porção da bacia hidrográfica do Pirapó.

A par do que foi discutido, a figura 61 apresentou uma síntese de todas as ocorrências anômalas mais significativas e que demandam uma maior atenção das autoridades locais quanto à vigilância sanitária e ambiental das áreas de risco encontradas, com vistas a garantir o menor agravo possível à saúde das populações locais que se utilizam da água dos rios Pirapó e Bandeirante do Norte nestas porções.

Como destacado em estudos acerca do mapeamento de áreas de risco, o conhecimento prévio de áreas com altos índices (de poluição, contaminação, teores químicos, etc.) pode ser uma ferramenta útil nos estudos que considerem a relação entre agentes nocivos à saúde humana e o meio ambiente (LOURENÇO e LANDIM, 2005), principalmente no que tange a gestão de recursos hídricos.

Falhas tem sido apontadas pelo Banco Mundial em respeito à gestão de recursos hídricos de que há uma negligência em se considerar as interligações entre qualidade de água e saúde (WORLD BANK, 1993) das quais, em uma primeira instância, auxiliaria na análise das áreas de risco à saúde em função dos teores anômalos de metais (por exemplo) nos corpos hídricos, para tentativamente se buscar correlações entre saúde e ambiente, como procurou-se trabalhar nesta pesquisa.

9 PROPOSTA DE PERCURSO METODOLÓGICO DE ANÁLISE

O modelo de análise proposto nesta tese decorre da necessidade de uma análise sistêmica em um contexto de bacia hidrográfica, considerando as relações intrínsecas entre os elementos naturais e sociais que nessa se desenvolvem. Parte-se de uma tríade que envolve combinação geográfica, saúde coletiva e hidrogeoquímica, que entrelaçados entre si permitem traçar um percurso metodológico de análise das questões que envolvem sociedade, ambiente e saúde.

Pode-se afirmar que a análise da situação de saúde de uma população em razão dos agravos gerados pelo consumo de água (rios, lagos, subterrânea, etc.) prescinde do entendimento das relações entre sociedade e natureza em um contexto espacial de uma bacia hidrográfica, fato que determina uma análise sistêmica, com vias de fundamentar a gestão destes recursos hídricos e do meio em que se inserem.

No que tange uma gestão de bacia hidrográfica neste modelo, busca-se identificar os elementos naturais e socioeconômicos que compõem as mesmas bem como as relações entre os mesmos e compreender o suficiente para que seja montado um quadro geral que norteará os estudos naquele contexto, desde aqueles que verificarão as condições socioambientais da bacia hidrográfica, bem como, especificamente neste caso, trabalharão os enlaces entre as condições de qualidade das águas e a saúde das populações locais.

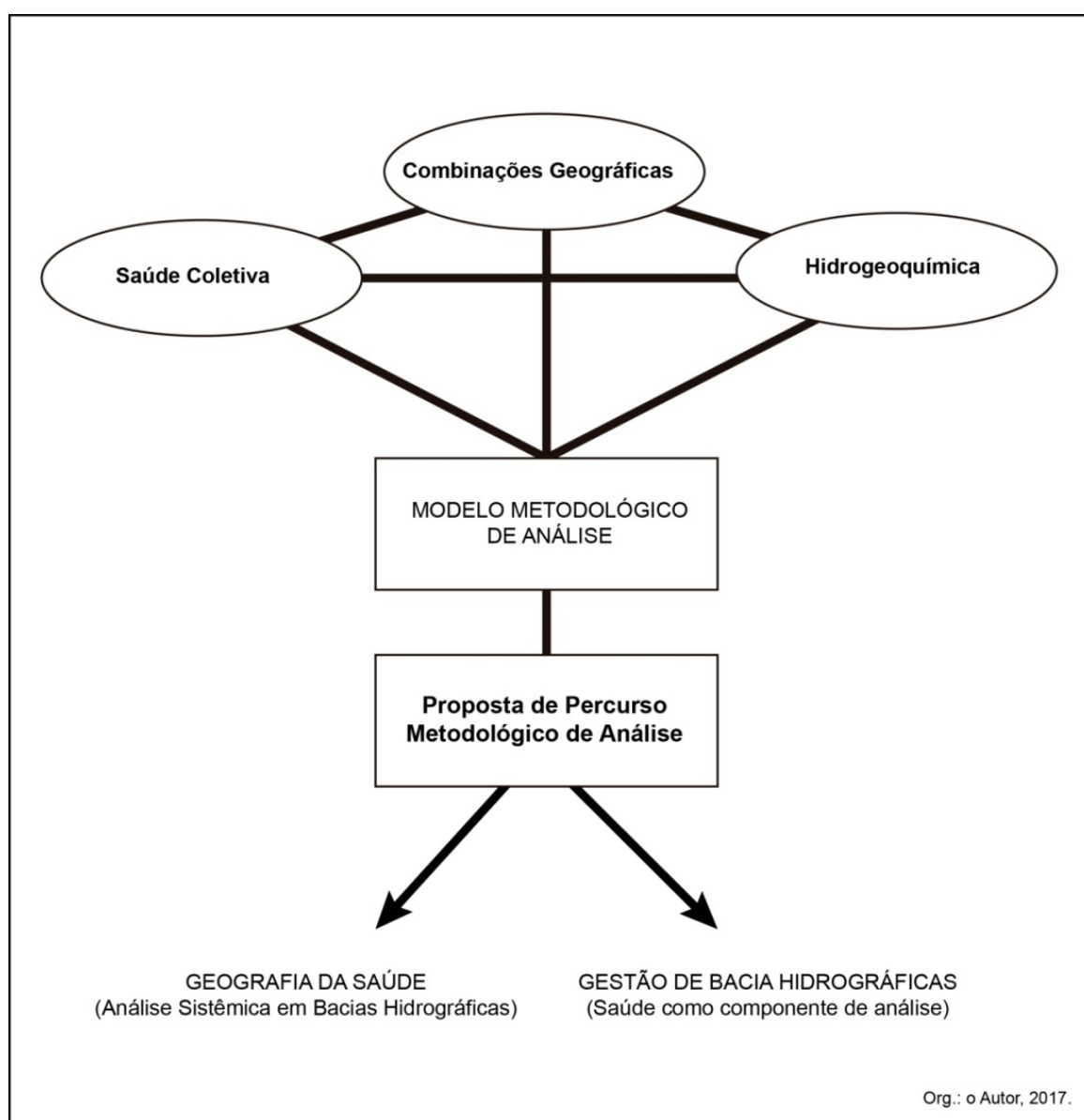
O tratamento sistêmico da bacia hidrográfica nestes termos vai de encontro ao que é afirmado por Leal (2003) quando o mesmo assevera que na gestão de bacias hidrográficas deve ser analisado cada caso específico de delimitação territorial da bacia, considerando não somente os limites naturais mas o uso e ocupação do solo, a organização social, dentre outros, dado que estes limites são dinâmicos e flexíveis e a “[...] bacia passa a constituir um espaço de vivência, de conflitos e de organização de novas relações sociais” (LEAL, 2003, p.74).

Neste sentido, procurando contribuir com um modelo de análise que possa fundamentar ou mesmo auxiliar nas pesquisas e práticas de gestão dos recursos hídricos, propõe-se uma análise sistêmica da bacia hidrográfica balizada nos três “campos” destacados anteriormente: combinação geográfica, saúde coletiva e hidrogeoquímica. De uma forma geral, tem-se o seguinte esquema (figura 62) que visa demonstrar a contribuição de cada um destes campos.

Cabe ressaltar que cada um dos mesmos se interrelaciona e que cada qual tem um papel na pesquisa, sendo que a **hidrogeoquímica** demonstra-se enquanto um instrumental de análise das condições físicoquímicas do meio hídrico e entendimento das relações entre estas

condições e fatores físicos preponderantes na bacia hidrográfica; a **saúde coletiva** atua como um campo de conhecimento que permite compreender as condições do estado de saúde de uma sociedade; e por fim, a teoria das **combinações geográficas** (A. Cholley, 1964) permite compreender o contexto socioespacial em que se dão as relações sociedade e natureza. Também de como este processo espacial está em constante mudança ao longo do tempo histórico, bem como os elementos físicos e socioeconômicos que lhe dão forma e, neste trabalho, esta forma pode ser associada à bacia hidrográfica, o que fundamenta a necessidade de considerar a mesma não somente um recorte espacial, mas também um recorte analítico, principalmente nos campos da Geografia da Saúde e da Gestão de Bacia Hidrográficas.

Figura 62. Esquema proposto de modelo metodológico de análise



Neste sentido, a pesquisa em bacia hidrográfica para os fins propostos nesta tese se baseia na idéia de que a bacia hidrográfica deve ser tratada como um análogo à combinação geográfica, visto que a complexa rede de relações entre elementos geográficos de ordem social e natural presentes neste recorte espacial, particularmente demarcado pela confluência de fatores morfogenéticos e hidrogeoquímicos, fomenta uma análise geográfica desta totalidade que se apresenta enquanto uma combinação geográfica (CHOLLEY, 1964) dada às particularidades que emergem das relações entre sociedade e natureza no interior destas áreas, as bacias hidrográficas.

De qualquer forma, esta tarefa também prescinde dos outros campos (saúde coletiva e hidrogeoquímica), dado que os mesmos contribuem não somente com os dados brutos acerca tanto das condições fisicoquímicas das águas e o estado de saúde da população local (grupos de causas, taxas de mortalidade), como também contribuem com conhecimentos relativos ao entendimento das dinâmicas geoquímicas no ambiente da bacia hidrográfica.

Os condicionantes sociais aos quais as populações estão expostas e o papel das políticas públicas na manutenção da saúde que, por vezes, não se fundamentam nas pesquisas com teor semelhante ao proposto nesta tese. Neste sentido, esta pesquisa também busca ser um alicerce, mesmo que parcial, para as políticas públicas voltadas ao gerenciamento dos recursos hídricos com foco na saúde humana.

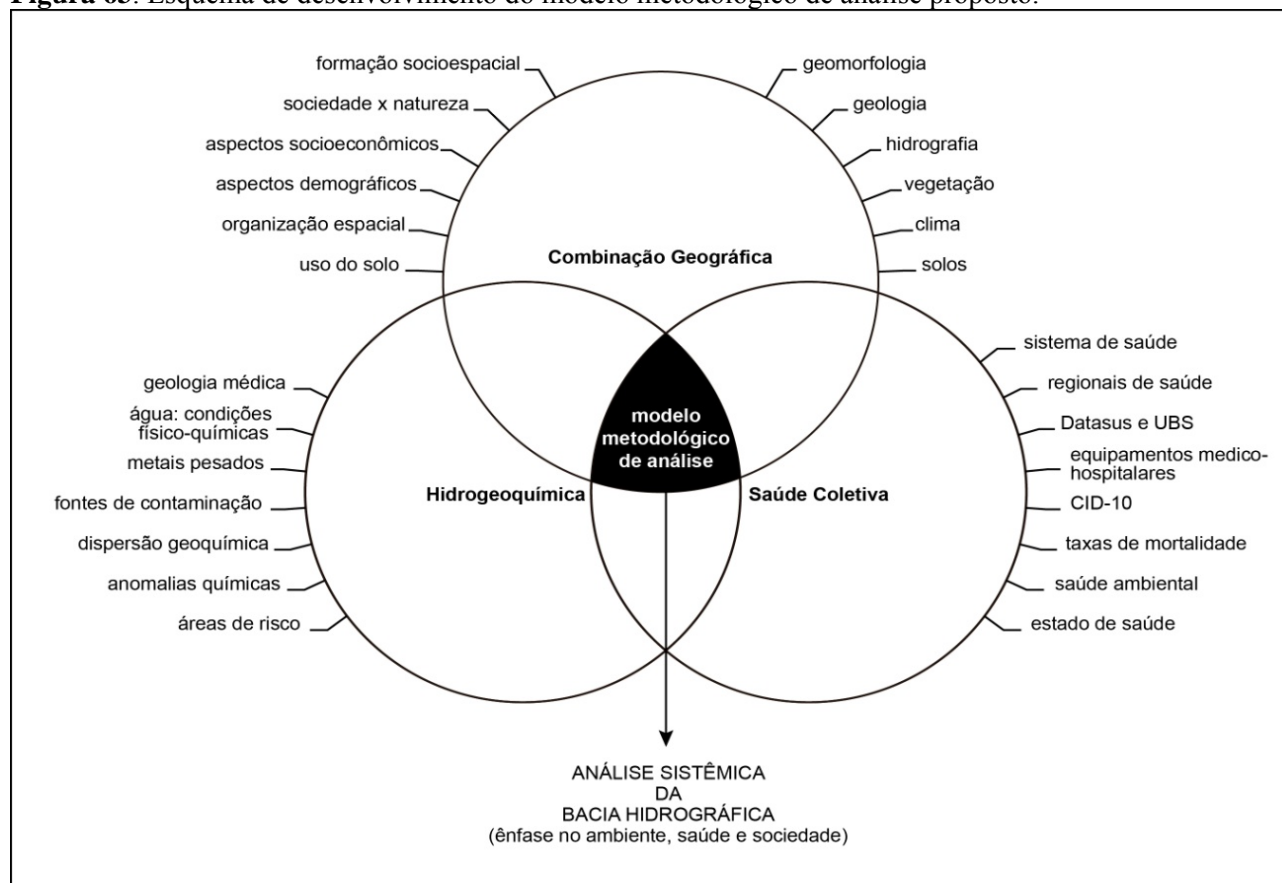
Assim, para o entendimento do papel e contribuição de cada um dos campos elencados na análise a que se propõe este trabalho, segue uma descrição breve dos elementos e relações os quais cada campo trata. Cabe ressaltar que esta descrição visa demonstrar quais elementos e relações são tratadas por cada campo, o que não significa afirmar que cada qual dos elementos e relações associados aos campos sejam unicamente analisados e compreendidos no interior cada campo.

De uma forma geral, o esquema da figura 63 exhibe quais elementos e relações estão inseridas em meio ao contexto da bacia hidrográfica. Salienta-se que os elementos estão relacionados entre si em diferentes graus e situações, dada a natureza sistêmica da combinação geográfica. Assim, não se descarta que um elemento esteja presente em mais de um campo, como por exemplo, o estado de saúde, que se insere de forma geral na saúde coletiva mas permeia o campo da hidrogeoquímica quando atrelada às condições ambientais que influenciam o aparecimento de doenças ligadas a presença de metais presentes, como também se verifica que o estado de saúde da população esta atrelado, ademais, às condições socioeconômicas da sociedade.

Assim, o modelo metodológico de análise que se procura formular é abastecido pelos diversos elementos que compõem os diferentes campos, todos imbricados e relacionados entre si, de forma que um elemento destacado em um dos campos não se restringe a esfera do campo em que se situa. No entanto, é necessário ressaltar que o campo combinação geográfica é a base do modelo pretendido, fundamentando-o com contexto socioespacial em que a saúde coletiva se desenvolve e reproduz os agravos à saúde gerados pelas condições físico-químicas do ambiente e conseqüentemente da água, como levantado com o auxílio da hidrogeoquímica.

Defende-se desta forma, corroborando com a assertiva de que uma bacia hidrográfica pode ser considerada como um análogo de uma combinação geográfica, a utilização desta teoria como base para o entendimento das dinâmicas no interior das bacias hidrográficas buscando demonstrar que as mesmas devem ser tratadas como entidades sistêmicas caracterizadas não somente pelos aspectos fisiográficos que lhe dão forma espacial (recorte espacial), mas também pelas relações que emergem no seu interior a partir dos fatores geográficos (naturais e sociais) e lhe dão conteúdo, concedendo-lhe este caráter analítico.

Figura 63. Esquema de desenvolvimento do modelo metodológico de análise proposto.



De uma forma geral, pressupõe-se que as idéias que fundamentam o pensamento sistêmico também alicerçam a teoria proposta por Andre Cholley, uma vez que uma análise integrada da dinâmica inerente à combinação geográfica assemelha-se à análise proposta pela metodologia sistêmica. Tal como uma combinação geográfica, um sistema é um todo que somente pode ser apreendido por meio da análise das relações entre os elementos que o compõem e revelam sua estrutura (CHOLLEY, 1964).

Compreender a bacia hidrográfica como uma combinação geográfica, como um sistema, pressupõe o entendimento deste todo a partir das relações entre suas partes, assim, compreender situações que emergem da interação entre as partes que configuram este todo é importante, como quando se tem o entendimento de que os teores anômalos de metais emergem das interações entre fatores geográficos como o próprio curso hídrico, o solo e tipos de rochas pelos quais percorre, a vegetação que o protege do aporte anormal de solo lixiviado pelo próprio rio, constituído de minerais que possam conter metais, ou não.

Caso esta vegetação tenha dado lugar a atividade agrícola ou pecuária, orientadas pela dinâmica econômica que determina os usos dos solos e a distribuição das atividades humanas sobre o espaço, que fundamentam por fim a distribuição da população em espaços urbano ou rural, condicionando também a possibilidade de exposição (direta ou indireta) àqueles teores anômalos de metais na água consumida por esta população.

Isto implica no aparecimento de áreas de risco à saúde coletiva no interior da bacia hidrográfica e na possibilidade de que estas áreas possam ter alguma correlação com enfermidades registradas juntos à coletividade.

Portanto, o tratamento da bacia hidrográfica que se propõe nesta tese, enquanto uma combinação geográfica, dá ênfase nas relações entre ambiente, sociedade e saúde, procurando compreender como a dinâmica sistêmica que lhe é própria.

Promovendo assim o aparecimento de agravos à saúde da população em seu interior, considerando todas as relações possíveis entre os fatores geográficos naturais e sociais destacados no esquema da figura 63. Esta é, por conseguinte, a base do modelo metodológico de análise proposto nesta tese.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A constituição dos primeiros aglomerados humanos às margens dos rios se deu em uma fase em que o homem principiava no trato da terra para cultivar as primeiras cepas de cevada, de trigo; constituir os primeiros arrozais e milharais, dentre outros. Este período em específico, ao qual denomina-se Neolítico, iniciou-se a cerca de 9.000 a.C. e foi marcado, dentre outros, pela fixação de grupos populacionais em áreas propícias ao cultivo, em suma, nas proximidades dos mananciais hídricos (rios, ribeirões, lagos, etc.).

Buscava-se certa proximidade destes corpos tanto para a dessedentação, alimentação (peixes, crustáceos), como também para as formas de asseio e limpeza, conforto térmico e fins recreativos ainda que não fosse o ambiente mais propício a isso, em épocas passadas.

Como afirma Engels (2000), no estado selvagem o homem empregara o uso do fogo, o que lhe permitiu, dentre outros, cozinhar animais aquáticos e ao mesmo tempo possibilitou, dada esta nova alimentação, ao homem tornar-se independente do clima e localidade e seguir o curso dos rios e costas marítimas, espalhando-se sobre a superfície terrestre.

Espalhando-se por estas áreas próximas aos cursos d'água, as comunidades humanas começavam assim a ocupar e territorializar estas porções, constituindo seu modo de vida, utilizando os recursos naturais e modificando a paisagem local. No entorno destes cursos d'água a vida era animada pela dinâmica social (cultura, religião, economia) conjuntamente à dinâmica natural dos processos que deram origem àquilo que se viria a denominar como bacia hidrográfica.

Desta forma, desde o início do desenvolvimento das sociedades, das mais complexas às mais simples, a bacia hidrográfica foi o contexto e o produto (na perspectiva que se defende nesta tese) das relações humanas com a natureza. A importância do entendimento desta relação permite compreender as situações de agravo à saúde humana provocadas pela ingestão da água e, especificamente, do ingresso de teores anômalos de metais nas águas de cursos hídricos, suas possíveis causas e conseqüências para a saúde humana.

No caso particular da Bacia Hidrográfica do Rio Pirapó, na porção do norte - paranaense, toda essa dinâmica socioambiental promove o aparecimento de áreas de risco à saúde coletiva, as quais se procurou revelar e compreender neste trabalho a partir do levantamento das condições hidrogeoquímicas (teores de metais na água), do estado de saúde e da forma como a sociedade usa e ocupa o solo no interior desta bacia que, conforme se defende, não é somente um recorte espacial mas também uma combinação geográfica em que

a espacialização das anomalias geoquímicas bem como a distribuição espacial das enfermidades está condicionada à dinâmica própria deste sistema.

Não somente a água per si, em questão da sua boa ou má qualidade, mas também em função dos sistemas de abastecimento pelos quais circula, como igualmente as condições sociais e econômicas da sociedade, que condicionam e são condicionadas pela organização espacial vigente, todos esses elementos contribuem, de uma forma ou de outra, na dispersão de doenças de veiculação hídrica, e portanto, devem ser considerados pela Geografia da Saúde, que juntamente ao campo da saúde ambiental, deve procurar entender toda a dinâmica inerente aos processos ambientais – no sentido geral - propagadores de enfermidades pela coletividade em função do consumo direto ou indireto de água subterrânea (em específico), tendo como ferramenta a utilização da hidrogeoquímica.

Assim, considerando o papel dos recursos hídricos na propagação de doenças, compreendendo que esta propagação está condicionada, em princípio, à organização espacial que faz diversificar, e ao mesmo tempo, restringir seu uso conforme interesses da sociedade vigente, o que acaba por produzir condições próprias ao surgimento de enfermidades em determinadas classes sociais, em determinadas localidades.

Cabe à Geografia da Saúde estudar como e porque as relações tempôro-espaciais entre ambiente e sociedade, no interior da organização espacial, promovem a distribuição das enfermidades entre a população, o que define a necessidade de aproximações entre a Geografia da Saúde e a Saúde Ambiental, que defende-se por meio das questões relacionadas ao uso dos recursos hídricos e seus impactos à saúde coletiva.

Neste sentido, esta pesquisa procurou considerar o estudo da bacia hidrográficas do Pirapó e das complexas interações em seu interior que possam contribuir para o desenvolvimento de agravos a saúde na população local em função da presença de metais nas águas superficiais que a compõem, por um viés sistêmico, que as trate em uma perspectiva holística embasada essencialmente nas relações sociedade e natureza.

Cabe ressaltar que a base de amostragem representada pelos rios Pirapó e Bandeirante do Norte, junto de seus afluentes, representa cerca de 3% do total do estado do Paraná em termos de disponibilidade hídrica, asseverando ainda que a demanda hídrica da Bacia hidrográfica do Pirapó é de aproximadamente 3 mil L/s, dos quais 75% provém de mananciais superficiais e 25% de mananciais subterrâneos. Destes, cerca de 38% vão para o abastecimento público, 43% para uso industrial, 10% para o setor agrícola, 9% para o setor pecuário e o setor mineral com menos de 1% (SEMA, 2013).

Conseqüentemente, a pesquisa foi estruturada de modo a alcançar o objetivo geral de se apoiar um subsídio teórico-metodológico que permita o estudo sistêmico das interações entre a hidrogeoquímica e saúde coletiva no contexto da bacia hidrográfica do rio Pirapó, região Norte do Paraná. No que tange a situação de saúde da população inserida na bacia do rio Pirapó, no ano de 2016, conforme levantado junto à Secretaria de Saúde do Paraná, a partir dos dados obtidos por meio das UBS (Unidades Básicas de Saúde), verificaram-se as seguintes situações para cada grupo de causas em relação às taxas de mortalidade para cada 1.000 habitantes, por município:

DAC (Doenças do Aparelho Circulatório) – os municípios com as taxas mais elevadas foram os de Jardim Olinda (4,28) e Florida (4,47), seguidos de Inajá (3,84), Iguaçu (3,71) e Santo Inácio (3,46). O ponto A8 apresentou elevado teor de chumbo (Pb), porém, no período cheio (janeiro/2017), o que não viabiliza uma correlação entre estes teores e as taxas destacadas.

DAD (Doenças do Aparelho Digestivo) – no ano de 2016, somente o município de Jardim Olinda apresentou a taxa mais elevada, cerca de 1,43 óbitos para cada 1.000 habitantes. Em seguida, Nossa Senhora das Graças apresentou cerca de 1,23, na seqüência tem-se Paranapoema (0,97). O ponto A13 constitui uma área de risco devido o alto teor de cobalto (Co) obtido na amostra local.

DENM (Doenças Endócrinas Nutricionais e Metabólicas) – o pico de taxa elevada foi registrado no municípios de Nossa Senhora das Graças, cerca de 1,23 óbitos. O ponto de amostragem mais próximo de Nossa Senhora das Graças (A17) apresentou o potássio (K), que demonstrou teor significativo neste ponto.

DAG (Doenças do Aparelho Geniturinário) – no ano de 2016 o município de Pitangueiras registrou a maior taxa de mortalidade para este grupo de causas, cerca de 0,97 óbitos; na faixa seguinte, entre 0,6 e 08 óbitos figuraram Atalaia (0,75) e Sabáudia (0,75); entre 0,4 e 0,6 tem-se os municípios de Munhoz de Melo (0,51), Santa Inês (0,57), Guaraci (0,55) e Jaguapitã (0,45).

Neoplasias – os municípios com as taxas mais elevadas foram os de Jardim Olinda (2,14), Iguaçu (2,32) e Cambira (2,19), em um segundo estrato tem-se Atalaia (1,50), Flórida (1,49) e Santa Inês (1,72). Observa-se que em Iguaçu (2,32 óbitos) o ponto A6 exibiu teores elevados para silício (Si), cobalto (Co), cobre (Cu) e estrôncio (Sr), o que demanda uma maior atenção nesta área de risco.

DSN (Doenças do Sistema Nervoso) – comparando as taxas deste grupo de causas com os outros trabalhado, verifica-se que as taxas de mortalidade na área de estudo são

bastante baixas, variando entre 0 e 0,74 óbitos para cada 1.000 habitantes. somente dois municípios apresentaram taxas elevadas de mortalidade para este grupo de causas, Jardim Olinda e Florida, sendo que o ponto A13 exibiu alto teor de cobalto (Co). No entanto a correlação deste com óbitos por DSN carece de pesquisa científica que corrobore esta relação.

DAR (Doenças do Aparelho Respiratório) – as taxas de mortalidade registradas para DAR no ano de 2016 demonstraram que os municípios de Jardim Olinda e Munhoz de Melo apresentaram as taxas mais salientes, de aproximadamente 2,14 e 2.03, respectivamente. O ponto A16 havia registrado para aquele ano um teor elevado de potássio (K) naquela porção do rio Bandeirante do Norte. Porém, em termos de correlação não há relação direta entre as DAR e teores elevados de potássio (K) na água, o que demanda estudos mais aprofundados da questão, dada a evidente anomalia de potássio nesta área.

TMC (Transtornos Mentais e Comportamentais) – neste grupo de causas as taxas também foram bastante baixas, como no caso das DSN. Foram registradas taxas de mortalidade entre 0 (zero) e 0,49 óbitos, sendo que os municípios de Nossa Senhora das Graças e Guaraci, à margem direita do rio Bandeirante do Norte, foram os que apresentaram as maiores taxas, entre 0,28 e 0,49, respectivamente. O ponto A17 apresentou valor elevado de potássio (K), porém não é possível precisar a correlação entre este teor e os óbitos por TMC, haja visto que mesmo na literatura não há pesquisa conclusiva a respeito.

No que tange as taxas de internação (2016) verificou-se que há uma prevalência entre os municípios que apresentaram taxa de internação elevadas para mais de um grupo de causas, nesta situação encontram-se os municípios de Atalaia, Colorado, Santa Inês, Nossa Senhora das Graças, Munhoz de melo, Sabáudia e Jandaia do Sul. Concentrados na porção central da área de estudo, em sua maioria, estes municípios registram taxas elevadas de internação para os grupo de causa da seguinte maneira: TMC (Jandaia do Sul); DAC (Sabáudia e Nossa Senhora das Graças); DAD (Munhoz de Melo e Sabáudia); DAG (Colorado, Santa Inês e Atalaia); DAR (Colorado, Santa Inês e Jandaia do Sul); DENM (Colorado e Nossa Senhora das Graças); DSN (Atalaia) e, por fim, Neoplasias (Atalaia, Munhoz de Melo e Sabáudia). Neste critério (taxa de internações) o município com maior prevalência de ocorrências foram o de Colorado e Sabáudia.

Como um todo, a maior parte da ocupação e uso do solo é representada por propriedades rurais e atividades ligadas ao plantio de soja, milho, algodão e cana-de-açúcar (corriqueiramente demandantes de agrotóxicos), bem como à pecuária de corte.

Nas porções mais próximas do meio urbano, são preocupantes os aportes de efluentes industriais, lodo de esgoto, resíduos de tratamento de água, dentre outros identificados na área

da bacia hidrográfica, principalmente no entorno dos pontos com teores elevados de metais na água coletada.

Assim, foram constituídas as áreas de risco, representadas pelo teores anômalos de metais registrados nos pontos A1 (nascente), A2 (Apucarana), A4 (Mandaguari), A5 (Maringá/Astorga), A6 (Maringá/Iguaraçu), A9 (Paranacity), A11 (Colorado/Paranapoema), A13 (Jardim Olinda), A14 (Colorado/Lobato), A17 (Guaraci/Santa Fé), A16 (Jaguapitã) e A18 (Rolândia).

Posto desta forma cabe ressaltar que a identificação de áreas onde é maior o risco à saúde humana é um dos pilares deste estudo. A identificação de grupos populacionais submetidos a risco é uma tarefa imprescindível para a elaboração de programas preventivos e como meio de avaliação de exposições diferenciadas.

A localização destes grupos no espaço permite um maior detalhamento do contexto social e ambiental em que estas exposições ocorrem, ao mesmo tempo que introduz novas variáveis, intrínsecas ao espaço, que podem dificultar sua interpretação (JOLLEY et al., 1992; BARCELLOS e BASTOS, 1996). A investigação da relação entre fatores ambientais e efeitos sobre a saúde pressupõe uma seqüência de eventos do processo de produção de doenças representada por uma acumulação de riscos em determinados lugares delimitáveis e identificáveis no espaço. Os agravos à saúde em grupos sociais podem ser consequência da distribuição desigual, no espaço, de fontes de contaminação ambiental, da dispersão ou concentração de agentes de risco, da exposição da população a estes agentes e das características de suscetibilidade destes grupos (BARCELLOS et al., 1998).

Por isso da necessidade de um percurso metodológico aqui proposto que possa assimilar e compreender os mais diversos fatores geográficos, desde os naturais aos antrópicos, que condicionam e promovem o aparecimento de agravos relacionados ao consumo de água, com impacto à saúde da população, principalmente pelo contexto em que se encontra, o de uma bacia hidrográfica, a qual, como proposto, deve ser tratada como uma combinação geográfica.

Assim, a proposta de fato pode ser reduzida à necessidade de um arcabouço teórico-metodológico (teoria de combinações geográficas e seu método analítico) que permita trabalhar o conceito de bacia hidrográfica de uma forma sistêmica no trato de questões relativas à saúde humana. Como afirma ainda o autor supracitado, para isso, a Geografia da Saúde deve contribuir com metodologias que permitem captar e analisar as condições de vida e as situações de saúde que possuem diferentes configurações nos lugares (BARCELLOS, 2008 *apud* DUTRA, 2011).

Acredita-se que o ajustamento desta teoria à realidade presente e a combinação da mesma à um recorte de cunho regional, como a Bacia Hidrográfica, possam trazer novos elementos para a análise espacial dos estados de saúde em determinadas populações inseridas nestas áreas, vistas em um prisma sistêmico, como preconiza a teoria das combinações.

Dada as características sistêmicas deste enfoque, utilizá-lo como meio para se compreender e delimitar, no interior de uma bacia hidrográfica, os processos engendrados pela convergência dos elementos presentes em seu interior, permitem uma análise integrada dos aspectos socioambientais presentes neste recorte, tornando-o desta forma, para além de um recorte espacial, uma entidade de análise análoga à combinação geográfica, tornando-a um importante meio para estudos de caráter sistêmico acerca do estado de saúde de populações no interior destas áreas.

Além disso, nota-se que acerca da utilização da bacia hidrográfica para tal fim é que a mesma se configura como um tipo de combinação complexa dado que diferentes bacias hidrográficas podem apresentar elementos semelhantes, mas diferentes dinâmicas internas, dadas pela forma como se organizam as relações (estrutura) entre seus diversos elementos (físicos, biológicos e humanos) em seus interiores.

Enfim, procurou-se promover a bacia hidrográfica enquanto uma combinação geográfica particularmente analisável de um ponto de vista sistêmico e que sirva de **recorte analítico e espacial** aos estudos em Geografia da Saúde. Neste sentido, a bacia hidrográfica pode ser considerada enquanto combinação geográfica, sendo assim uma entidade (individualidade) de análise na geografia da saúde. Parte-se do pressuposto que a mesma é a concreticidade de uma determinada combinação geográfica - um arranjo espacial e analítico caracterizado pela relação interdependente dos elementos ambientais e humanos em uma determinada área, neste caso, a própria bacia hidrográfica.

REFERÊNCIAS

- Ab'SABER, A. N. **Os Domínios de natureza no Brasil: Potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê, 2007
- ALIEVI, A. A. ; PINESE, J. P. P. ; CELLIGOI, A. . O consumo de água subterrânea e as implicações para a saúde coletiva. In: José Paulo P. Pinese; Miriam Vizintim F. Barros; Humberto T. Yamaki; Rosana S. Salvi. (Org.). *Prospecções em Geografia e Meio Ambiente*. Londrina: Edições Humanidades, 2009, p. 91-110.
- ALIEVI, A. A.; PINESE, J. P. P.; CELLIGOI, A. A lógica de concentração de poços tubulares no perímetro urbano de Londrina (PR). *Anais...* In: XXV Semana de Geografia da UEL. Londrina, p.1-13, 2009b.
- ALIEVI, A. A. *O consumo de água subterrânea na regional de saúde de Londrina (PR) e implicações à saúde coletiva – Uma discussão da Geografia da Saúde Apoiada na Hidrogeoquímica*. 2012. 183p. Dissertação de Mestrado (Geografia Dinâmica Espaço Ambiental) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.
- ALIEVI, A. A.; PINESE, J. P. P.; CELLIGOI, A. a espacialização de óbitos em decorrência das neoplasias na Regional de Saúde de Londrina (PR) no período de 2000 a 2009. *Anais...* In: V SIMPGEO – 2010, Curitiba. Estado da arte, tendências e desafios. V. CDROM, 2010.
- ALIEVI, A. A.; PINESE, J. P. P. Bacia Hidrográfica Enquanto Entidade de Análise na Geografia da Saúde: Pressupostos Teóricos em André Cholley. In: XI Encontro Nacional da ANPEGE, 2015, Presidente Prudente - SP. *Anais do XI Encontro Nacional da ANPEGE*. Dourados: UFGD Editora, 2015. v. CD-ROM. p. 9824-9832.
- ALMEIDA, F.F.M.de, BRITO NEVES, B. B. de & CARNEIRO, C. D. R. 2000. The origin and evolution of the South American Platform. *Earth-Science Reviews*, v. 50, p. 77 – 111. Amsterdam.
- ALVES, F. D.; SILVEIRA, V. C. P. A metodologia sistêmica na geografia agrária: um estudo sobre a territorialização dos assentamentos rurais. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, 20 (1): 125-137, jun. 2008.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22 ed. Washington: AWWA, 2012. 1496p.
- ANGJELI, V. Bacterial and chemical contamination of drinking Waters in some villages in Albania: morbidity from abdominal thypoid, dysentery and viral hepatitis. *IAHS Publ.*, no. 233, 1995.
- ANSELIN, L. Local indicators of spatial association – LISA. **Geographical Analysis**, 27, n.2, 93/115, 1995.
- ARCHELA, E.; FRANÇA, V. de; CELLIGOI, A. **Geologia, geomorfologia e disponibilidade hídrica subterrânea na bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga**. *Geografia*, Londrina, vol.12, n.2, jul-dez, 2003.
- ARID, F. M.; BARCHA, S. F.; MEZZALIRA, S. Contribuição ao estudo da Formação Caiuá. *Revista do Instituto Geológico*, São Paulo, 2 (1), p. 5-20, 1981.
- ASALIN, G. A. **Gênese e dinâmica de três cidades na rede urbana de Maringá: Paranavaí, Nova Esperança e Nova Aliança do Ivaí**. 2015. 305 f. Tese (Doutorado em Geografia). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes da Universidade Estadual de Maringá, 2015.
- ATSDR. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Environmental health. In: **Healthy People 2010: Objectives for improving health**, 2010.
- AYOADE, J. O. *Introdução à Climatologia para os Trópicos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.
- AZEVEDO NETTO, J. M. & BOTELHO, M. H. C. - **Manual de Saneamento de Cidades e Edificações**. São Paulo: PINI Editora, 1995.

- AZEVEDO, F. A. de; CHASIN, A. A. da M. **Metais: gerenciamento da toxicidade**. São Paulo: Editora Atheneu, 2003.
- BAGGIO FILHO, H. **Contribuições naturais e antropogênicas para a concentração e distribuição de metais pesados em água superficial e sedimento de corrente na Bacia do Rio do Formoso, município de Buritizeiro, MG**. 2008. 216 f. Tese (Doutorado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2008.
- BAIRD, C. **Química Ambiental**, trad. Maria Angeles Lobo Recio e Luiz Carlos Marques Carrera. – 2ª ed. – Porto Alegre: Bookman, 2002, p.556 – 557.
- BARCELLOS, C. (org.) **A Geografia e o contexto dos problemas de saúde**. Rio de Janeiro: ABRASCO, 2008, (Saúde Movimento; n. 6).
- BARCELLOS, C.; MACHADO, J. M. H. 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**, 3(2):103-113, 1998.
- BARRELLA, W. et al. As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO; H.F. (Ed.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.
- BASE cartográfica vetorial contínua do Brasil ao milionésimo - BCIM. Ver. 3. Rio de Janeiro: IBGE, [2010]. Disponível em: Acesso em: fev. 2015
- BERNARDES, L. M. C. O problema das 'frentes pioneiras' no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro, v. 15, n. 3, p. 335-381, jul./set. 1953.
- BERRIGAN, M.M. Niveles elevados de estrôncio-90 em niños cerca de reactores nucleares. *Newsweek Pathfinder*, verano, 2003.
- BERTALANFFY, L. V. **Teoria geral dos sistemas**. 2. ed. Tradução de Francisco M. Guimarães. 2.ed. Petrópolis: Vozes, 1975.
- BESSA JÚNIOR, O.; MULLER, A. C. P.; ZANINELLI, L.; CORTESI, L. A.; GIUSTI, C. S.; RAMOS, J. C. Dinâmica ambiental do estado do Paraná. In: IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social - Nota técnica n.º 13. Curitiba: IPARDES, 2010.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria 1469, de 29 dez. 2000; Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Brasília, 2000.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Diário Oficial da União: República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 26 mar. 2004. Seção 1, p. 266-270.
- BRASIL. Portaria n.º 231/98-DNPM - Regulamenta as Áreas de Proteção das Fontes de Águas Minerais. 1998.
- BRASIL. Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde, Brasília: Ministério da Saúde, 2005.
- BRASIL. Resolução CONAMA n. 20, de 18 de junho de 1986. Estabelece a classificação de águas doces, salobras e salinas. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, p. 11.356, 30 jul. 1986.
- BRASIL. Resolução CONAMA n. 20, de 18 de junho de 1986. Estabelece a classificação de águas doces, salobras e salinas. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, p. 11.356, 30 jul. 1986.
- BRIGGS, D. J., 1992. Mapping Environmental Exposure. In: **Geographical and Environmental Epidemiology: Methods for Small-Area Studies** (P. Elliot, J. Cuzick, D. English & R. Stern, eds.), pp. 158-176, Tokyo: Oxford University Press.

- BRITO, F. L.; ROLIM, M. M.; PEDROSA, E. M. R. Teores de potássio e sódio no lixiviado e em solos após a aplicação de vinhaça. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.13, n.9, Suplemento, p. 52-56, 2005.
- BRITO, F. L.; ROLIM, M. M.; PEDROSA, E. M. R. Teores de potássio e sódio no lixiviado e em solos após a aplicação de vinhaça. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.13, n.9, Suplemento, p. 52-56, 2005.
- CÂMARA, F. P. Mortalidade por transtornos mentais e comportamentais e a reforma psiquiátrica no Brasil contemporâneo. **Revista Latinoam. Psicopat. Fund.**, São Paulo, v. 11, n. 2, p. 278-285, junho, 2008.
- CAMILOTTI, F.; ANDRIOLI, I.; MARQUES, M. O.; SILVA, A. R.; TASSO JÚNIOR, L. C. Avaliação dos teores de metais pesados no solo e na planta de cana-de-acucar sob adubação com lodo de esgoto e vinhaça. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 6, p. 23-31, 2009.
- CARVALHO, A. M.; HIRATA, R. Avaliação de métodos para a proteção dos poços de abastecimento público do Estado de São Paulo. *Revista do Instituto de Geociências – USP, Geol. USP, Sér. cient.*, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 5-70, Abril 2012.
- CASSARO, L. **Estudo da degradação ambiental da bacia de captação de água para abastecimento da cidade de Maringá - Rio Pirapó**. 1999. 120f. Monografia (Especialização em Controle e Gestão Ambiental). Departamento de Engenharia Química. Universidade Estadual de Maringá.
- CASSARO, L.; CORREIA, M.F. Fatores de degradação ambiental da bacia de captação de água para a cidade de Maringá – rio Pirapó. **Sanare**, Curitiba, v. 16, p. 41-47, 2005.
- CASSARO, L.; SOARES, P. F. Plano de gestão e manejo de bacias hidrográficas - manancial Pirapó. **Anais... IV Encontro Tecnológico da Engenharia Civil e Arquitetura**, UEM, Maringá, 2003.
- CASTELLANOS P. L. Avances metodológicos en Epidemiologia. Congresso Brasileiro de Epidemiologia e desigualdade Social. 1. Desafios do final do século. Abrasco, **Anais...** Campinas, São Paulo, 1990.
- CASTRO, C. M. de; PEIXOTO, M. N. de O.; RIO, G. A. P. do. Riscos Ambientais e Geografia: Conceituações Abordagens e Escalas. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 2, p.11-30, 06 dez. 2005.
- CELLIGOI, A.; DUARTE, U. Hidrogeologia da formação serra geral em Londrina – PR. *Boletim Paranaense de Geociências*, n.45, p.117-132, 1997, Ed. da UFPR.
- CENSO DEMOGRÁFICO 2010. **Características da população e dos domicílios: resultados do universo**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <www.ibge.gov.br> . Acesso em: mar. 2016.
- CENSO DEMOGRÁFICO 2010. Características gerais da população, religião e pessoas com deficiência. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Acompanha 1 CD-ROM. Disponível em: . Acesso em: abr. 2016
- CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Variáveis da Qualidade de Água**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp>> Acesso em: 6 nov. 2015
- CETESB. Relatório de qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo 2006. São Paulo: CETESB, 2007
- CHOLLEY, André. Observações sobre alguns pontos de Vista Geográficos. **Boletim Geográfico**. Rio de Janeiro: CNG, n. 179 e 180, 1964. p. 139-145.
- CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. 2. ed. São Paulo: Edgar Blüchler,1980.
- CLEMENTE, A. HIGACHI, H. Y. **Economia e Desenvolvimento Regional**. São Paulo: Atlas, 2000.
- C.M.N.P. (Companhia Melhoramentos Norte do Paraná), 1975. **Colonização e desenvolvimento do norte do Paraná**. Maringá, C.M.N.P.

- COELHO, A. R. Dinamica fluvial e qualidade a água da bacia de drenagem do ribeirão Maringá: contribuição para o planejamento e gestão ambiental. (dissertação de mestrado), Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2007.
- COELHO, A. R. Dinamica fluvial e qualidade a água da bacia de drenagem do ribeirão Maringá: contribuição para o planejamento e gestão ambiental. (dissertação de mestrado), Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2007.
- COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRAPÓ - documento de registro junto ao C.E.R.H., Maringá Pr., 2002. 16p.
- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n.357, de 2005. Estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do Brasil. Diário Oficial da União, Brasília (DF), 2005.
- CORRÊA, R. L. **Região e organização espacial**. São Paulo: Ática, 2000.
- CORTECCI, Gianni. Geologia e saúde. Bologna: Università degli Studi di Bologna - Dipartimento di Scienze della Terra e Geologico-Ambientale. Trad. de Wilson Scarpelli. 2006.
- D'AGUILA, P. S.; ROQUE, O. C. da C.; MIRANDA, C. A. S.; FERREIRA, A. P. Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do Município de Nova Iguaçu. **Cad. de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 16(3):791-798, jul-set, 2000.
- DAMIÃO, A. & RAMOS, A. Manganês. Trabalho realizado no âmbito da disciplina de Toxicologia e Análises Toxicológicas I no ano letivo 2004. Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto, Portugal.
- DAMIÃO, A. & RAMOS, A. Manganês. Trabalho realizado no âmbito da disciplina de Toxicologia e Análises Toxicológicas I no ano letivo 2004. Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto, Portugal.
- DAVENHALL, Bill. "Cancer Maps: The Power of Geomedicine at Work." Huffington Post, June 7, 2010.
- DREVER, J.I., 1997: The Geochemistry of Natural Waters. Surface and Groundwater Environments, 3rd Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ 07458
- DUNCAN, C.; JONES, K.; MOON, G. Do places matter? A multi-level analysis of regional variations in health behavior in Britain. *Social Science & Medicine*, 37(6), 725-733, 1993.
- DUTRA, D. de A. **Geografia da saúde no Brasil: arcabouço teórico-metodológicos, temáticas e desafios**. 2011.
- DZIUBATE, E. R. **Análise da distribuição espacial e temporal da pluviosidade na bacia do rio Pirapó-PR**. 2013. Monografia (Engenharia Ambiental), UTFPR, Campo Mourão, 2013.
- EMBRAPA. Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do Triângulo Mineiro. Rio de Janeiro: SNLCS/EMBRAPA. 1982. p.526.
- _____. Normas e critérios para levantamentos pedológicos. Rio de Janeiro: CNLCS/EMBRAPA. 1989. p.94.
- _____. Sistema brasileiro de classificação do solo. Brasília: EMBRAPA, 2007. p.412.
- ENGELS, Friedrich. **A origem da família, da propriedade Privada e do Estado**: trabalho relacionado com as investigações de L. H. Morgan. 16. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.
- FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. M. O grupo Caiuá(Ks): revisão estratigráfica e contexto deposicional. *Revista Brasileira de Geociências*, 24(3): 164-176, setembro de 1994.
- FERREIRA, M. U. Epidemiologia e geografia: o complexo patogênico de Max. Sorre. *Cad. Saúde Pública*, jul./set. 1991, vol.7, n.3, p.301-309. ISSN 0102-311X.

- Ferreira, P. C. Investimento em Infra-estrutura no Brasil: Fatos Estilizados e Relações de Longo Prazo. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, v.26, n.2, p.231- 252, Ago.1996.
- FORTES, E.; CAVALINI, A.; VOLKMER, S.; MANIERI, D. D.; SANTOS, F. R. Controles morfoestruturais da compartimentação da Serra Geral: uma abordagem preliminar. **Revista Terr@Plural** (Ponta Grossa), 2 (2):279-292, jul/dez, 2008.
- FRANCO, R. A. M. Qualidade da água para irrigação na microbacia do Córrego do Coqueiro no noroeste paulista. Ilha Solteira, 2008. 84p. Dissertação. (Mestrado em Agronomia)- Faculdade de Engenharia, UNESP
- FREITAS, C. M. de. Problemas ambientais, saúde coletiva e ciências sociais. **Ciência & Saúde Coletiva**, 8(1):137-150, 2003.
- FREITAS, M. B. de; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. de. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. **Cad. de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 17(3):651-660, mai-jun, 2001.
- FRESCA, T. M. **A rede urbana do Norte do Paraná**. Londrina: Eduel, 2004.
- FRESCA, T. M.; VEIGA, L. A. Pequenas cidades e especializações funcionais: o caso de Santa Fé – PR. **Revista Sociedade e Natureza**. Uberlândia, ano 23, n.3, 387-396, set/dex, 2011.
- FUNDAÇÃO IBGE. Diretoria de Geociências. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais (Rio de Janeiro,RJ). **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, 1992. 92p. (FUNDAÇÃO IBGE. Série Manuais Técnicos em Geociências, 1).
- GATRELL, A. **Geographies of health: an introduction**. Oxford: Blackwell, 2002.
- GLASS, G. E. Spatial aspects of epidemiology: the interface with medical geography. *Epidemiologic Reviews*. Vol. 22, n.1, 2000.
- GOLONO DE DEUS, A.; ALVES, J. C. ; PINESE, J. P. P. Distribuição Espacial dos Concentrados de Fluoretos nos Mananciais de Abastecimento Público do Nordeste Paranaense e Relações com a Saúde Coletiva. In: XI Encontro Nacional da ANPEGE, 2015, Presidente Prudente - SP. Anais do XI Encontro Nacional da ANPEGE. Dourados: UFGD - Editora, 2015. v. CD-ROM. p. 6402-6413.
- GÓMEZ-ARIAS, R. D. **La noción de salud pública**. 2003. Disponível em: <<http://guajiros.udea.edu.co/fnsp/cvsp/La%20nacion%20de%20salud%20publica.pdf>>. Acessado em: 12/09/2009.
- GRAZIANO NETO, F. **Uso de Agrotóxicos e Receituário Agrônomo**. São Paulo –SP: Editora Agroedições, 1982.
- GUILHERME, L. R. G.; MARQUES, J. J.; PIERANGELI, M. A. P.; ZULIANI, D. Q.; CAMPOS, M. L.; MARCHI, G. Elementos-traço em solos e sistemas aquáticos. **Tópicos Ci. Solo**. 4:345-390, 2005.
- GUIMARÃES, R. B.; PICKENHAYN, J. A.; LIMA, S. C. Geografia e saúde sem fronteiras. Uberlândia: Assis editora, 2014.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2012). Perfil dos municípios brasileiros Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais, 2012.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2016). Estimativas da população residente nos municípios e para as unidades da federação brasileiros com data de referência em 1º de julho de 2016. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais, 2016.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Censo 1970, 1980, 1991, Contagem da população-1996 e Censo 2010. 2010.
- IBGE. Manual técnico de pedologia. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2º Ed., Rio de Janeiro, 2007.
- IBGE. Manual técnico de uso da terra (3 ed.). Rio de Janeiro, 2013

INDICADORES sociais municipais: uma análise dos resultados do universo do censo demográfico 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 151 p. Acompanha 1 CD- ROM. (Estudos e pesquisas. Informação demográfica e socioeconômica, n. 28). Disponível em: . Acesso em: fev. 2015.

INSTITUTO AGRONÔMICO AMBIENTAL DO PARANÁ – IAPAR. **Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná**. Londrina: Fundação Instituto Agrônomo do Paraná. CD. 2000.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (IPARDES). *Cadernos estatísticos dos municípios paranaenses*. Curitiba: IPARDES, 2010.

IPARDES – Instituto de Desenvolvimento Econômico e Social. Disponível em:. Acesso em 05 abr 2014.

IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Índice de desenvolvimento humano municipal – IDHM – 2000**: Anotações sobre o desempenho do Paraná. Curitiba: IPARDES, 2003.

IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (2011). Anuário estatístico do Estado do Paraná / Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social – Curitiba: IPARDES, 2011.

IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (2012). Anuário estatístico do Estado do Paraná / Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social – Curitiba: IPARDES, 2012.

IPARDES. Cadernos Municipais<Disponível em http://www.ipardes.pr.gov.br/index.php?pg_conteudo=1&cod_conteudo=30> Acesso em Jun de 2015.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Disponível em . Acesso em 14 mar 2015.

JAYME, N. S. ; SILVEIRA, H. M. ; ROSS, A. ; ALVES, J. C. ; PINESE, J. P. P. Espacialização dos Teores de Flúor em Águas Superficiais do Município de Santo Antônio da Platina (PR) e as Possíveis Implicações na Saúde Coletiva. In: IX Semana da Geografia da UNESP. O espaço brasileiro contemporâneo: leituras sobre campo, cidade e região., 2013, Ourinhos (SP). Anais da IX Semana da Geografia da UNESP. O espaço brasileiro contemporâneo: leituras sobre campo, cidade e região.. Ourinhos (SP): Editora da UNESP, 2013. v. OnLine. p. 111-120.

JONES , K.; MOON , G.(1987) Health, Disease and Society: An Introduction to Medical Geography. Routledge , London .

KEARNS , R.A.(1993) Place and health: towards a reformed medical geography . The Professional Geographer 45 , 139 – 47.

KEARNS, R. A.; MOON, G. From medical to health geography: novelty, place and theory after a decade of change. Progress in Human Geography, 26(5), 605-625, 2002.

KLEIN, G.V. 1995. Intracratonic Basins. In: Busby, C.J.; Ingersoll, R.V. (eds.). *Tectonics of Sedimentary Basins*. Cambridge: Blackwell Science, p. 459-478.

KUKI, K.N.; OLIVA, M. A.; COSTA, A.C. (2009) The simulated effects of iron dust and acidity during the early stages of establishment of two coastal plant Species. Water Air Soil Pollution 196: 287–295.

LACAZ, C. S.; BARUZZI, R. G.; SIQUEIRA Jr., W. *Introdução à Geografia Médica do Brasil*. São Paulo: EDUSP, 1972. 568p.

LAURENTI, R. Mortalidade Brasil – 2000, documento da Internet, 2002. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/sim/dados/cid10/docs/estudo2000.pdf>

LEAL, A.C. **Gestão das águas no Pontal do Paranapanema - São Paulo**. Campinas, 2000. 300p. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas. 2000.

- LEAL, A. C. **Gestão urbana e regional em bacias hidrográficas: interfaces com o gerenciamento de recursos hídricos**. In: BRAGA, R.; CARVALHO, P. F. Recursos hídricos e planejamento urbano e regional. Rio Claro: Laboratório de Planejamento Municipal – Deplan – UNESP – IGCE, 2003, p. 65-86
- LEAL, A. C. Planejamento ambiental de bacias hidrográficas como instrumento para o gerenciamento de recursos hídricos. **Entre-Lugar**, Dourados, ano 3, N.6, p-65-84, 2. Semestre, 2012.
- LEINZ, V.; AMARAL, S. E. *Geologia Geral*. São Paulo: Editora Nacional, 2003.
- LEVY, B. S. & WEGMAN, D. H. – **Occupational Health: Recognizing and Preventing Work-Related Disease and Injury**. 4th ed. Philadelphia. Lippincott Williams & Wilkins, 2000.
- LICHT, O. A. B. *A geoquímica multielementar na gestão ambiental: identificação e caracterização de províncias geoquímicas naturais, alterações antrópicas da paisagem, áreas favoráveis à prospecção mineral e regiões de risco para a saúde no estado do Paraná, Brasil*. 2001. Tese (Doutorado em Geologia Ambiental). Universidade Federal do Paraná, 2001.
- LICHT, O. A. B. *Prospecção Geoquímica: Princípios, técnicas e métodos*. CPRM, 1983.
- LICHT, O. A. B. *Prospecção geoquímica: princípios, técnicas e métodos*. Rio de Janeiro: CPRM, 1998.
- LILIENFELD, A. M. **Foundations of Epidemiology**. 2nd ed. Chapter 1: The Epidemiologic Approach to Disease. London/New York: Oxford University Press, 1980, pp 3–22.
- LIMBERGER, L. Abordagem sistêmica e complexidade na geografia. **Revista Geografia**, v.15, n.2, jul./dez., 2006.
- LOURENÇO, R. W.; LANDIM, P. M. B. Mapeamento das áreas de risco à saúde pública por meio de métodos geoestatísticos. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 21(1):150-160, jan-fev, 2005.
- LUZ, M. T. Complexidade do campo da saúde coletiva; multidisciplinaridade, interdisciplinaridade, e transdisciplinaridade de saberes e práticas – análise sócio-histórica de uma trajetória paradigmática. *Saúde Soc.* São Paulo, v.18, n.2, p.304-311, 2009.
- MAACK, R. Breves Notícias Sobre a Geologia dos Estados do Paraná e Santa Catarina. BRAZILIAN ARCHIVES OF BIOLOGY AND TECHNOLOGY. Jubilee Volume (1946-2001) : pp. 169 - 288, December, 2001.
- MAACK, R. Breves Notícias Sobre a Geologia dos Estados do Paraná e Santa Catarina. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, Curitiba, v.2, 1947.
- MAACK, R. *Geografia física do estado do Paraná*. Curitiba: Secretaria da Cultura e do Esporte do Governo do Estado do Paraná, 1981.
- MAACK, R. *Geografia física do Estado do Paraná*. Publicação Univ. Fed. Do Paraná, Ponta Grossa, 2012. p.347.
- MAACK, R. *Mapa fitogeográfico do Estado do Paraná*. IBPT, 1950.
- MACINTYRE, S.; ELLAWAY, A.; CUMMINS, S. Place effects on health: how can we conceptualise, operationalise and measure them?. *Social Science & Medicine*, 55(1), 125-139, 2002.
- MARANDOLA JR., E.; HOGAN, D.J. Vulnerabilidades e riscos: entre Geografia e Demografia. *Revista Brasileira de Estudos de População*, São Paulo, Abep, v. 22, n. 1, p. 29-53, jan./jun. 2005.
- _____. Natural hazards: o estudo geográfico dos riscos e perigos. *Ambiente & Sociedade*. Campinas, ANPPAS, v. 7, n. 2, p. 95-109, jul./dez. 2004.
- _____. As dimensões da Vulnerabilidade. *São Paulo em Perspectiva*, São Paulo, v. 20, n. 1, p.33-43, jan/ mar. 2006.
- MARHURPAWAR, M. Effectes of heavy metals on human health. Social issues and environmental problems, *International Journal of Research – Granthaalayah*, September, 2015. ISSN: 2350-0530.

- MARTIN, S.; GRISWOLD, W. Human health effects of heavy metals. Environmental Science and Technology briefs for Citizens. Kansas State University, Issue 15, 2009.
- MARTIN, S.; GRISWOLD, W. Human health effects of heavy metals. Environmental Science and Technology briefs for Citizens. Kansas State University, Issue 15, 2009.
- MAY, J. M. *The ecology of human disease*. New York: MD Publications, 1958.
- MAY, J. M., 1950. Medical geography. Its methods and objectives. *Geographical Review*, 40:9-41.
- MCCALLY, M. (ed). *The Environment and Human Health*. MIT press, 2002.
- MEADE, M.S; EARICKSON, R. J. *Medical geography*. Second edition. New York/London: The Guilford Press, 2005.
- MELFI, A. J. ; PICCIRILLO, E. M. ; NARDY, A. J. R. Geological and magmatic aspects of the Parana Basin: an introduction. In: PICCIRILLO E. M. & MELFI, A. J. (Eds.). *The Mesozoic Flood Volcanism of the Parana Basin: petrogenetic and geophysical aspects*. São Paulo: USP, 1988. p. 1-14. 9
- MENDONÇA, F. e KOZEL, S. *Elementos da Epistemologia da Geografia Contemporânea*. Ed. da UFPR, Curitiba/PR, 2004.
- MENEGHEL, S. N. Medicina social – um instrumento para denúncia. *Caderno IHU Idéias*, ano 2, n.15, p.1-27, 2004.
- MENEZES, AMB. Noções básicas de Epidemiologia. In: Luiz Carlos Corrêa da Silva; Ana Maria Baptista Menezes. (Org.). *Epidemiologia das Doenças Respiratórias*. Rio de Janeiro, 2001, v. 1, p. 1-24.
- MILANI, E. J. 2004. Comentários sobre a origem e a evolução tectônica da Bacia do Paraná. In: MANTESSO-NETO V, BARTORELLI A, CARNEIRO CDR & BRITO NEVES BB (Eds.). *Geologia do continente sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*, São Paulo, Beca. p. 265-279.
- MILANI, E.J., THOMAZ FILHO, A. 2000. Sedimentary Basins of South America. In: Cordani, U.G., Milani, E.J., Thomaz Filho, A. Campos, D.A. (eds.). *Tectonic Evolution of South America*. Rio de Janeiro, 31st. IGC, 389-449.
- MINEROPAR. Minerais do Paraná S/A. *Geoquímica de solo – horizonte B: relatório final de projeto*. Curitiba : Mineropar, 2005.
- MOCELLIN, R., FERREIRA, F.. Conectividade e compartimentação dos sistemas aquíferos Serra Geral e Guarani no sudoeste do estado do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, América do Norte, 39, fev. 2009.
- MOCELLIN, R., FERREIRA, F.. Conectividade e compartimentação dos sistemas aquíferos Serra Geral e Guarani no sudoeste do estado do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, América do Norte, 39, fev. 2009.
- MONKEN, M.; PEITER, P.; BARCELLOS, C.; ROJAS, L. I.; NAVARRO, M.; GONDIM, G. M. M., GRACIE, R. O território na saúde: construindo referências para análises em saúde e ambiente.. In: Miranda, Ary Carvalho de; Barcellos, Christovam; Moreira, Josino Costa; Monken, Mauricio. *Território, ambiente e saúde*. Rio de Janeiro, Editora Fiocruz, 2008. p.23-41.
- MOON, G. (Re)placing research on health an health care. *Health and Place*, Kidlington, v. 1, n. 1, p. 1-4, 1995.
- MULLER, N. L. Contribuição ao estudo do norte do Paraná. *Geografia* (Londrina), v.10, n.1, p.89-118, jan/jun, 2001.
- MÜLLER, N. L. Contribuição ao estudo do Norte do Paraná. *Boletim Paulista de Geografia*, São Paulo, n. 22, p. 55-97, mar. /abr. 1956.

- NANNI, A. S. *O flúor em águas do Sistema Aquífero Serra Geral no Rio Grande do Sul: origem e condicionamento geológico*. 2008. 127 f. Tese (Doutorado em Geociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- NASCIMENTO, I. B. do; LARANJA, R. E. de P. Uma discussão teórica sobre a análise sócioambiental e algumas contribuições à geografia da saúde. *Hygeia* 4(7):25-34, Dez/2008.
- NETELER, M.; MITASOVA, H. *Open source gis: A grass gis approach*, 2008.
- NRIAGU, J. O. 1983. *Lead and lead poisoning in antiquity*. New York:Wiley.
- NUNES, E. D. Saúde Coletiva: história de uma idéia e de um conceito. *Saúde e Sociedade*, 3(2):5-21, 1994.
- OKA-FIORI, C & CANALI, N. E. – Geomorfologia do Estado do Paraná. In: Atlas do Estado do Paraná, ITCF, Curitiba, 1987.
- PADIS, Pedro Calil, **Formação de uma economia periférica: o caso do Paraná**. São Paulo: Hucitec, 1981.
- PADIS, Pedro. C. *Formação de uma economia periférica: o caso do Paraná*. São Paulo: Hucitec, 1981.
- PARANÁ. Secretaria de Estado da Saúde do Paraná. *Plano Estadual de Saúde Paraná 2012-2015*. Curitiba: SESA – Secretaria de Estado da Saúde do Paraná, 2013. 220 p.
- PARR, H. Medical geography: critical health geography?. *Progress in Human Geography*, 28(2), 246-257, 2004.
- PASCALICCHIO, A. E. *Contaminação por metais pesados: saúde pública e medicina ortomolecular*. São Paulo: Annablume, 2002.
- PICCIRILLO, E. M.; BELLINI, G.; CAVAZZINI, P.; PETRINI, R.; MELFI, A. J.; PINESE, J. P. P.; ZANTADESCHI, P.; De MIN, A. Lower Cretaceous tholeiitic dyke swarms from the Ponta Grossa Arch (southeast Brazil): petrology, Sr-Nd isotopes and genetic relationships with the Paraná flood volcanics. *Chemical Geology*, v. 89, n.1, p. 19-48, 1990.
- PINESE, J. P. P; GOLONO DE DEUS, A ; ALVES, J. C. ; MORITA, M. C. . Análise da distribuição espacial dos teores de flúor nas bacias hidrográficas do norte do Paraná, Brasil e riscos à saúde coletiva. In: IV International Congress on Risks, 2017, Coimbra. Abstracts IV International Congress on Risks. Coimbra: Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança, 2017. v. 1. p. 353-353.
- PIRES, E. de O. *Geografia da saúde e geologia médica como instrumentos de planejamento e gestão em saúde ambiental: o caso das anomalias de flúor e da fluorose dentária em Itambaracá-PR*. 2008. Dissertação (Mestrado em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento). Universidade Estadual de Londrina, 2008.
- PIVELI, R. P.; KATO, M. T. **Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos**. São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005. 285 p.
- PÓLO, A., ANDREAUX, F., CERRI, C. C., LOBO, M. C. Resíduos orgânicos da agroindústria canavieira: 2. Decomposição biológica sob condições controladas. *STAB, Açúcar, Alcool e Subprodutos*, Piracicaba, v.6, n.3, p.53-56, 1998.
- QUEIROZ, S. S. de. **Uma aplicação do EVA (Economic Value Added) para a agroindústria canavieira do Paraná**. 2007. 103 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Agronegócio) – CCSA, Uniãoeste/Toledo
- RAMOS, T. D. *Avaliação da exposição ambiental ao manganês na população residente no entorno de um estaleiro no município de Angra dos Reis, RJ. (dissertação de mestrado) Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), Rio de Janeiro, 2013.*
- RIBEIRO, A. G. . Caracterização Termopluviométrica da Bacia do Rio Pirapó - Pr.. *Boletim de Geografia* , Maringá, v. 5, n.1, p. 91-135, 1987.

- RIGON, O. **As transformações históricas e a dinâmica atual da paisagem da Bacia hidrográfica do rio Pirapó-PR** (1070-2010). 2012. 188 f. Tese (Doutorado em Geografia). UEM, Maringá, 2012.
- RIGON, O.; PASSOS, M. M. Estudo fisiográfico da bacia hidrográfica do rio Pirapó-PR. **Geografia** (Londrina), v. 23, n. 1, p. 35-56, jan;jul, 2014.
- RIPSA – Rede Interagencial de Informação para Saúde. Indicadores básicos para a saúde no Brasil: conceitos e aplicações. 2 ed. Brasília: Organização pan-Americana da Saúde, 2008.
- RODERJAN, Carlos V.; GALVÃO, Franklin; KUNIYOSHI, Yoshiko S.; HATSCHBACH, Gert G.. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná. **Ciência e Ambiente** **24**: 75-92, 2002.
- ROJAS, I. L. Geografía y salud: temas y perspectivas em América Latina. *Cadernos de Saúde Pública*. vol.14, no. 4, p.701-711. 1998.
- ROJAS, L. I. Geografía y salud. Entre historias, realidades y utopias. In: *Caderno Prudentino de Geografía*. Associação dos geógrafos Brasileiros. Vol.1, n.1, Dezembro de 2003.
- ROLNIK, R.; KLINK, J. Crescimento econômico e desenvolvimento urbano: por que nossas cidades continuam tão precárias?. **Revista Novos Estudos**, n. 89, mar, 2011.
- RUEGG, E. F., **O Impacto Dos Agrotóxicos**. São Paulo – SP: Ícone, 1988.
- RUPPENTHAL, J. E. Toxicologia. Santa Maria:Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria;Rede e-Tec Brasil, 2013.
- SALOMONS, W.; FORSTER, U. 1984. Metals in hydrocycle. Springer- Verlag Eds. 520p.
- SANTOS, A. C. Noções de hidroquímica. In: FILHO, J. M.; FEITOSA, F. A. C. (ORG.). *Hidrogeologia: conceitos e aplicações*. Fortaleza: CPRM/LABHID-UFPE, 1997.
- SANTOS, L. J. C.; OKA-FIORI, C.; CANALI, N. E.; FIORI, A. P.; SILVEIRA, C. T. da; SILVA, J. M. F. da; ROSS, J. L. S. Mapeamento geomorfológico do estado do Paraná. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, ano 7, n.2, p.3-12, 2006.
- SANTOS, M.. Sociedade e espaço: a formação social como teoria e como método. In: Espaço e sociedade: ensaios. Petrópolis: Vozes, 1982, p.9-27.
- SCLIAR, M. História do conceito de saúde. *Physis: Rev. de Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, 17(1):29-41, 2007.
- SELINUS, O.; ALLOWAY, B.; CENTENO, J. A.; FINKLEMAN, R. B.; FUGE, R.; LINDH, U; SMEDELY. P. **Essentials of Medical Geology: Impacts of the Natural Environment on Public Health**. Burlington, MA:Elsevier Academic Press, 2005.
- SEMA – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Bacias hidrográficas do Paraná**: série histórica (2ªed). Curitiba: SEMA, 2013.
- SERRA, E. Os primeiros processos de ocupação da terra e a organização pioneira do espaço agrário no Paraná. **Boletim de Geografia**, Maringá, v.10, n.1, p.61-93, dez. 1992.
- SHUQAIR, S. M. S. **Estudo da contaminação do solo e água subterrânea por elementos tóxicos originados dos rejeitos das minas de carvão de Figueira no estado do Paraná**. São Paulo: USP, 2002. 125p. Tese Doutorado.
- SILVA, A. J. P.; LOPES, R. C.; VASCONCELOS, A. M.; BAHIA, R. B. C. Bacias sedimentares paleozóicas e meso-cenozoicas interiores. In: L. A. Bizzi, C. Schobbenhaus, R. M. Vidotti e J. H. Gonçalves (eds.). **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil**. Brasília: CPRM, 2003.
- SILVA, J. R. C.; PAIVA, J. B. Retenção de sedimentos por cordões de pedra em contorno em uma encosta de Litossolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.9, p.77- 80, 1985
- SILVA, L. F. B. ; Golono de Deus, Angela ; ALVES, J. C. ; PINESE, José Paulo Peccinini . Teores de Flúor na Água de Abastecimento Público de Londrina (PR) no ano de 2011. **Geographia Opportuno Tempore**, v. 1, p. 380-397, 2014.

- SLOVIK P. Perception of risk. **Science** 1987;236:280-5
- SNOEYINK, V.L.; D. JENKINS. 1980. **Water Chemistry**. John Wiley and Sons Inc., N.Y. STUMN,
- SOUZA, M. A. de. Paraná: o quadro geográfico, histórico e econômico do processo de urbanização. **Boletim Paulista de Geografia**, São paulo, n. 46, p. 38-87, 1971.
- SUDERHSA. Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Paraná. **Diagnóstico das Demandas e Disponibilidades Hídricas Superficiais (Definição do Balanço Hídrico)**. Revisão 5. Produto 1.1. Curitiba, 2009.
- SZIKSZAY, M. Geoquímica das águas. **Boletim IG-USP**. Série Didática, n. 5, 1993.
- TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica local. **Revista Uniara**, n. 20, 2007.
- TOMAZI, Nelson Dacio. **“Norte do Paraná” história e fantasmagorias**. 1997. 338 f. Tese (Doutorado em História) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1997.
- TONELLO, K. C. **Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da Cacheira das Pombas, Guanhões. MG**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2005, 69p. (Tese de Mestrado)
- TUCCI, C.E.M. (Org.). **Hidrologia – Ciência e Aplicação**. São Paulo: EDUSP, 1993.
- TUCCI, C.E.M.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETO, O.M. **Gestão de água no Brasil**. Brasília: UNESCO, 2001.
- TUNDISI, J. G. **Água no século 21: enfrentando a escassez**. RIMA/IIIE, 2003. 247p.
- UNDP – United Nations Development Programme. 2014. Human development report 2014. **Communications Development Incorporated**, Washington DC, USA.
- VALENTIM, L. S. O. Consumo de água subterrânea e riscos à saúde. **Informativo SAMA/CVS n. 01/2007**, São Paulo, 2007.
- VASCONCELLOS, Jacqueline Mahnic de. **Considerações sobre a geoquímica das águas superficiais do Alto Rio Paraná, na região de Porto Rico (PR) e as contribuições para a Geografia da Saúde**. 2011. 85f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.
- VEIGA, L.A. **Jaguapitã-PR: pequena cidade da rede urbana norte-paranaense especializada na produção industrial de mesas para bilhar**. 2007. Dissertação (Mestrado em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Programa de Pós Graduação em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento, Centro de Ciências Exatas, Departamento de Geociências, Universidade Estadual de Londrina, 2007.
- VENDRAMEL, E.; KÖHLER, V. B. A história do abastecimento de água em Maringá, estado do Paraná. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 1, p.253-260, 2002.
- VIEITES, R. G.; FREITAS; I. A. de. PAVLOVSKY e SORRE. Duas Importantes Contribuições à Geografia Médica. **Ateliê Geográfico**, Goiânia-GO, v. 1, n. 2, dez/2007, p.187-201.
- VIETRO, A. de F. **A indústria confeccionista no norte do Paraná**. 2011. 189 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Florianópolis, 2011.
- VILELA, R. A. de G.; IGUTI, A. M.; FIGUEIREDO, P. J.; FARIA, M. A. S. de. Saúde ambiental e o desenvolvimento (in)sustentável. **Revista Saúde**, Piracicaba, 5(11):67-77, 2003.
- W.; J. MORGAN. 1996. **Aquatic Chemistry**, John Wiley and Sons Inc., N.Y.
- WEAVER, C.M. 2013. **Potassium and Health**. Adv. Nutr. 4:368S-377S, 2013.
- WHO. World Health Organization. **Guidelines for drinking-water quality: recommendations**. 3 ed. Geneva; 2004. v.1.

WORLD BANK. **Water Resources Management:** a policy paper. Washington, World Bank, 1993.

YABE, M. J. S., OLIVEIRA, E. de. (1998). Metais pesados em águas superficiais como estratégia de caracterização de bacias hidrográficas. *Química Nova*, 21(5), 551-556, 1998.

ANEXOS

ANEXO A

Quadro Q1. Quantidade de óbitos por município para cada grupo de causas (2007 a 2009) – SESA/PR.

	2007								2008								2009							
	Neoplasias	DENM	TMC	DSN	DAC	DAR	DAD	DAG	Neoplasias	DENM	TMC	DSN	DAC	DAR	DAD	DAG	Neoplasias	DENM	TMC	DSN	DAC	DAR	DAD	DAG
Ângulo	2	3	0	0	5	2	1	0	1	2	1	2	5	2	1	0	2	0	0	0	6	4	2	0
Apucarana	117	40	8	21	254	97	45	16	90	47	12	22	241	85	57	13	120	53	21	32	250	93	62	13
Arapongas	102	41	3	12	181	51	35	3	81	41	4	19	174	80	30	13	115	46	8	16	228	74	26	24
Astorga	25	9	0	4	59	19	8	2	24	9	4	4	67	14	14	3	27	12	0	6	73	23	13	2
Atalaia	1	2	0	2	9	0	5	0	5	2	0	0	6	3	2	0	2	2	0	0	12	5	0	1
Cambira	10	4	0	0	24	2	3	0	10	4	2	2	17	6	2	0	8	2	0	1	12	9	2	2
Colorado	20	14	2	0	52	15	10	0	18	22	2	4	42	15	10	2	30	7	1	5	42	14	4	4
Cruzeiro do Sul	8	2	0	0	7	0	1	0	8	5	1	2	12	3	0	0	4	1	2	2	9	5	0	0
Flórida	2	1	0	0	7	2	2	1	2	0	0	1	6	2	0	0	4	0	0	0	8	3	1	0
Guaraci	4	1	0	0	20	3	3	0	8	2	0	1	20	3	0	1	7	3	1	0	10	5	4	1
Iguaraçu	2	1	3	0	9	2	4	0	2	0	0	0	12	0	3	0	4	4	0	0	10	3	1	0
Inajá	5	4	1	0	4	0	0	2	7	3	1	0	7	1	0	0	3	1	0	1	5	0	0	3
Itaguajé	6	1	0	0	15	1	1	2	6	2	0	0	24	0	0	0	5	2	2	1	15	2	4	0
Jaguapitã	17	3	1	3	22	15	4	1	17	3	2	2	22	11	5	0	18	4	0	3	26	12	6	0
Jandaia do Sul	23	16	1	1	45	11	8	2	24	12	3	4	37	22	9	2	30	12	2	2	65	17	10	2
Jardim Olinda	2	1	0	0	4	1	0	2	2	1	0	0	1	1	2	0	2	0	1	0	3	0	1	0
Lobato	1	2	0	0	8	2	0	1	4	0	0	0	10	4	0	0	6	0	0	1	6	3	2	0
Mandaguaçu	17	7	0	1	35	5	2	0	21	6	1	4	32	11	8	1	21	10	1	1	41	10	8	3
Mandaguari	34	11	4	6	90	22	8	4	38	7	2	7	82	24	19	4	41	7	3	6	78	26	13	8
Marialva	22	4	1	4	68	19	14	4	29	11	5	1	76	22	12	5	31	11	3	1	78	26	5	3
Maringá	328	108	22	73	587	235	104	49	355	101	29	65	549	209	95	59	352	125	18	65	571	249	96	51
Munhoz de Melo	5	2	0	0	12	0	0	0	0	0	0	1	9	5	0	0	7	0	0	0	7	9	0	1
Nossa Senhora das Graças	1	1	0	0	7	4	1	0	1	0	1	1	6	0	1	0	2	3	0	0	9	1	1	1
Nova Esperança	39	17	1	7	69	18	15	5	31	7	0	6	69	18	9	4	35	15	1	4	59	28	12	2
Paranacity	14	3	0	2	23	6	2	0	3	4	2	1	21	10	5	2	8	2	0	2	21	3	4	1
Paranapoema	4	3	0	0	7	1	4	0	3	2	0	0	8	3	2	1	2	0	1	1	5	2	2	1
Pitangueiras	3	1	0	0	4	1	0	0	2	2	0	2	1	3	2	0	3	0	0	0	8	1	3	0
Presidente Castelo Branco	5	5	0	2	9	1	3	0	1	5	0	0	13	2	1	0	6	1	0	1	14	3	4	0
Rolândia	71	26	2	8	125	35	19	7	56	25	4	5	96	33	18	4	65	24	7	10	98	34	14	8
Sabáudia	6	1	1	0	17	2	3	0	3	2	1	0	16	6	2	0	5	1	0	0	16	3	1	1
Santa Fé	13	1	0	0	26	7	2	1	15	3	0	1	24	4	7	1	12	4	0	0	21	6	6	1
Santa Inês	0	1	0	0	7	1	0	0	2	3	0	0	5	0	2	0	1	1	0	0	3	0	2	0
Santo Inácio	8	2	0	2	21	4	1	0	7	3	0	1	27	4	2	0	6	3	1	0	19	1	2	0
Sarandi	48	37	9	12	136	64	22	19	66	33	11	11	173	59	26	18	73	32	2	14	141	56	27	6
Uniflor	6	0	0	0	8	1	0	0	1	0	0	0	4	3	1	0	2	1	0	0	2	1	2	0

ANEXO B

Quadro Q2. Quantidade de óbitos por município para cada grupo de causas (2010 a 2012) – SESA/PR.

	2010								2011								2012							
	Neoplasias	DENM	TMC	DSN	DAC	DAR	DAD	DAG	Neoplasias	DENM	TMC	DSN	DAC	DAR	DAD	DAG	Neoplasias	DENM	TMC	DSN	DAC	DAR	DAD	DAG
Ângulo	7	3	0	1	4	5	1	1	5	2	1	0	11	0	1	0	2	0	0	1	10	2	2	0
Apucarana	144	58	12	33	236	82	48	18	142	51	10	27	268	113	60	13	142	57	12	34	248	83	61	19
Arapongas	142	46	7	14	226	83	30	14	102	46	12	17	258	70	52	14	137	50	9	33	255	92	41	22
Astorga	31	9	1	3	53	11	9	3	40	14	4	4	75	11	8	5	36	12	4	11	63	20	10	5
Atalaia	4	2	0	0	6	1	2	0	4	2	0	0	11	6	3	1	2	2	0	1	9	2	1	1
Cambira	9	3	0	4	10	4	4	0	8	0	2	3	18	4	1	1	7	3	0	2	18	9	4	2
Colorado	28	17	1	2	48	21	12	3	26	16	2	9	62	16	13	1	29	12	1	3	60	25	9	8
Cruzeiro do Sul	5	1	1	1	10	2	1	1	11	2	2	1	10	2	6	1	8	3	0	0	14	2	0	0
Flórida	3	1	1	1	6	1	1	1	6	0	0	1	8	0	0	0	4	0	0	1	7	2	2	0
Guaraci	11	3	0	1	14	4	3	2	10	2	0	1	23	0	5	0	5	4	0	0	22	4	2	1
Iguaraçu	6	0	2	1	8	1	0	0	4	0	0	2	13	4	0	0	6	2	0	1	9	0	1	1
Inajá	5	1	1	1	3	3	3	0	1	3	0	0	9	4	1	0	6	1	0	0	5	0	5	0
Itaguajé	5	0	0	0	16	2	0	1	8	0	0	1	25	1	0	1	7	0	0	0	15	3	0	0
Jaguapitã	16	6	3	2	31	11	3	1	15	9	3	3	43	14	7	2	17	5	2	2	34	11	5	2
Jandaia do Sul	24	11	4	5	49	19	9	1	27	19	4	4	67	16	6	1	35	15	7	7	54	13	9	4
Jardim Olinda	4	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	8	0	0	0	1	0	0	0	4	1	0	0
Lobato	3	0	0	1	12	3	0	2	8	2	0	0	8	5	2	0	5	2	0	1	13	0	2	0
Mandaguaçu	18	5	4	3	38	12	9	4	25	7	2	1	42	14	4	2	18	7	0	2	37	11	9	3
Mandaguari	39	18	6	5	59	29	23	6	40	21	2	3	83	27	15	6	40	16	0	6	61	27	14	7
Marialva	30	14	2	3	60	30	13	5	44	12	4	10	56	31	13	5	33	6	2	9	63	14	8	2
Maringá	410	123	26	95	539	259	114	61	360	134	22	103	547	243	125	66	428	134	11	122	547	189	105	60
Munhoz de Melo	5	1	0	1	8	3	3	2	3	0	0	0	11	2	2	2	2	0	1	1	8	1	2	1
Nossa Senhora das Graças	4	2	0	2	6	2	2	1	1	2	0	1	15	2	2	0	3	2	0	3	13	1	0	1
Nova Esperança	37	12	3	4	76	15	14	5	36	11	2	3	80	23	12	4	33	11	1	15	62	22	17	5
Paranacity	16	10	0	4	21	3	6	2	8	5	1	0	17	7	3	1	11	4	0	4	18	7	5	2
Paranapoema	7	1	0	0	6	0	3	0	2	2	0	0	12	0	3	1	5	0	0	0	7	1	1	1
Pitangueiras	2	1	0	0	3	1	0	1	3	0	0	1	9	2	0	1	1	2	3	0	3	4	0	0
Presidente Castelo Branco	4	2	0	0	5	1	3	3	5	3	0	0	5	4	3	0	4	2	0	1	13	1	1	0
Rolândia	59	35	6	7	109	58	21	7	80	26	12	12	122	36	19	5	78	14	7	12	106	64	17	12
Sabáudia	9	2	1	0	15	8	0	0	4	3	1	0	15	3	3	0	7	2	0	2	18	10	2	0
Santa Fé	14	3	1	4	22	3	2	0	11	2	0	3	19	7	2	2	8	0	5	3	24	8	4	0
Santa Inês	3	2	0	1	8	1	1	1	2	0	0	2	10	2	1	0	2	0	0	0	3	3	0	1
Santo Inácio	7	2	1	1	13	3	0	3	2	2	0	0	15	4	4	2	7	1	0	2	7	4	0	2
Sarandi	60	49	6	9	162	54	34	7	84	31	5	17	171	64	32	14	61	39	6	16	176	62	44	18
Uniflor	4	0	0	0	5	3	3	0	2	2	1	0	7	1	1	0	1	0	1	0	5	0	0	0

ANEXO C

Quadro Q3. Quantidade de óbitos por município para cada grupo de causas (2013 a 2015) – SESA/PR.

	2013								2014								2015							
	Neoplasias	DENM	TMC	DSN	DAC	DAR	DAD	DAG	Neoplasias	DENM	TMC	DSN	DAC	DAR	DAD	DAG	Neoplasias	DENM	TMC	DSN	DAC	DAR	DAD	DAG
Ângulo	3	3	0	0	2	4	1	0	2	0	0	0	6	2	0	0	4	3	0	2	7	0	1	0
Apucarana	180	51	4	35	300	82	46	30	164	59	6	29	292	75	57	26	133	37	12	26	333	119	46	12
Arapongas	135	40	9	26	207	79	41	25	122	40	10	21	187	82	40	30	121	42	7	24	226	110	36	21
Astorga	31	15	4	3	51	13	12	4	30	14	2	8	58	17	13	4	35	9	2	6	59	12	10	4
Atalaia	2	3	0	0	9	1	4	0	3	4	0	0	11	7	3	3	6	3	0	0	13	6	2	1
Cambira	5	5	2	3	17	9	1	1	4	5	1	1	11	6	0	1	5	5	2	2	18	12	3	4
Colorado	29	21	2	3	55	24	9	9	22	12	0	3	36	16	10	6	26	12	0	6	55	24	11	4
Cruzeiro do Sul	1	3	1	1	11	10	5	0	6	6	0	0	12	3	1	1	3	6	0	1	11	1	1	1
Flórida	1	1	1	1	8	0	1	0	2	0	0	0	2	2	1	1	4	1	1	0	10	3	3	0
Guaraci	6	2	1	0	16	2	0	0	11	3	0	0	13	10	3	1	10	2	0	2	9	8	1	2
Iguaraçu	5	2	0	0	5	3	2	0	8	3	0	0	7	4	2	1	3	1	1	2	9	2	1	0
Inajá	4	0	0	0	8	4	0	0	1	0	0	0	12	0	1	1	3	0	1	1	9	0	1	1
Itaguajé	2	1	0	3	17	3	1	1	4	0	1	0	7	4	0	0	5	2	0	0	11	3	1	0
Jaguapitã	16	10	2	4	25	14	5	5	25	10	0	1	20	14	7	3	16	9	0	2	35	9	5	2
Jandaia do Sul	27	10	4	6	59	13	8	3	40	10	1	5	53	20	9	2	40	12	4	4	53	30	8	7
Jardim Olinda	1	1	0	0	1	3	4	0	2	1	1	0	5	1	0	0	2	0	0	0	3	0	1	0
Lobato	7	2	0	2	7	5	4	1	13	2	2	0	16	5	0	2	5	1	0	1	3	2	3	1
Mandaguaçu	22	12	0	3	37	16	5	2	20	8	2	2	40	9	8	10	38	12	4	4	35	12	7	3
Mandaguari	28	25	5	7	74	30	20	8	32	12	2	8	73	36	7	5	39	14	2	6	92	41	11	8
Marialva	55	14	3	12	59	25	12	4	30	11	4	7	55	36	6	9	38	20	9	12	61	26	10	11
Maringá	430	131	19	102	564	228	130	78	440	120	3	108	545	255	112	82	458	97	17	91	590	221	126	95
Munhoz de Melo	14	0	0	0	5	3	1	1	5	1	0	2	9	2	1	2	7	1	0	1	7	3	0	1
Nossa Senhora das Graças	5	4	0	0	6	5	0	1	7	3	0	3	8	5	1	1	4	3	0	0	5	4	2	0
Nova Esperança	37	14	0	11	47	12	15	5	48	20	3	10	54	29	19	11	35	12	2	8	57	29	14	7
Paranacity	10	7	0	1	14	7	3	3	11	3	1	2	14	5	4	0	6	2	2	2	11	8	4	5
Paranapoema	4	1	0	0	7	4	3	0	2	1	0	0	7	0	0	0	1	1	1	0	7	4	0	0
Pitangueiras	3	0	0	0	10	2	0	2	1	1	0	1	5	0	1	0	5	1	0	1	8	0	1	1
Presidente Castelo Branco	9	3	0	2	12	1	5	1	6	1	0	0	1	2	3	1	7	0	0	3	7	3	0	1
Rolândia	79	25	6	15	138	53	22	8	73	30	6	17	141	73	25	9	92	39	4	13	132	57	13	11
Sabáudia	9	5	0	0	17	6	3	0	6	4	0	2	13	6	5	0	15	2	0	0	17	6	1	1
Santa Fé	16	4	2	3	27	15	3	1	15	1	0	1	20	11	1	0	16	2	0	1	21	11	3	2
Santa Inês	2	1	0	0	7	1	2	0	2	1	0	1	7	1	0	1	2	2	0	0	5	1	2	0
Santo Inácio	10	1	0	1	10	3	2	0	5	3	1	1	14	3	1	0	7	3	0	0	14	5	3	5
Sarandi	77	35	9	12	179	50	32	14	78	25	7	12	154	46	21	16	80	26	4	10	150	59	37	20
Uniflor	1	0	0	1	5	2	0	0	4	1	0	1	7	0	0	2	1	0	0	0	5	3	3	2

ANEXO D

Quadro Q4. Quantidade de óbitos por município para cada grupo de causas (2016 a 2017) – SESA/PR.

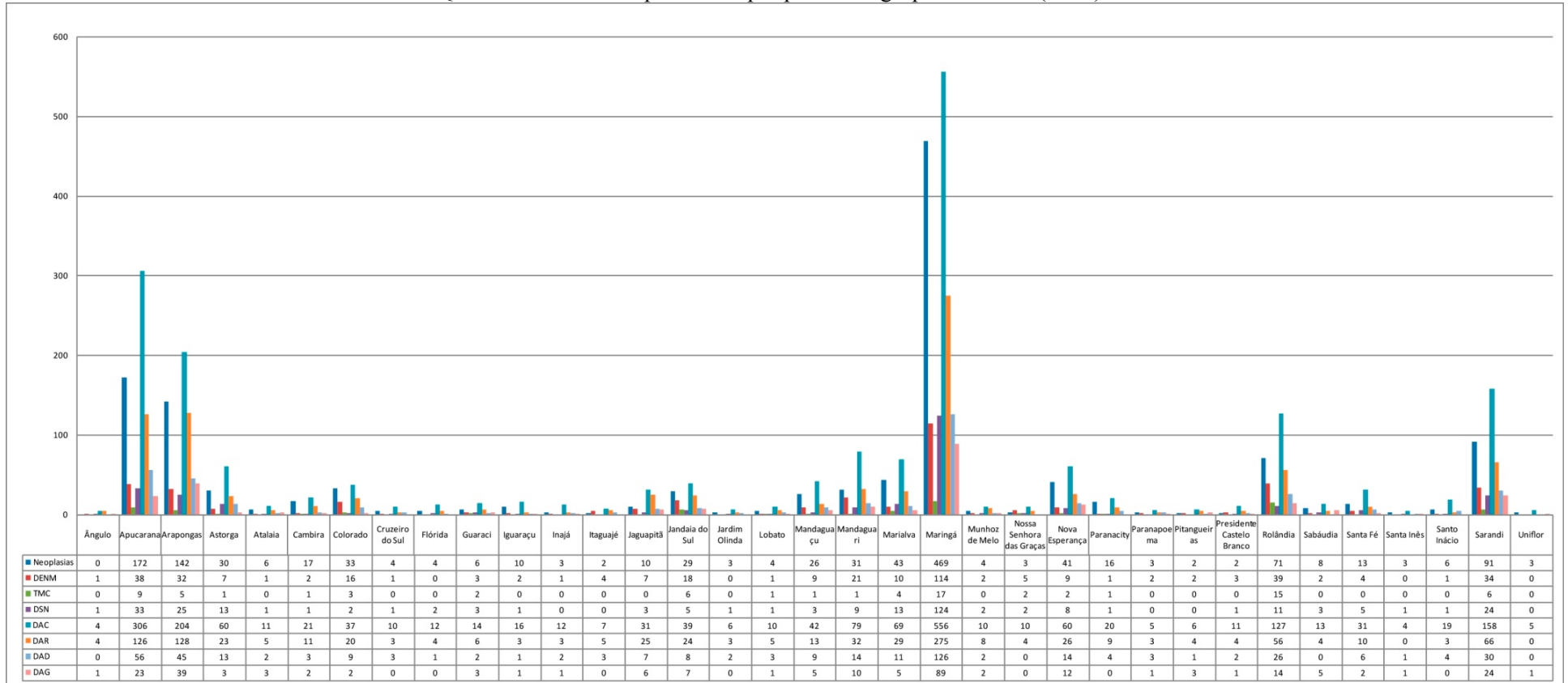
	2016								2017							
	Neoplasias	DENM	TMC	DSN	DAC	DAR	DAD	DAG	Neoplasias	DENM	TMC	DSN	DAC	DAR	DAD	DAG
Ângulo	0	1	0	1	4	4	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1
Apucarana	172	38	9	33	306	126	56	23	101	29	3	8	160	57	27	18
Arapongas	142	32	5	25	204	128	45	39	80	17	4	12	111	57	21	15
Astorga	30	7	1	13	60	23	13	3	22	4	0	2	47	9	5	1
Atalaia	6	1	0	1	11	5	2	3	2	0	0	3	5	2	0	0
Cambira	17	2	1	1	21	11	3	2	3	1	0	1	13	5	1	2
Colorado	33	16	3	2	37	20	9	2	16	3	0	4	22	14	4	3
Cruzeiro do Sul	4	1	0	1	10	3	3	0	3	1	1	0	3	4	4	1
Flórida	4	0	0	2	12	4	1	0	0	0	0	2	1	2	2	0
Guaraci	6	3	2	3	14	6	2	3	3	2	0	0	5	5	0	0
Iguaraçu	10	2	0	1	16	3	1	1	2	1	0	0	5	0	0	1
Inajá	3	1	0	0	12	3	2	1	0	0	0	0	7	1	0	0
Itaguajé	2	4	0	0	7	5	3	0	1	3	0	0	6	1	0	0
Jaguapitã	10	7	0	3	31	25	7	6	5	6	1	2	14	7	1	1
Jandaia do Sul	29	18	6	5	39	24	8	7	18	6	1	4	33	16	11	1
Jardim Olinda	3	0	0	1	6	3	2	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Lobato	4	1	1	1	10	5	3	1	2	1	0	0	11	3	1	1
Mandaguaçu	26	9	1	3	42	13	9	5	14	5	0	3	19	11	3	4
Mandaguari	31	21	1	9	79	32	14	10	28	13	1	1	34	3	10	2
Marialva	43	10	4	13	69	29	11	5	22	5	3	3	33	12	4	2
Maringá	469	114	17	124	556	275	126	89	279	43	5	69	285	132	58	62
Munhoz de Melo	4	2	0	2	10	8	2	2	5	3	0	1	3	2	0	0
Nossa Senhora das Graças	3	5	2	2	10	4	0	0	0	1	0	0	3	3	5	0
Nova Esperança	41	9	2	8	60	26	14	12	14	11	0	6	31	14	8	3
Paranacity	16	1	1	1	20	9	4	0	5	1	1	1	10	5	1	1
Paranapoema	3	2	0	0	5	3	3	1	2	0	0	0	5	2	1	0
Pitangueiras	2	2	0	0	6	4	1	3	3	0	0	0	4	5	2	1
Presidente Castelo Branco	2	3	0	1	11	4	2	1	3	0	0	0	4	1	1	1
Rolândia	71	39	15	11	127	56	26	14	59	14	9	6	55	34	13	6
Sabáudia	8	2	0	3	13	4	0	5	2	0	0	0	4	3	0	2
Santa Fé	13	4	0	5	31	10	6	2	8	2	1	2	7	2	3	1
Santa Inês	3	0	0	1	4	0	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0
Santo Inácio	6	1	0	1	19	3	4	0	4	2	0	0	10	3	1	1
Sarandi	91	34	6	24	158	66	30	24	61	18	3	8	77	31	19	12
Uniflor	3	0	0	0	5	0	0	1	3	2	0	1	1	2	2	1

ANEXO E

Quadro Q5. Taxas de mortalidade por município para cada grupo de causas (2016 a 2017) – SESA/PR.

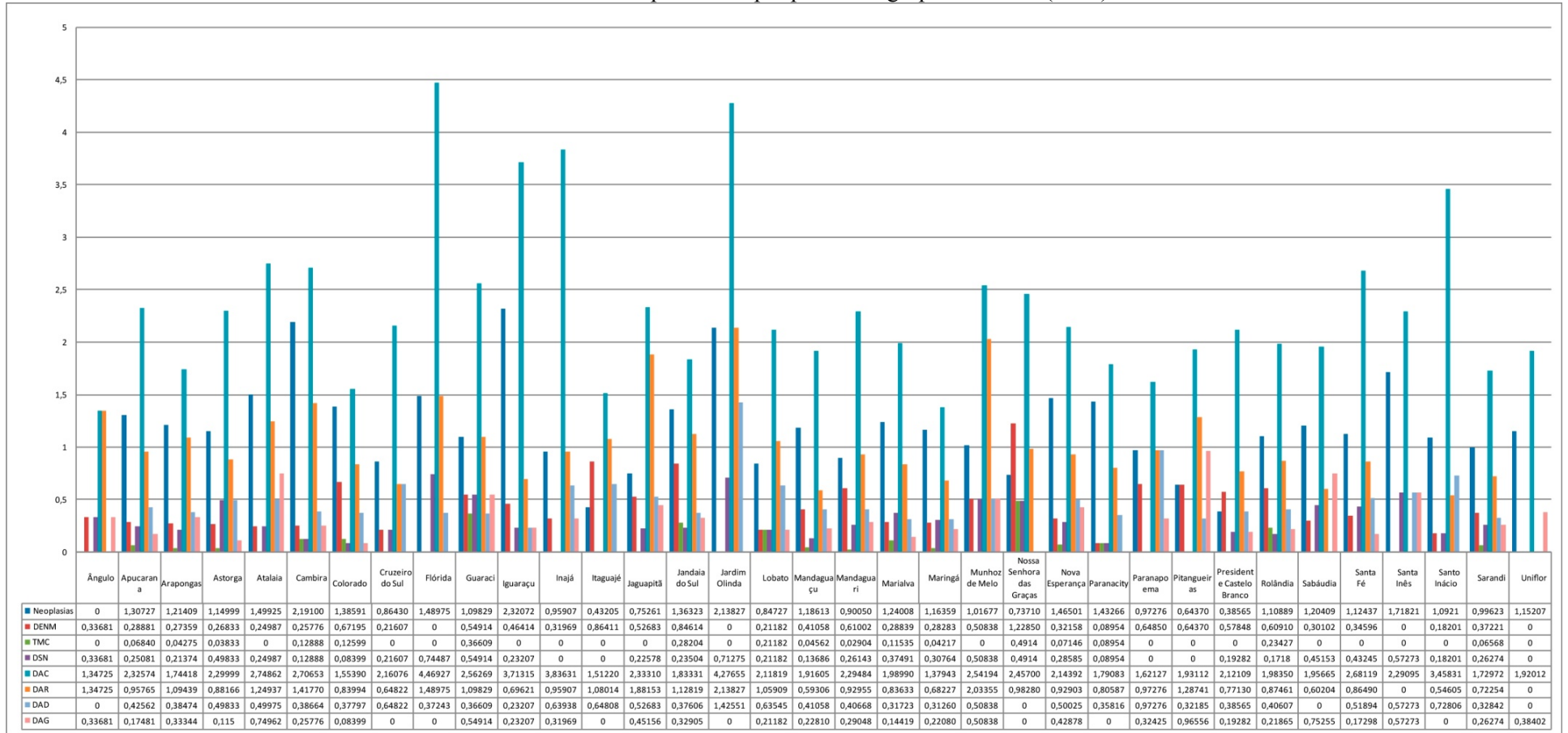
	2016							
	Neoplasias	DENM	TMC	DSN	DAC	DAR	DAD	DAG
Ângulo	0	0,336814	0	0,336814	1,347255	1,347255	0	0,336814
Apucarana	1,30727896	0,288817	0,068404	0,250815	2,32574	0,957658	0,425626	0,174811
Arapongas	1,214090287	0,273598	0,04275	0,213748	1,744186	1,094391	0,384747	0,333447
Astorga	1,149998083	0,268333	0,038333	0,498333	2,299996	0,881665	0,498333	0,115
Atalaia	1,499250375	0,249875	0	0,249875	2,748626	1,249375	0,49975	0,749625
Cambira	2,191003995	0,257765	0,128883	0,128883	2,706534	1,417708	0,386648	0,257765
Colorado	1,385914073	0,671958	0,125992	0,083995	1,553904	0,839948	0,377977	0,083995
Cruzeiro do Sul	0,864304235	0,216076	0	0,216076	2,160761	0,648228	0,648228	0
Flórida	1,489757914	0	0	0,744879	4,469274	1,489758	0,372439	0
Guaraci	1,098297639	0,549149	0,366099	0,549149	2,562694	1,098298	0,366099	0,549149
Iguaçu	2,320724066	0,464145	0	0,232072	3,713159	0,696217	0,232072	0,232072
Inajá	0,959079284	0,319693	0	0	3,836317	0,959079	0,639386	0,319693
Itaguajé	0,43205876	0,864118	0	0	1,512206	1,080147	0,648088	0
Jaguapitã	0,752615338	0,526831	0	0,225785	2,333108	1,881538	0,526831	0,451569
Jandaia do Sul	1,363230386	0,846143	0,282048	0,23504	1,83331	1,128191	0,376064	0,329056
Jardim Olinda	2,138275125	0	0	0,712758	4,27655	2,138275	1,425517	0
Lobato	0,847278119	0,21182	0,21182	0,21182	2,118195	1,059098	0,635459	0,21182
Mandaguaçu	1,186131387	0,410584	0,04562	0,136861	1,916058	0,593066	0,410584	0,228102
Mandaguari	0,900508351	0,610022	0,029049	0,261438	2,294844	0,929557	0,406681	0,290487
Marialva	1,240086518	0,288392	0,115357	0,37491	1,989906	0,836337	0,317231	0,144196
Maringá	1,163589811	0,282834	0,042177	0,307644	1,379437	0,682275	0,312606	0,220809
Munhoz de Melo	1,016776817	0,508388	0	0,508388	2,541942	2,033554	0,508388	0,508388
Nossa Senhora das Graças	0,737100737	1,228501	0,4914	0,4914	2,457002	0,982801	0	0
Nova Esperança	1,465018223	0,321589	0,071464	0,285857	2,143929	0,929036	0,50025	0,428786
Paranacity	1,432664756	0,089542	0,089542	0,089542	1,790831	0,805874	0,358166	0
Paranapoema	0,972762646	0,648508	0	0	1,621271	0,972763	0,972763	0,324254
Pitangueiras	0,643707757	0,643708	0	0	1,931123	1,287416	0,321854	0,965562
Presidente Castelo Branco	0,385653683	0,578481	0	0,192827	2,121095	0,771307	0,385654	0,192827
Rolândia	1,108889861	0,609109	0,234273	0,1718	1,983507	0,874617	0,406072	0,218654
Sabáudia	1,204093919	0,301023	0	0,451535	1,956653	0,602047	0	0,752559
Santa Fé	1,124372946	0,345961	0	0,432451	2,681197	0,864902	0,518941	0,17298
Santa Inês	1,718213058	0	0	0,572738	2,290951	0	0,572738	0,572738
Santo Inácio	1,092100473	0,182017	0	0,182017	3,458318	0,54605	0,728067	0
Sarandi	0,996234016	0,372219	0,065686	0,262743	1,729725	0,722543	0,328429	0,262743
Uniflor	1,152073733	0	0	0	1,920123	0	0	0,384025

ANEXO F
Gráfico G1. Quantidade de óbitos por município para cada grupo de causas (2016) - SESA/PR



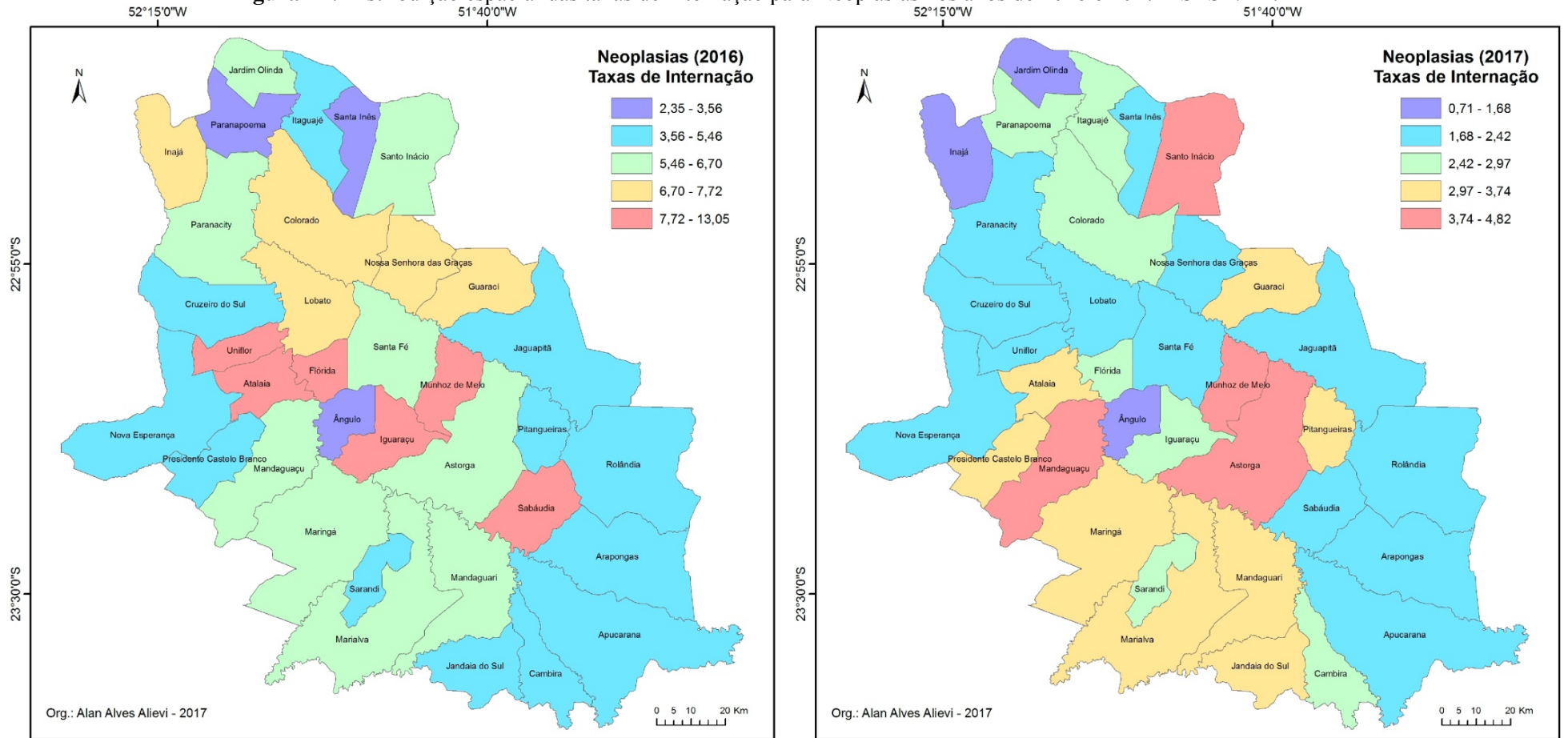
ANEXO G

Gráfico G2. Taxas de Mortalidade por município para cada grupo de causas (2016) SESA/PR.



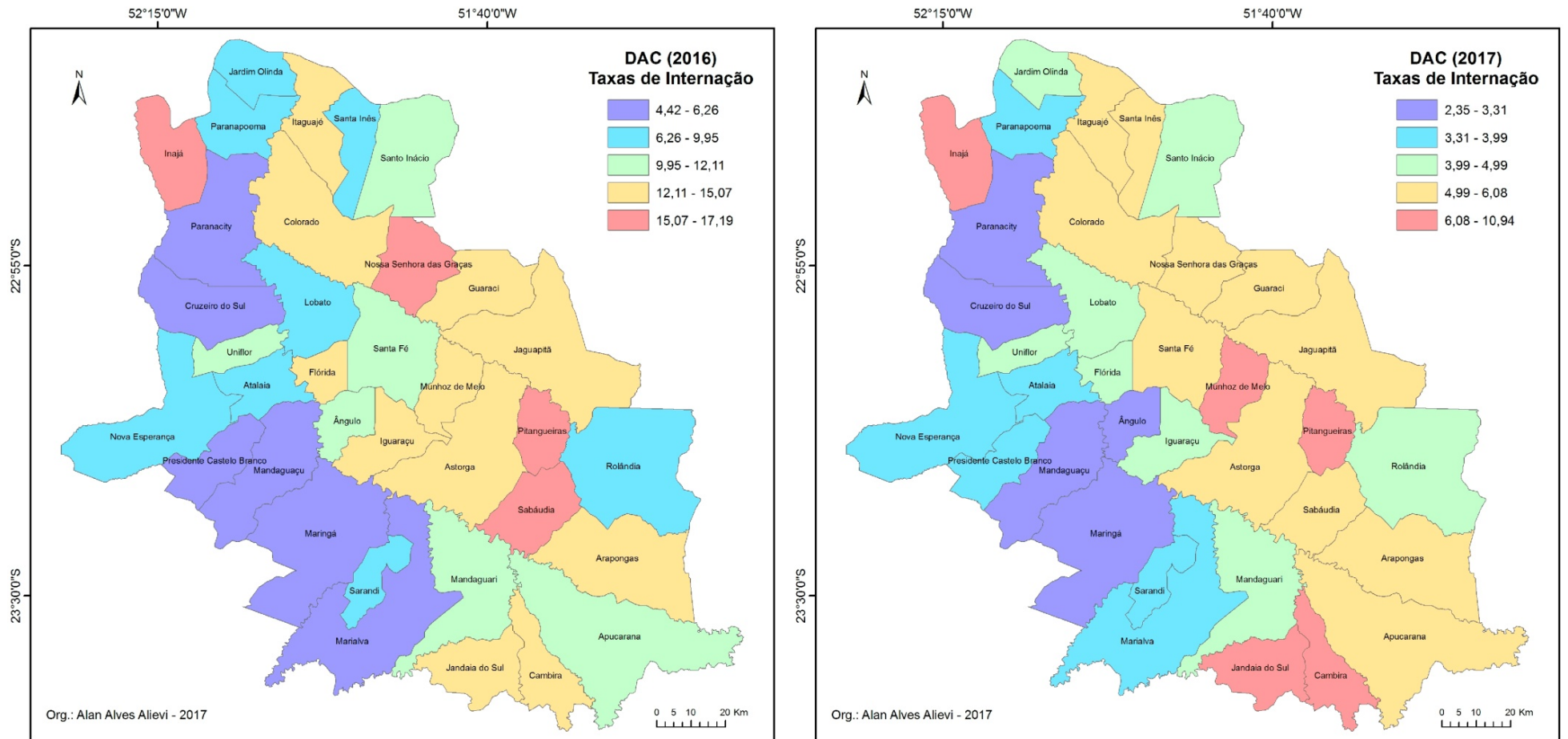
ANEXO H

Figura F1. Distribuição espacial das taxas de internação para Neoplasias nos anos de 2016 e 2017 – SESA/PR.



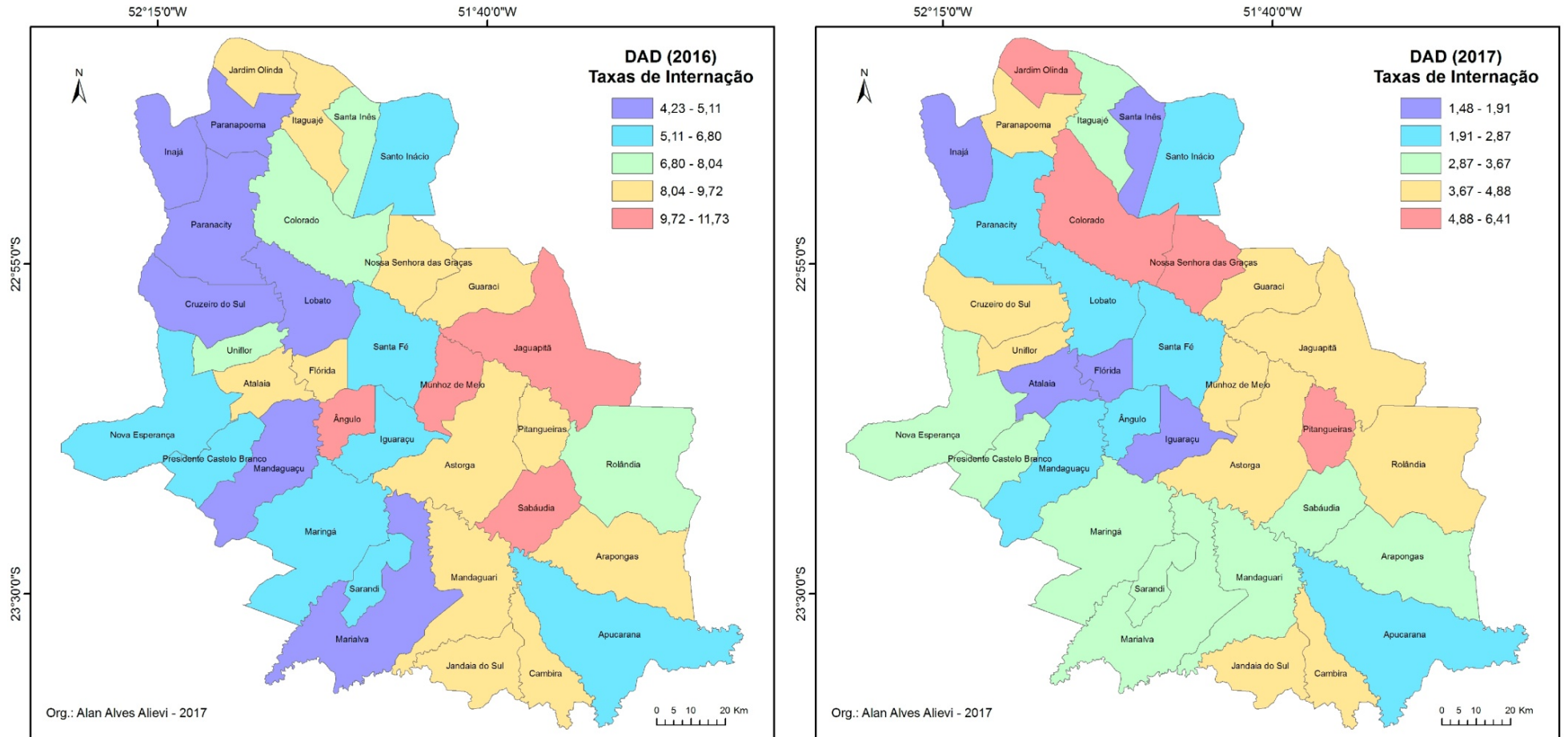
ANEXO I

Figura F2. Distribuição espacial das taxas de internação para DAC nos anos de 2016 e 2017 – SESA/PR.



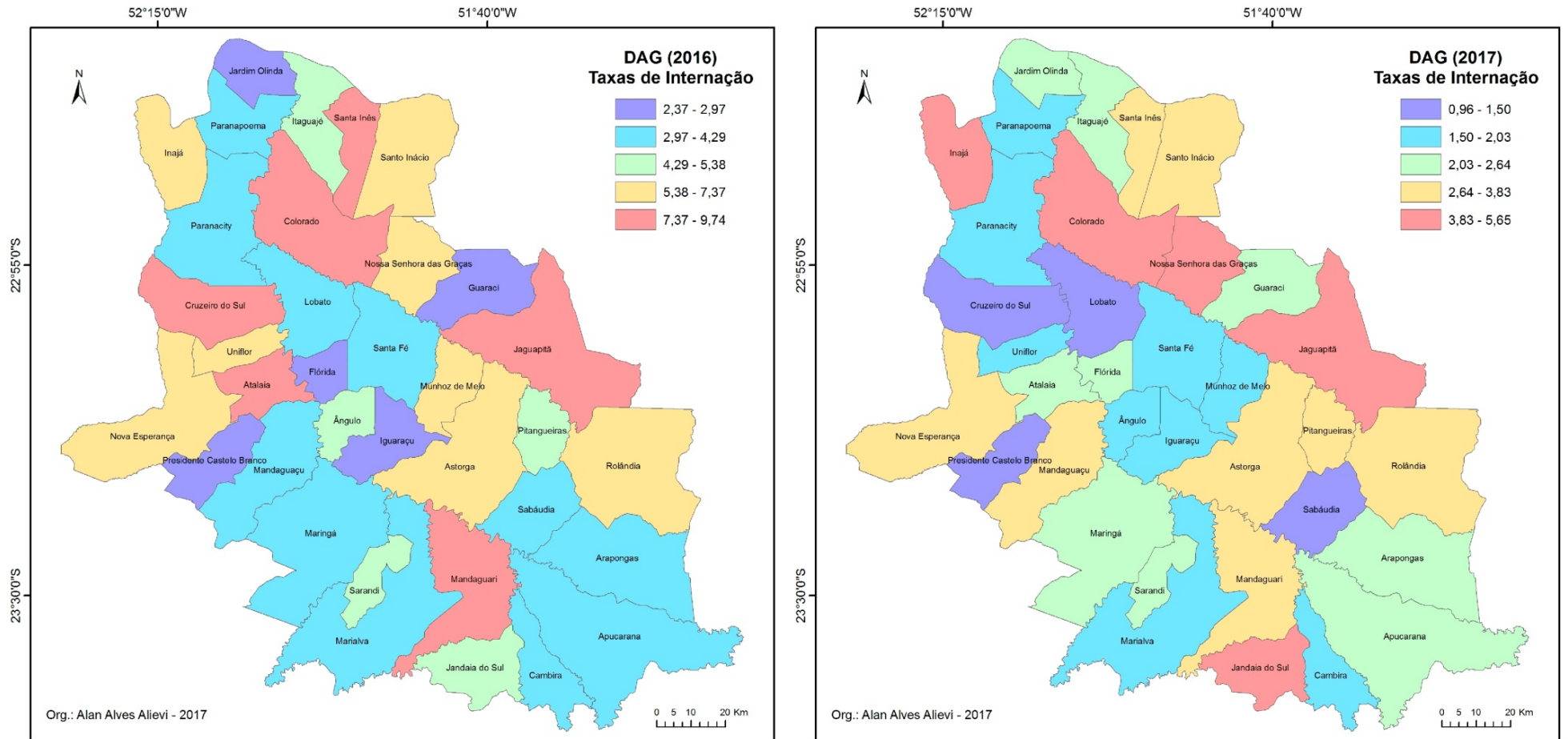
ANEXO J

Figura F3. Distribuição espacial das taxas de internação para DAD nos anos de 2016 e 2017 – SESA/PR.



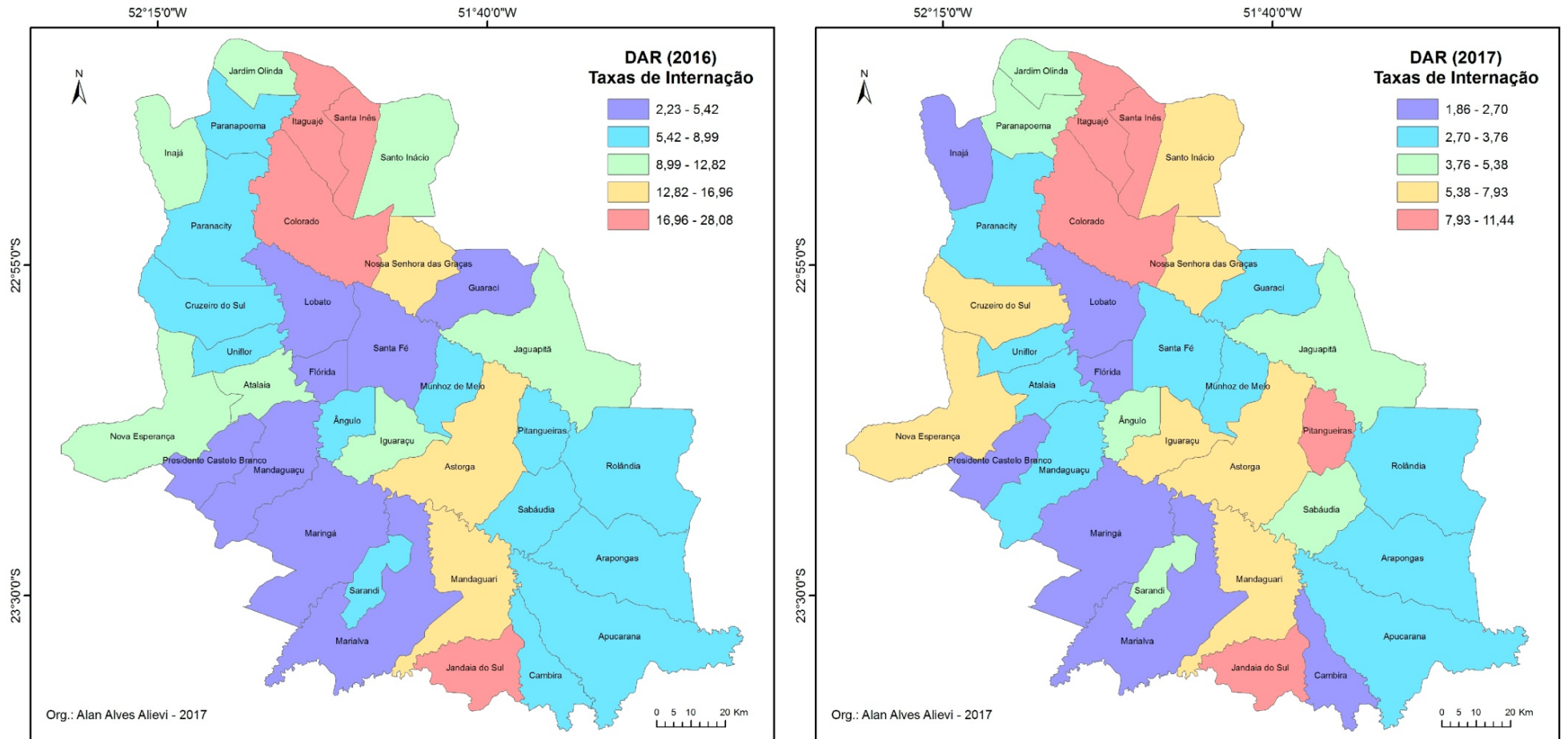
ANEXO K

Figura F4. Distribuição espacial das taxas de internação para DAG nos anos de 2016 e 2017 – SESA/PR.



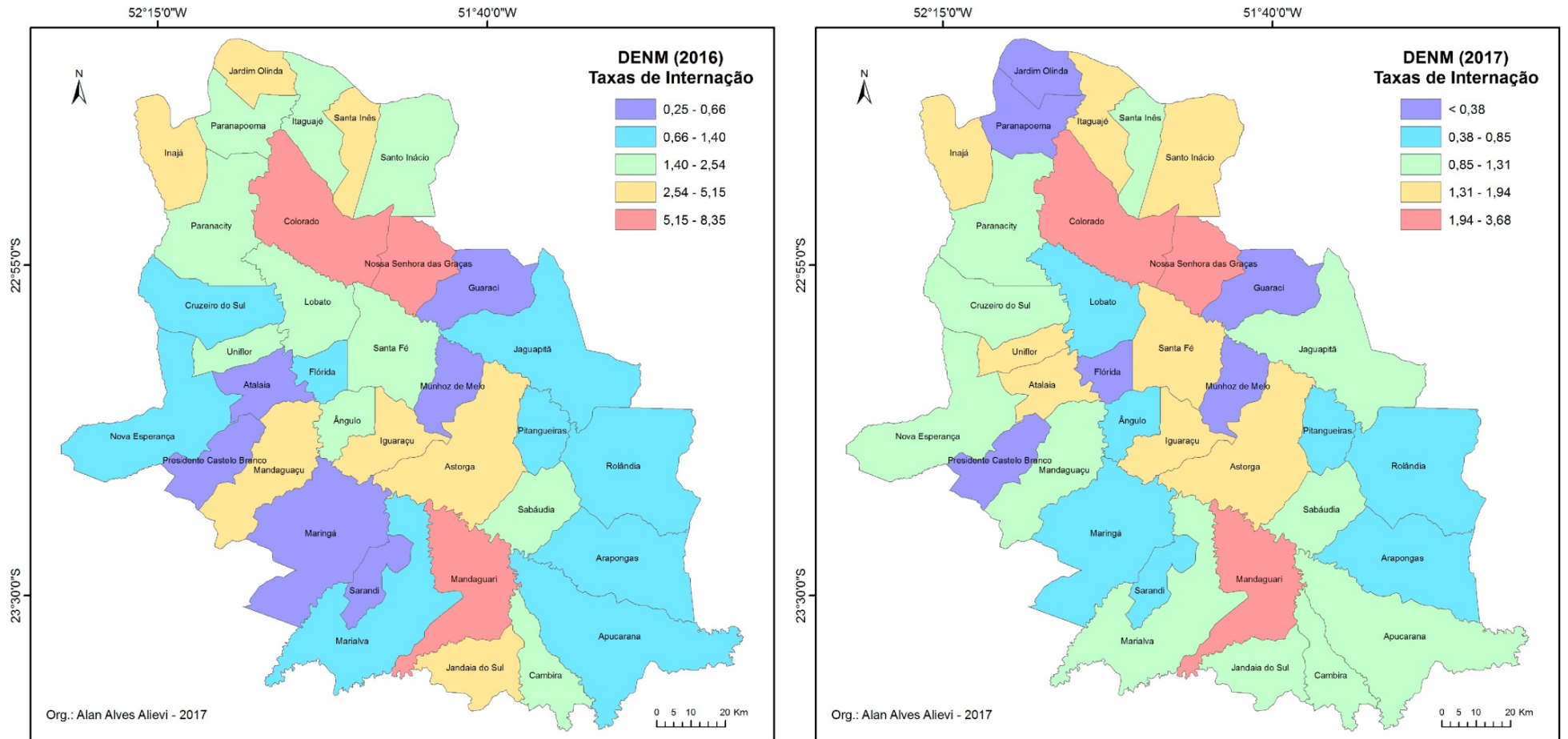
ANEXO L

Figura F5. Distribuição espacial das taxas de internação para DAR nos anos de 2016 e 2017 – SESA/PR.



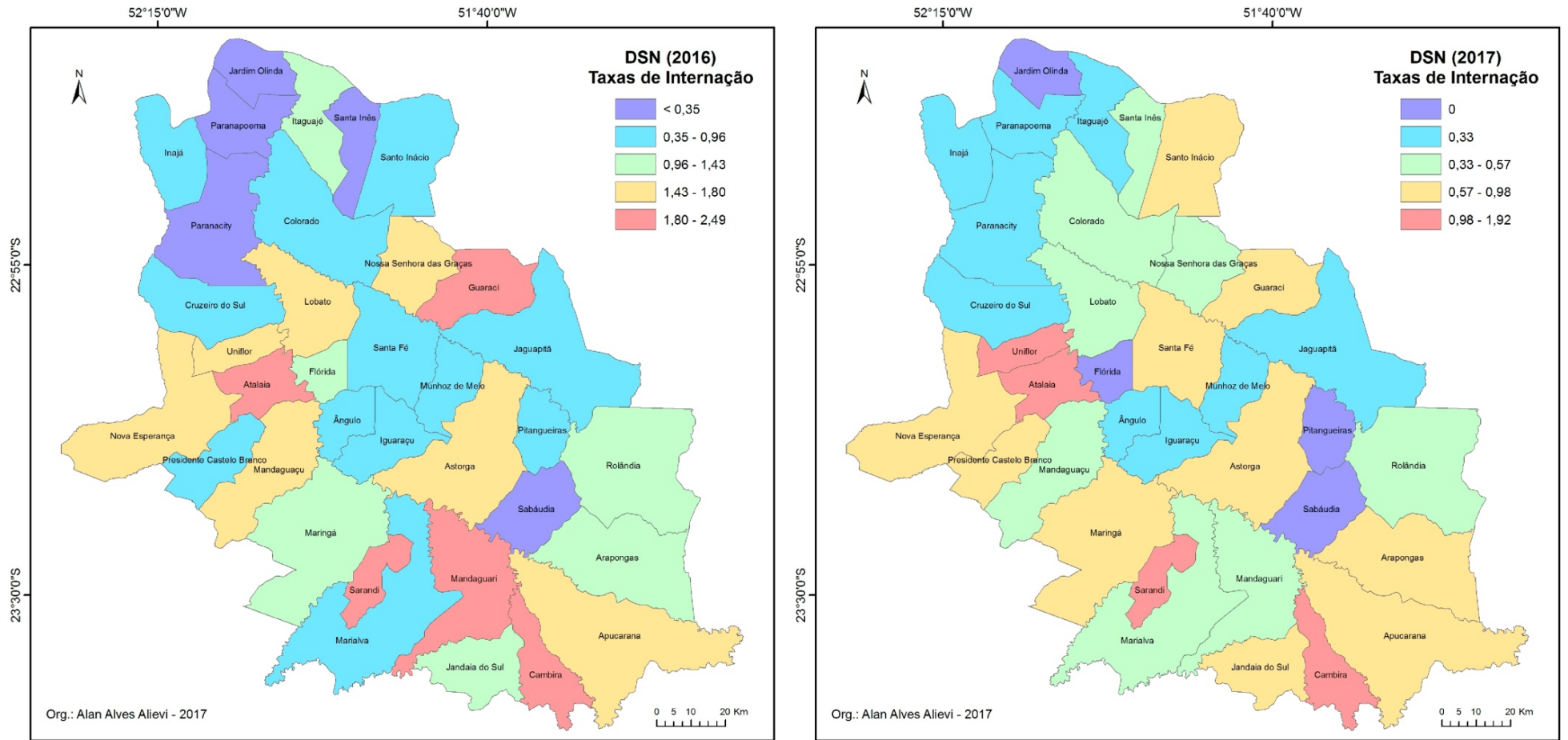
ANEXO M

Figura F6. Distribuição espacial das taxas de internação para DENM nos anos de 2016 e 2017 – SESA/PR.



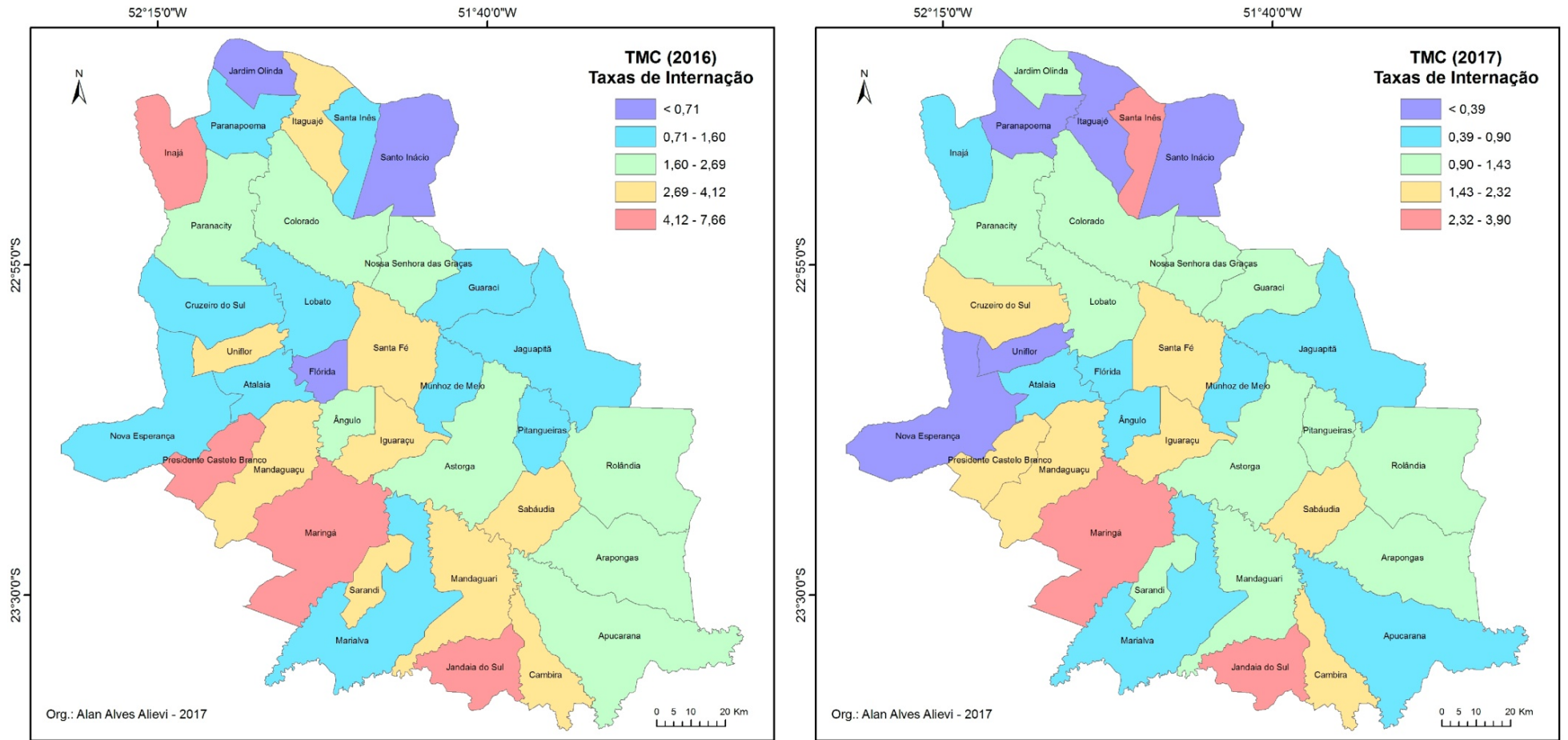
ANEXO N

Figura F7. Distribuição espacial das taxas de internação para DSN nos anos de 2016 e 2017 – SESA/PR.



ANEXO O

Figura F8. Distribuição espacial das taxas de internação para TMC nos anos de 2016 e 2017 – SESA/PR.



ANEXO P

Quadro Q6. Numero de internações por município para cada grupo de causas (2016) - SESA/PR.

	Neoplasias	DENM	TMC	DSN	DAC	DAR	DAD	DAG
Ângulo	7	5	8	2	35	23	31	16
Apucarana	618	181	309	219	1589	1025	805	538
Arapongas	586	164	245	136	1556	1052	1055	465
Astorga	175	88	51	47	378	384	236	160
Atalaia	39	2	6	10	32	37	38	39
Cambira	37	15	32	18	117	59	66	30
Colorado	184	187	44	17	335	582	177	181
Cruzeiro do Sul	22	6	7	4	29	36	22	35
Flórida	26	3	0	3	37	6	24	8
Guaraci	42	3	6	11	71	22	48	13
Iguaraçu	43	13	15	3	64	41	27	12
Inajá	24	13	15	2	53	37	16	21
Itaguajé	20	9	17	6	60	130	45	24
Jaguapitã	68	16	19	12	178	153	138	114
Jandaia do Sul	110	71	163	27	276	473	197	112
Jardim Olinda	9	5	1	0	12	18	12	4
Lobato	35	12	5	7	47	22	20	16
Mandaguaçu	128	69	87	38	97	119	111	81
Mandaguari	224	224	112	67	417	584	296	303
Marialva	210	41	45	31	204	165	159	114
Maringá	2508	270	2002	577	2325	1718	2242	1438
Munhoz de Melo	38	1	4	3	55	26	44	24
Nossa Senhora das Graças	31	34	9	6	70	65	38	30
Nova Esperança	151	35	43	46	235	296	189	164
Paranacity	73	21	20	4	70	72	48	48
Paranapoema	11	6	4	1	30	21	14	11
Pitangueiras	15	3	5	2	53	22	30	16
Presidente Castelo Branco	23	3	25	5	32	17	34	14
Rolândia	264	85	117	90	498	532	515	388
Sabáudia	68	11	25	1	104	48	78	23
Santa Fé	76	25	44	10	125	58	68	42
Santa Inês	6	9	2	0	17	41	13	17
Santo Inácio	33	12	2	5	60	56	35	33
Sarandi	499	56	322	186	721	608	622	432
Uniflor	34	5	9	4	29	19	20	15