



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus de Ilha Solteira

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

POLLYANA RODERO FERNANDES

**ANÁLISE INTEGRADA: MEIO FÍSICO, COBERTURA DA TERRA DAS BACIAS
HIDROGRÁFICAS E DADOS FLUVIOMÉTRICOS E LIMNOLÓGICOS
DOS RIOS AGUAPEÍ E PEIXE (UGRHIS 20 E 21)**

**Ilha Solteira
2019**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO E REGULAÇÃO EM
RECURSOS HÍDRICOS – PROFÁGUA

POLLYANA RODERO FERNANDES

**ANÁLISE INTEGRADA: MEIO FÍSICO, COBERTURA DA TERRA DAS BACIAS
HIDROGRÁFICAS E DADOS FLUVIOMÉTRICOS E LIMNOLÓGICOS DOS RIOS
AGUAPEÍ E PEIXE (UGRHIS 20 E 21)**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre: em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – PROFÁGUA.

Área de concentração: Metodologias para Implementação dos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Cesar Rocha.

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

F363a Fernandes, Pollyana Rodero.
Análise integrada: meio físico, cobertura da terra das bacias hidrográficas e dados fluviométricos e limnológicos dos rios Aguapeí e Peixe (UGRHIS 20 e 21) / Pollyana Rodero Fernandes. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2019
118 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Gestão de Recursos Hídricos, 2019

Orientador: Paulo Cesar Rocha
Inclui bibliografia

1. Análise integrada. 2. Bacia hidrográfica. 3. Gestão de Recursos Hídricos. 4. Rio Aguapeí. 5. Rio do Peixe.


Raiane da Silva Santos

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: ANÁLISE INTEGRADA: MEIO FÍSICO, COBERTURA DA TERRA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS E DADOS FLUVIOMÉTRICOS E LIMNOLÓGICOS DOS RIOS AGUAPEÍ E PEIXE (UGRHs 20 E 21)

AUTORA: POLLYANA RODERO FERNANDES

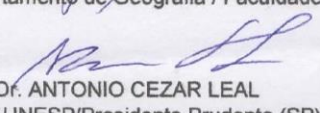
ORIENTADOR(A): PAULO CESAR ROCHA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em GESTÃO E REGULAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS, área: Instrumentos de Política de Recursos Hídricos pela Comissão Examinadora:



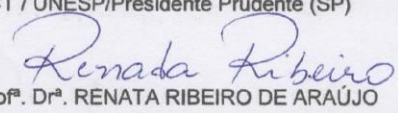
Prof. Dr. PAULO CESAR ROCHA

Departamento de Geografia / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente



Prof. Dr. ANTONIO CEZAR LEAL

FCT / UNESP/Presidente Prudente (SP)



Prof.ª. Dr.ª. RENATA RIBEIRO DE ARAÚJO

Departamento de Planejamento, Urbanismo e Ambiente / FCT/UNESP - Presidente Prudente

Ilha Solteira, 25 de fevereiro de 2019

DEDICATÓRIA

A todos que me incentivaram e me apoiaram nessa jornada.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, agradeço também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua, Projeto CAPES/ANA AUXPE Nº. 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado até o momento. Ao meu orientador o Prof. Dr. Paulo Cesar Rocha, pela pessoa e profissional dedicado. Por todo amor e carinho que recebo dos meus pais e irmãs, que sempre me acompanharam, acreditando no meu potencial. Em especial minha mãe Marta, que abdicou de inúmeras possibilidades de vida para criar e educar as filhas, sendo um exemplo de mulher de valores, forte e generosa, a quem devo muito do que sou. Aos meus amigos, que me auxiliam e alegram, me dão forças, tornando a jornada mais leve e prazerosa. Em especial, aos meus amigos Edson e Renata, da graduação da UNESP/FCT, que me auxiliou e incentivou para que chegasse até aqui. Minhas amigas do mestrado, principalmente, Juliene, Aline e Fernanda. E a todos os docentes, que dedicaram seu tempo acreditando em nossa competência. A todos meus colegas da Superintendência de Água, Esgoto e Meio Ambiente de Olímpia – SP – DAEMO Ambiental, que sempre apoiaram e contribuíram em meus estudos, pela oportunidade de conviver com profissionais extremamente inteligentes, humildes e dispostos, sobretudo a Superintendente Maria Justina Boitar Riscali, uma mulher inspiradora à frente de uma Autarquia Municipal de Água, Esgoto e Meio Ambiente. Destaco aqui meus colegas da Divisão de Meio Ambiente, que preenchem meus dias com risadas e companheirismo, sempre com muita sabedoria conseguem transformar tudo em positividade e alegria.

*“Sozinhos, pouco podemos fazer; juntos,
podemos fazer muito.”*

(KELLER; HELLEN)

RESUMO

Diante da magnitude das transformações das paisagens surge a necessidade da adoção de medidas de planejamento e gestão dos recursos hídricos. A adoção de tais medidas tem como objetivo a proteção e o auxílio no desenvolvimento coordenado da bacia hidrográfica, maximizando o bem estar social e econômico de modo equitativo, sem comprometer a sustentabilidade dos ecossistema. Para tanto, esta pesquisa se utilizou de dados limnológicos, fluviométricos e de meio físico e cobertura da terra inventariados do banco de dados do Laboratório de Geologia, Geomorfologia e Recursos Hídricos da FCT/UNESP e do Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe (CBH-AP), dados pluviométricos inventariados do Banco de Dados Hidrológicos do Departamento de Águas e Energia Elétrica (BDH-DAEE). Os dados do meio físico: bem como, o componente antrópico, uso e ocupação do solo, foram quantificados, através do *software* QGIS®. E, por fim, a integração, dos produtos cartográficos com os dados hidrológicos e limnológicos, foi efetuada, através de análise estatística multivariada, com a utilização do *software* Statistica7®. Desta forma, observou-se que a sazonalidade influencia nas características limnológicas nas duas bacias hidrográficas, principalmente, na bacia do Rio do Peixe. Quanto ao uso e ocupação do solo, a matriz de correlação demonstrou a influência de áreas construídas e a vazão e, consequentemente, na turbidez no Rio do Peixe, porém no caso do Rio Aguapeí o solo exposto foi o que mais influenciou na vazão e na turbidez.

Palavras-chave: Análise integrada. Bacia Hidrográfica. Gestão de Recursos Hídricos. Rio Aguapeí. Rio do Peixe.

ABSTRACT

In view of the magnitude of transformations in landscapes, there is a need to adopt water planning and management measures to protect and assist in the coordinated development of the river basin, maximizing social and economic well-being in an equitable way without compromising the sustainability of vital ecosystems. To do so, this research was based on limnological, fluviometric and physical and land cover data, inventoried from the database of the *Laboratório de Geologia, Geomorfologia e Recursos Hídricos da FCT/UNESP and Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe* (CBH-AP), rainfall data inventories of the Hydrological Database of the *Departamento de Água e Energia Elétrica* (BDH-DAEE). Data on the physical environment: as well as the anthropic component, soil use and occupation, were quantified through QGIS® software. Finally, the integration of cartographic products with hydrological and limnological data was carried out using multivariate statistical analysis using Statistica7® software. In this way, it was observed that the seasonality influences the limnological characteristics in the two hydrographic basins, mainly in the Peixe river basin. Regarding the use and occupation of the soil, the correlation matrix showed the influence of built areas and the flow and, consequently, turbidity in the Peixe River, but in the case of the Aguapeí River the exposed soil was the one that most influenced the flow and the turbidity.

Keywords: Integrated analysis. Hydrographic basin. Management of Water Resources. Aguapeí River. Peixe River.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Localização das UGRHIs 20 e 21 no Oeste do Estado de São Paulo	19
Figura 2	- UGHRI 20 – Aguapeí	20
Figura 3	- Classificação do Rio Aguapeí	21
Figura 4	- UGRHI 21– Peixe	22
Figura 5	- Classificação do Rio do Peixe	23
Figura 6	- Localização das seções de coleta dos dados	39
Figura 7	- Mapa de Hidrografia das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe com a delimitação das Áreas de Contribuição de cada Seção de amostragem	41
Figura 8	- Variação sazonal da profundidade no Rio do Peixe	44
Figura 9	- Variação sazonal da largura no Rio do Peixe	45
Figura 10	- Variação sazonal da velocidade no Rio do Peixe	45
Figura 11	- Variação sazonal de vazão do Rio do Peixe	46
Figura 12	- Variação sazonal da profundidade no Rio Aguapeí	47
Figura 13	- Variação sazonal da largura no Rio Aguapeí	47
Figura 14	- Variação sazonal da velocidade no Rio Aguapeí	48
Figura 15	- Variação sazonal da vazão do Rio Aguapeí	48
Figura 16	- Dados sazonais médios de pH das Seções do Rio do Peixe	50
Figura 17	- Dados sazonais médios de pH das Seções do Rio Aguapeí	51
Figura 18	- Dados sazonais médios de OD (mg/L) das Seções do Rio do Peixe	52
Figura 19	- Dados sazonais médios de OD (mg/L) das Seções do Rio Aguapeí	52
Figura 20	- Dados sazonais médios da Temperatura da Água (°C) das Seções do Rio do Peixe	53
Figura 21	- Dados sazonais médios da Temperatura do Ar (°C) das Seções do Rio do Peixe	54
Figura 22	- Dados sazonais médios da Temperatura da Água (°C) das Seções do Rio Aguapeí	55
Figura 23	- Dados sazonais médios da Temperatura do Ar (°C) das Seções do Rio Aguapeí	55
Figura 24	- Dados sazonais médios de Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) das Seções do Rio do Peixe	56
Figura 25	- Dados sazonais médios de Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) das Seções do Rio Aguapeí	57
Figura 26	- Dados sazonais médios de Turbidez (UNT) das Seções do Rio do Peixe	58
Figura 27	- Dados sazonais médios de Turbidez (UNT) das Seções do Rio Aguapeí	59

Figura 28	- Concentração sazonal de sedimentos no Rio do Peixe	60
Figura 29	- Concentração sazonal de sedimentos no Rio Aguapeí	61
Figura 30	- Mapa Geológico das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe	63
Figura 31	- Geologia da área de contribuição da Seção 1	64
Figura 32	- Geologia da área de contribuição da Seção 4	65
Figura 33	- Geologia da área de contribuição da Seção 5	66
Figura 34	- Geologia da área de contribuição da Seção 2	67
Figura 35	- Geologia da área de contribuição da Seção 3	68
Figura 36	- Geologia da área de contribuição da Seção 6	69
Figura 37	- Dados sazonais pluviométricos na bacia do Rio do Peixe	70
Figura 38	- Dados sazonais pluviométricos na bacia do Rio do Peixe	70
Figura 39	- Mapa Geomorfológico das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe	72
Figura 40	- Geomorfologia da área de contribuição da Seção 1	73
Figura 41	- Geomorfologia da área de contribuição da Seção 4	74
Figura 42	- Geomorfologia da área de contribuição da Seção 5	75
Figura 43	- Geomorfologia da área de contribuição da Seção 2	76
Figura 44	- Geomorfologia da área de contribuição da Seção 3	77
Figura 45	- Geomorfologia da área de contribuição da Seção 6	78
Figura 46	- Mapa de Pedologia da Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe	79
Figura 47	- Tipos de solos da área de contribuição da Seção 1	80
Figura 48	- Tipos de solos da área de contribuição da Seção 4	81
Figura 49	- Tipos de solos da área de contribuição da Seção 5	82
Figura 50	- Mapa de Pedologia da Bacia Hidrográfica do Rio Aguapeí	83
Figura 51	- Tipos de solos da área de contribuição da Seção 2	84
Figura 52	- Tipos de solos da área de contribuição da Seção 3	85
Figura 53	- Tipos de solos da área de contribuição da Seção 6	86
Figura 54	- Mapa de Suscetibilidade a Erosão das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe	87
Figura 55	- Mapa de Vegetação Remanescente das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe	89
Figura 56	- Remanescente de vegetação na área de contribuição da Seção 1 – Rio do Peixe	90
Figura 57	- Remanescente de vegetação na área de contribuição da Seção 4 – Rio do Peixe	91
Figura 58	- Remanescente de vegetação na área de contribuição da Seção 5 – Rio do Peixe	91
Figura 59	- Remanescente de vegetação na área de contribuição da Seção 2 – Rio Aguapeí	92
Figura 60	- Remanescente de vegetação na área de contribuição da Seção 3 – Rio Aguapeí	93
Figura 61	- Remanescente de vegetação na área de contribuição da	

	Seção 6 – Rio Aguapeí	93
Figura 62	- Mapa de Uso e Ocupação do Solo das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe	95
Figura 63	- Cobertura da terra da área de contribuição da Seção 1 - Rio do Peixe	96
Figura 64	- Cobertura da terra da área de contribuição da Seção 4 - Rio do Peixe	97
Figura 65	- Cobertura da terra da área de contribuição da Seção 5, Rio do Peixe	97
Figura 66	- Cobertura da terra da área de contribuição da Seção 2, Rio Aguapeí	98
Figura 67	- Cobertura da terra da área de contribuição da Seção 3, Rio Aguapeí	99
Figura 68	- Cobertura da terra da área de contribuição da Seção 6, Rio Aguapeí	99
Figura 69	- Gráficos BloxPlot, referente à pH, OD, Turbidez e Condutividade Elétrica	100
Figura 70	- Dendrograma referente ao Rio do Peixe	110
Figura 71	- Dendrograma referente ao Rio Aguapeí	111
Figura 72	- Dendrograma espacial referente ao Rio do Peixe	112
Figura 73	- Dendrograma espacial referente ao Rio Aguapeí	113
Figura 74	- Dendrograma espacial referente às bacias do Rio do Peixe e Rio Aguapeí	114

TABELAS

Tabela 1	- Área de contribuição de cada seção de amostragem do Rio do Aguapeí	42
Tabela 2	- Área de contribuição de cada seção de amostragem do Rio do Peixe	42
Tabela 3	- Matriz de correlação entre as variáveis limnológicas – Rio Aguapeí	101
Tabela 4	- Matriz de correlação entre as variáveis limnológicas – Rio do Peixe	101
Tabela 5	- Correlação entre as variáveis limnológicas e a pluviometria – Rio Aguapeí	102
Tabela 6	- Correlação entre as variáveis limnológicas e a pluviometria – Rio do Peixe	102
Tabela 7	- Matriz de correlação entre as variáveis limnológicas e a geomorfologia – Rio Aguapeí	103
Tabela 8	- Matriz de correlação entre as variáveis limnológicas e a geomorfologia – Rio do Peixe	103
Tabela 9	- Matriz de correlação entre as variáveis limnológicas e geológicas – Rio Aguapeí	104
Tabela 10	- Matriz de correlação entre as variáveis limnológicas e geológicas – Rio do Peixe	105
Tabela 11	- Matriz de correlação entre as variáveis limnológicas e tipo de solos – Rio Aguapeí	105
Tabela 12	- Matriz de correlação entre as variáveis limnológicas e tipo de solos – Rio do Peixe	106
Tabela 13	- Matriz de correlação entre as variáveis limnológicas e a suscetibilidade à erosão – Rio Aguapeí	106
Tabela 14	- Matriz de correlação entre as variáveis limnológicas e a suscetibilidade à erosão – Rio Aguapeí	107
Tabela 15	- Matriz de correlação entre as variáveis limnológicas e o uso e ocupação do solo – Rio Aguapeí	107
Tabela 16	- Matriz de correlação entre as variáveis limnológicas e o uso e ocupação do solo – Rio do Peixe	108
Tabela 17	- Matriz de correlação entre as variáveis limnológicas e os remanescentes de vegetação da bacia – Rio Aguapeí	108
Tabela 18	- Matriz de correlação entre as variáveis limnológicas e os remanescentes de vegetação da bacia – Rio Aguapeí	109

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	JUSTIFICATIVA	17
3	OBJETIVOS	18
3.1	OBJETIVOS GERAIS	18
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
4	ÁREA DE ESTUDO	19
5	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	25
5.1	LIMNOLOGIA COMO UMA CIÊNCIA DE PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS	25
5.2	HIDRODINÂMICA NOS CANAIS FLUVIAIS E VARIÁVEIS DE GEOMETRIA HIDRÁULICA	28
5.3	BACIA HIDROGRÁFICA COMO ELEMENTO DE ANÁLISE INTEGRADA	31
5.4	ANÁLISE INTEGRADA COMO FERRAMENTA PARA O PLANEJAMENTO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS	32
5.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA MULTIVARIADA	35
6	MATERIAIS E MÉTODOS	37
6.1	ANÁLISE DOS DADOS LIMNOLÓGICOS DOS RIOS AGUAPEÍ E PEIXE	37
6.2	ANÁLISE DOS DADOS FLUVIOMÉTRICOS: GEOMETRIA HIDRÁULICA E SEDIMENTOLOGIA DOS RIOS AGUAPEÍ E PEIXE	37
6.3	ANÁLISE E QUANTIFICAÇÃO DOS DADOS DO MEIO FÍSICO E DO COMPONENTE ANTRÓPICO, COBERTURA DA TERRA	38
6.4	CORRELACIONAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS LIMNOLÓGICAS E FLUVIOMÉTRICAS DOS CANAIS FLUVIAIS DOS RIOS AGUAPEÍ E PEIXE, COM OS DADOS DO MEIO FÍSICO E OS TIPOS DE USO E COBERTURA DA TERRA NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS	42
7	RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
7.1	GEOMETRIA HIDRÁULICA NO CANAL FLUVIAL: LARGURA, PROFUNDIDADE, VELOCIDADE E VAZÃO	44
7.1.1	Rio do Peixe	44
7.1.2	Rio Aguapeí	46
7.2	DESCRIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DAS VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS NOS CANAIS FLUVIAIS	49
7.2.1	Potencial hidrogeniônico-pH	49
7.2.1.1	<i>Rio do Peixe</i>	50
7.2.1.2	<i>Rio Aguapeí</i>	50
7.2.2	Oxigênio Dissolvido	51

7.2.2.1	<i>Rio do Peixe</i>	51
7.2.2.2	<i>Rio Aguapeí</i>	52
7.2.3	Temperatura do ar e da água	53
7.2.3.1	<i>Rio do Peixe</i>	53
7.2.3.2	<i>Rio Aguapeí</i>	54
7.2.4	Condutividade Elétrica	55
7.2.4.1	<i>Rio do Peixe</i>	56
7.2.4.2	<i>Rio Aguapeí</i>	57
7.2.5	Turbidez	57
7.2.5.1	<i>Rio do Peixe</i>	58
7.2.5.2	<i>Rio Aguapeí</i>	59
7.2.6	Sólidos Suspensos	60
7.2.6.1	<i>Rio do Peixe</i>	60
7.2.6.2	<i>Rio Aguapeí</i>	61
7.3	INTERPRETAÇÃO DA VARIAÇÃO ESPACIAL DE COMPONENTES DO MEIO FÍSICO E COBERTURA DO SOLO	61
7.3.1	Geologia	61
7.3.1.1	<i>Rio do Peixe</i>	64
7.3.1.2	<i>Rio Aguapeí</i>	66
7.3.2	Análise sazonal pluviométrica	69
7.3.3	Geomorfologia	70
7.3.3.1	<i>Rio do Peixe</i>	73
7.3.3.2	<i>Rio Aguapeí</i>	75
7.3.4	Pedologia	78
7.3.4.1	<i>Rio do Peixe</i>	80
7.3.4.2	<i>Rio Aguapeí</i>	84
7.3.5	Suscetibilidade a erosão	86
7.3.5.1	<i>Rio do Peixe</i>	86
7.3.5.2	<i>Rio Aguapeí</i>	86
7.3.6	Remanescente de vegetação	88
7.3.6.1	<i>Rio do Peixe</i>	90
7.3.6.2	<i>Rio Aguapeí</i>	92
7.3.7	Cobertura da terra	94
7.3.7.1	<i>Rio do Peixe</i>	96
7.3.7.2	<i>Rio Aguapeí</i>	98
8	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	100
8.1	CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS	100
8.1.1	Correlações entre variáveis limnológicas	100
8.1.2	Correlações entre variáveis limnológicas e a precipitação	102
8.1.3	Correlações entre variáveis limnológicas e a geologia	102
8.1.4	Correlações entre variáveis limnológicas e o tipos de solo	104
8.1.5	Correlações entre variáveis limnológicas e a	

	suscetibilidade à erosão	105
8.1.6	Correlações entre variáveis limnológicas e uso e ocupação do solo	106
8.1.7	Correlações entre variáveis limnológicas e uso e ocupação do solo	107
8.1.8	Correlações entre variáveis limnológicas e remanescentes de vegetação	108
8.8	ANALISE DE AGRUPAMENTO ESTATÍSTICO ENTRE AS ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO	109
9	CONSIDERAÇÕES FINAIS	115
	REFERÊNCIAS	116

1 INTRODUÇÃO

Para que os elementos do ecossistema de uma bacia hidrográfica possam atender às necessidades dos seres vivos e manter a capacidade de produção do sistema, podendo ser utilizados pelo homem, é necessário que haja o planejamento adequado, a gestão integrada e o manejo sustentável.

A diminuição da disponibilidade hídrica, para os diversos usos pela sociedade, e a deterioração da sua qualidade, constituem um desafio para o planejamento de recursos hídricos. Além disso, outras características inerentes aos sistemas fluviais, como a sua grande variabilidade temporal e espacial, impõe limites na disponibilidade hídrica e na manutenção da diversidade ecológica (ROCHA; ARAÚJO, 2016).

A bacia hidrográfica é composta por elementos espaciais diferentes, como geomorfologia, topografia, cobertura vegetal e esses componentes ambientais do meio físico, aliado a outros fatores, caracterizam de forma qualitativa e quantitativa os corpos hídricos de uma bacia hidrográfica.

Outro componente espacial importante é a cobertura da terra. Os usos múltiplos de uma bacia hidrográfica, como agropecuária, atividades industriais, áreas urbanas, também interferem nos aspectos ambientais de um corpo hídrico. Aqui podemos citar a sua constante impermeabilização, devido a expansão das cidades e, aliado a isso, o seu desflorestamento descontrolado, que causam impactos diretos na qualidade das águas.

Por sua vez, o meio físico se conecta com os sistemas fluviais através da precipitação, que carrega para o leito do rio sedimentos e outros elementos provenientes de toda a área de contribuição da bacia. Além disso, a vazão de um curso d'água, também pode ser alterada, ao longo do tempo, devido às variações climáticas e a falta de medidas de conservação de solos, que podem alterar as suas variáveis hidrodinâmicas, por exemplo.

Assim, para determinar o nível de interferência das interações do meio físico com o meio aquático e a qualidade da água, utiliza-se a limnologia. As variáveis limnológicas são as características que descrevem as propriedades de um determinado ecossistema aquático, sendo que, estas propriedades, variam no tempo e no espaço em um dado sistema aquático ou em sistemas diferentes (NOVO; BRAGA, 1995).

Para analisar todos esses elementos da bacia hidrográfica, de uma forma holística, é necessária a utilização de algumas ferramentas. Atualmente, estudos apontam para a utilização de geotecnologias, como o geoprocessamento, utilização de SIGs e sensoriamento remoto, como uma maneira de estabelecer uma análise integrada de todos os componentes da área da bacia e a utilização da estatística multivariada para estabelecer correlações entre eles.

2 JUSTIFICATIVA

O conhecimento do regime hidrológico dos rios constitui informação básica para tomada de decisão, sobretudo nas questões de planejamento ambiental e uso de recursos hídricos.

O monitoramento de características limnológicas também provê indicadores de situações ambientais adversas ou não adversas na bacia de drenagem.

Metodologias para avaliação das relações espaço-temporais entre as características hidrodinâmicas fluviais e os aspectos naturais e antrópicos na bacia de drenagem são importantes ferramentas de análise integrada nos recursos hídricos.

Salienta-se aqui a importância em relacionar alterações ambientais na bacia hidrográfica dos rios Aguapeí e Peixe, enfatizando o meio físico, as condições de uso e cobertura da terra e as características físicas e químicas da água do rio.

Fatores como uso e ocupação do solo, geologia, tipos de solos, declividades, são responsáveis por regular a quantidade de sedimentos e as concentrações químicas que serão disponibilizadas na forma de solutos e/ou carreadas aos cursos d'água, ocasionando alterações nas características físicas e químicas da água.

Desta forma, a análise integrada do meio físico, aliada as características limnológicas do corpo hídrico, a fatores climáticos e fluviométricos, através da modelagem de situações, auxilia na verificação de instrumentos de gestão utilizados nas bacias hidrográficas, no que tange, por exemplo, a quantidade e qualidade das águas superficiais.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVOS GERAIS

Este trabalho tem como objetivo analisar de forma integrada os elementos da paisagem, como componentes do meio físico, a cobertura da terra nas bacias hidrográficas, com dados fluviométricos e limnológicos, dos canais fluviais das bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe (UGRHI 20 e 21).

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

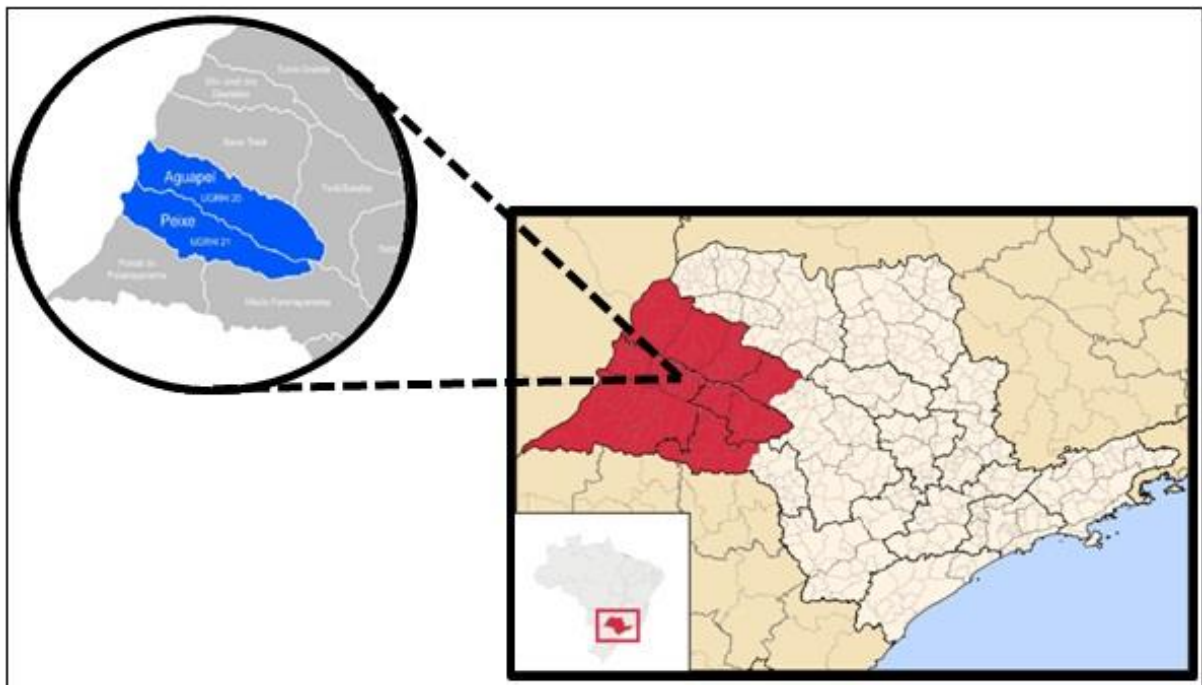
Os objetivos específicos que subsidiam o objetivo geral supracitado basearam-se em:

- Analisar as variáveis limnológicas nos rios Aguapeí e Peixe;
- Analisar o comportamento hidrodinâmico nos canais dos rios Aguapeí e Peixe;
- Analisar e quantificar dados do meio físico: geologia, geomorfologia, suscetibilidade à erosão e pluviometria, bem como, o componente antrópico, uso e ocupação do solo e vegetação remanescente contidos nas duas Bacias Hidrográficas.
- Correlacionar as características limnológicas e fluviométricas dos canais fluviais dos dois rios com os dados do meio físico e os tipos de uso e cobertura da terra nas bacias hidrográficas.

4 ÁREA DE ESTUDO

A área de interesse do presente estudo é composta pelos rios Aguapeí e do Peixe, localizados nas Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI 20 e 21, respectivamente, no Oeste do Estado de São Paulo, conforme ilustrado na

Figura 1 – Localização das UGRHIs 20 e 21 no Oeste do Estado de São Paulo

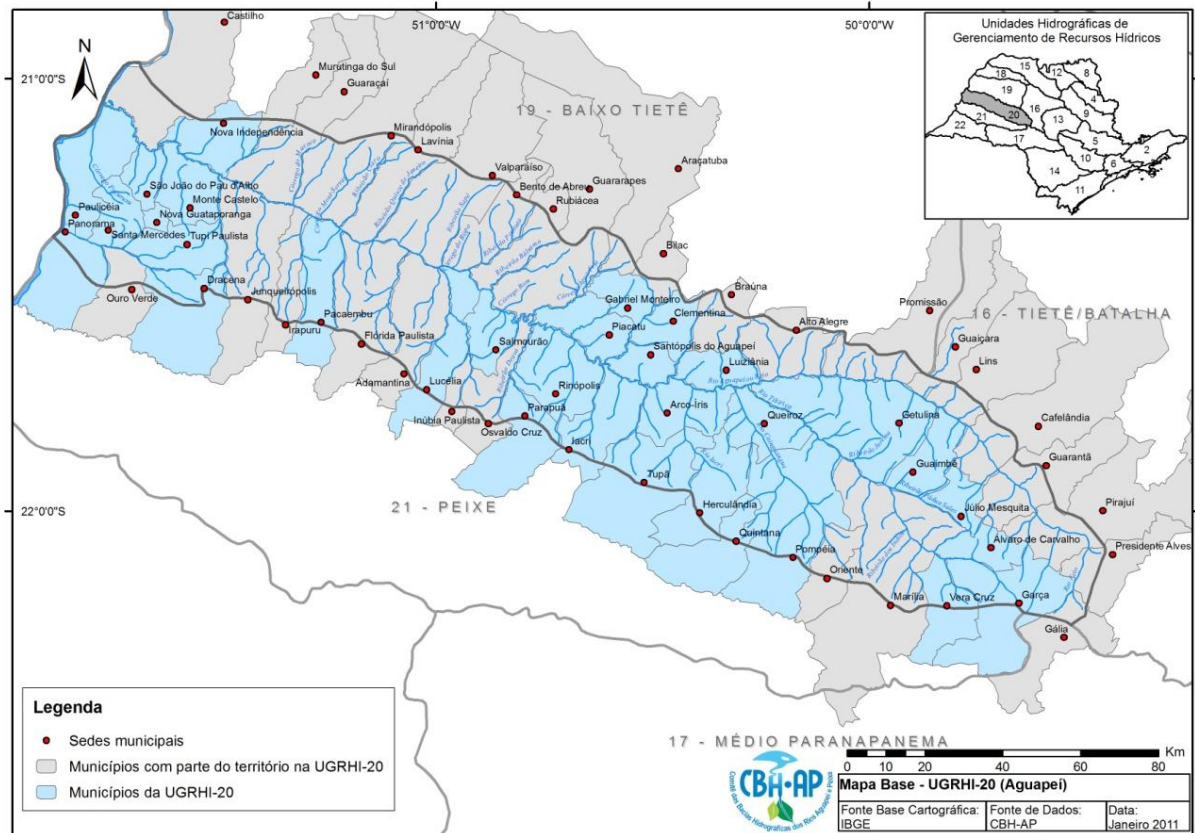


Fonte: Fonte: Adaptado de Wikipédia (2017).

A UGRHI 20, [Error! Reference source not found.](#), possui área de drenagem igual a 12.011 Km² e limita-se ao Norte com a Bacia do Rio Tietê, a Oeste com o Estado do

Mato Grosso do Sul, tendo como divisa o Rio Paraná, a Leste seu limite é a Serra dos Agudos e ao Sul encontra-se a Bacia do Rio do Peixe. Ela é formada pelo Rio Aguapeí, que nasce a uma altitude de 600 metros, entre as cidades de Gália e Presidente Alves, e pelo Rio Tibiriça, que nasce a uma altitude de 480 metros, junto à cidade de Garça. A Bacia possui extensão aproximada de 420 Km até sua foz no Rio Paraná, a uma altitude de 260 metros, entre o Porto Labirinto e o Porto Independência (Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe).

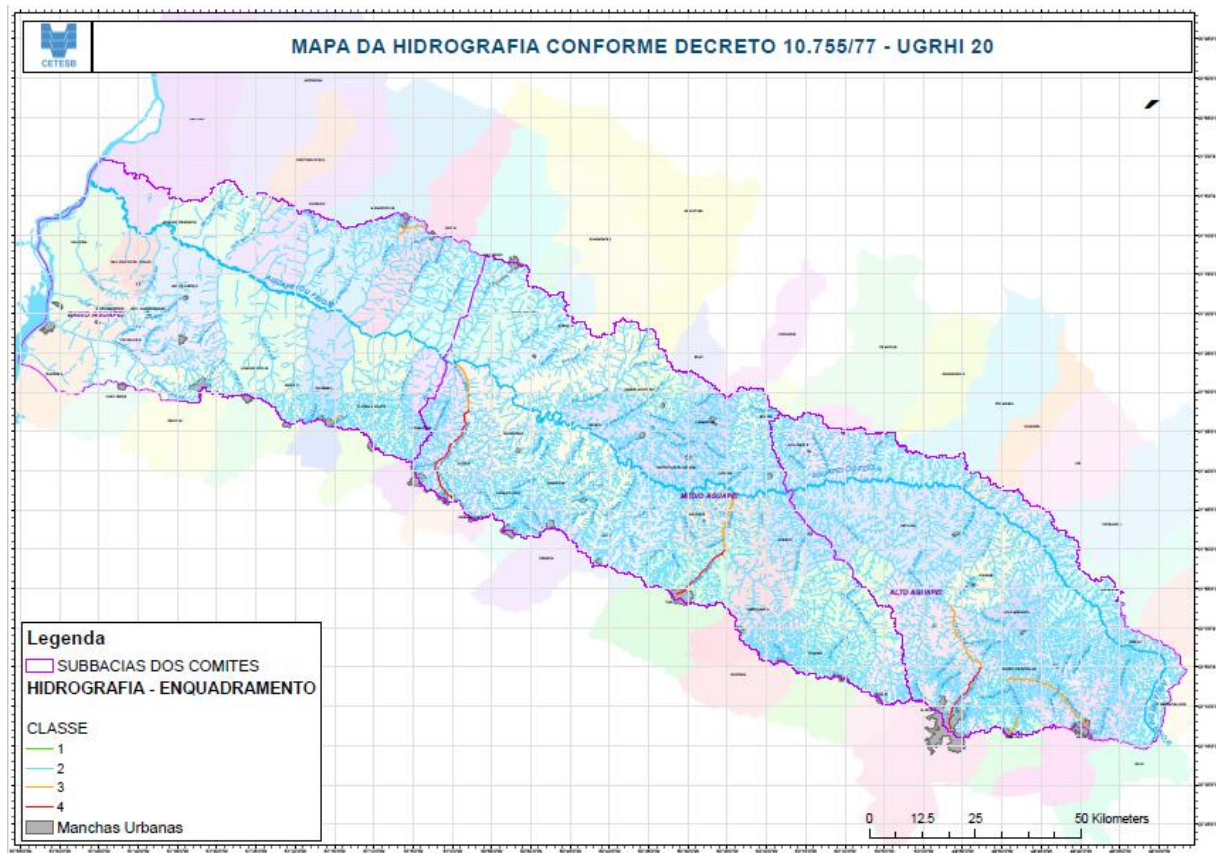
Figura 2 – UGRHI 20 – Aguapeí



Fonte: CBHP (2017).

O Plano Estadual de Recursos Hídricos (Lei Estadual 9.034/94), que estabeleceu a divisão hidrográfica do Estado, afirma que pertencem à UGRHI-20 municípios cujas sedes estejam inseridas na área da Bacia Hidrográfica do Rio Aguapeí, correspondendo estes a 32 municípios. A **Error! Reference source not found.** refere-se ao enquadramento dos corpos d'água localizadas na UGRHI – 20.

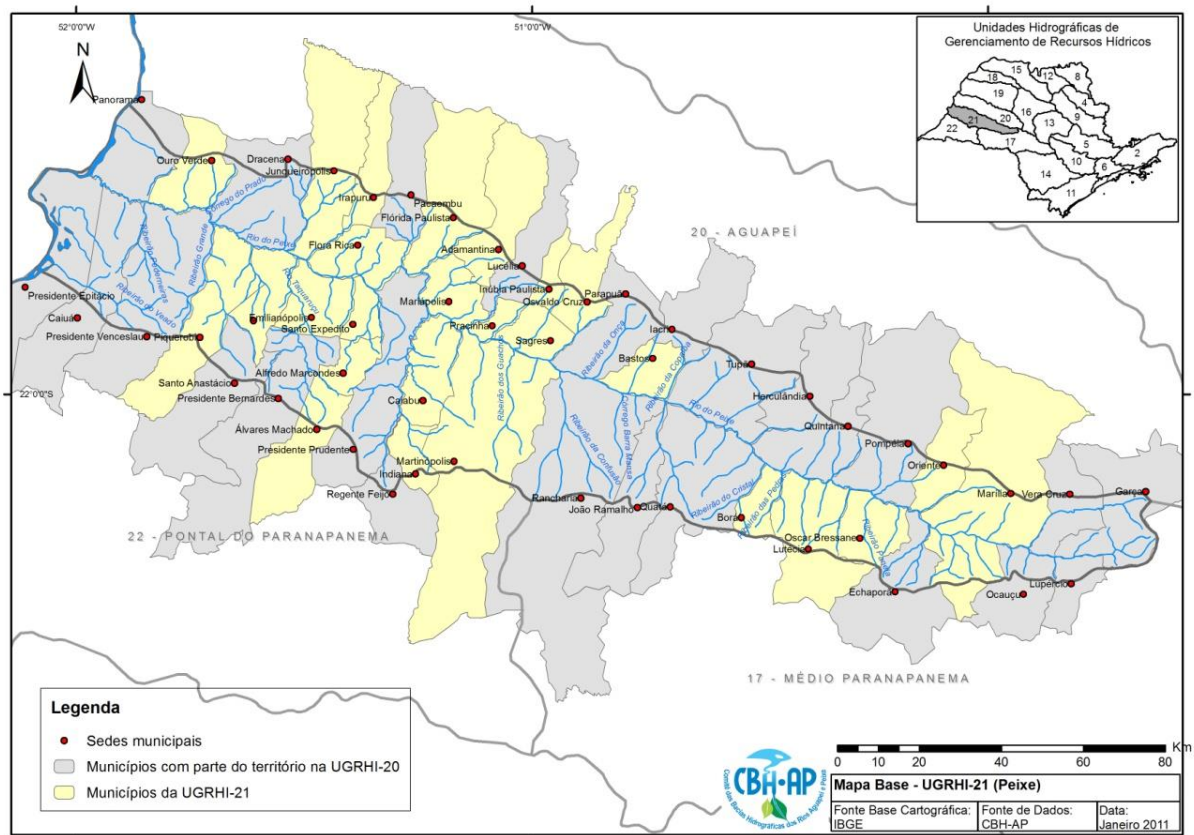
Figura 3 – Classificação do Rio Aguapeí



Fonte: Cetesb (2018)

A UGRHI 21, **Error! Reference source not found.**, possui área de drenagem igual a 9.156 Km² e limita-se ao Sul com a Bacia do Rio Paranapanema, a Oeste com o Rio Paraná e a Leste com a Serra dos Agudos e a Serra do Mirante. Ela é formada pelo Rio do Peixe, que nasce na Serra dos Agudos a uma altitude de 670 metros. A Bacia possui extensão de 380 Km, desembocando no Rio Paraná a uma altitude de 240 metros (Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe).

Figura 4– UGRHI 21– Peixe

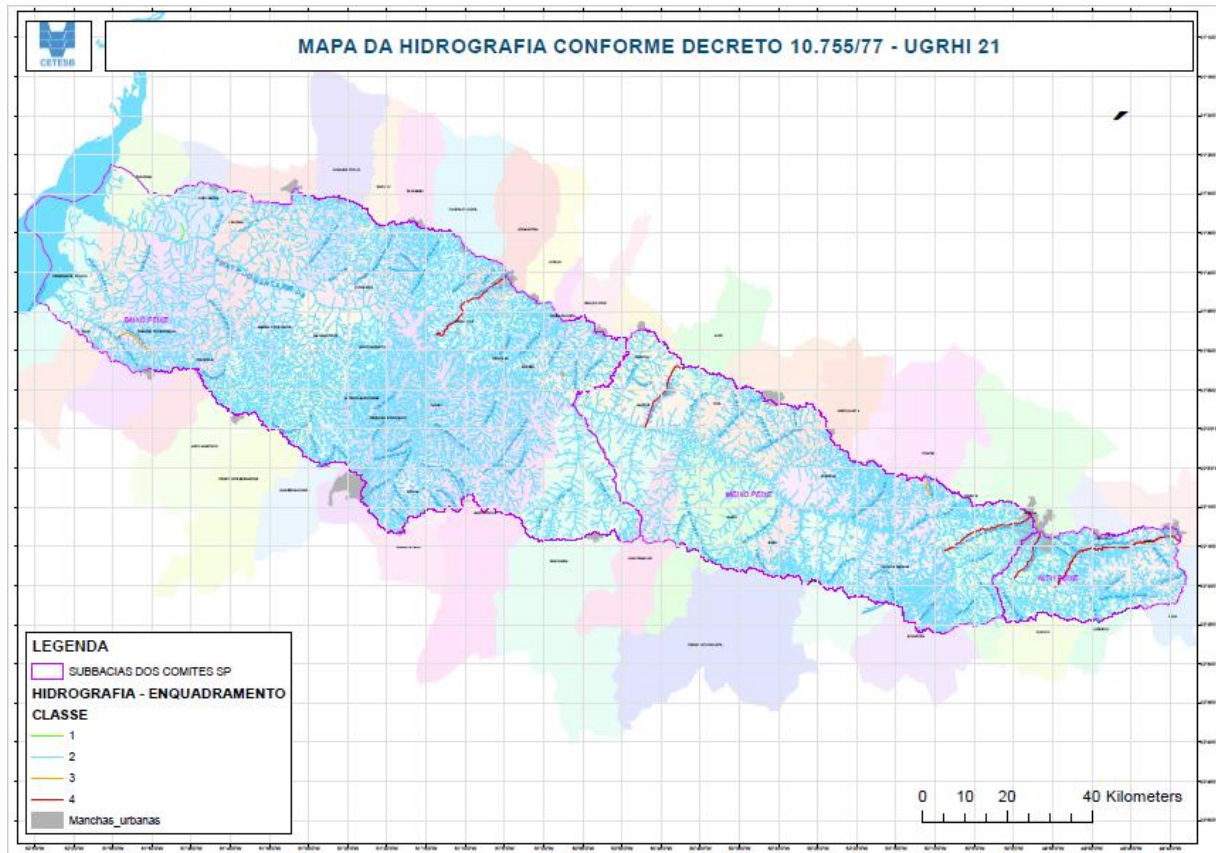


Fonte: CBHAP (2020).

O Plano Estadual de Recursos Hídricos (Lei Estadual 9.034/94), que estabeleceu a divisão hidrográfica do Estado, afirma que pertencem à UGRHI-21 municípios cujas sedes estejam inseridas na área da Bacia Hidrográfica do Rio Aguapeí, correspondendo estes a 26 municípios (Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe).

A **Error! Reference source not found.** refere-se ao enquadramento dos corpos d'água localizadas na UGRHI – 21.

Figura 5 – Classificação do Rio do Peixe



Fonte: Cetesb (2018).

Segundo Ross e Moroz (1997), tanto a bacia hidrográfica do rio Aguapeí como a do rio do Peixe estão inseridas, geomorfologicamente, no planalto ocidental paulista e por terrenos do mesmo domínio geológico, com maior parte de arenitos, além disso, pertencem a mesma região climática, clima tropical alternadamente seco e úmido conforme Monteiro (1973).

O Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo – SigRH, aponta que, quanto a UGRHI 20, nas áreas urbanas, entre as principais atividades econômicas, destacam-se os setores de serviços e comércio. Nas áreas rurais, a agricultura e pecuária são as atividades mais expressivas, destacando-se as lavouras de café, cana-de-açúcar e milho. As áreas de pastagem, que antes ocupavam boa parte das áreas rurais, agora dividem espaço com a cana-de-açúcar. Atenta-se também para a atividade de extração mineral de areia nos afluentes do Rio Aguapeí e olarias instaladas principalmente nos municípios que margeiam o Rio Paraná.

Além disso, ainda segundo dados do Inventário Florestal do Estado de São Paulo (2009), presentes no SigRH, quanto a vegetação remanescente, a bacia hidrográfica do Rio Aguapeí, apresenta 857 Km² de vegetação natural remanescente que ocupa, aproximadamente, 6,5% da área da UGRHI. As categorias de maior ocorrência são Floresta Estacional Semidecidual e Formação Arbórea/Arbustiva em Região de Várzea. A UGRHI ainda apresenta uma Unidade de Conservação, o Parque Estadual do Aguapeí.

Quanto a Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe, segundo dados do Inventário Florestal do Estado de São Paulo (2009), presentes no SigRH, apresenta que, nas áreas urbanas também destacam-se os setores de serviços e comércio, com exceção de Marília, que é considerada um polo regional e onde se concentram a maioria das atividades industriais, principalmente, da linha alimentícia. Nas áreas rurais ainda há predominância da pecuária, com forte expansão da agroindústria de cana-de-açúcar.

O SigRH, ainda aponta, características referentes aos remanescentes de vegetação da UGRHI 21, indicando a presença de 796 km² de vegetação natural remanescente que ocupa, aproximadamente, 7% da área. As categorias de maior ocorrência são Floresta Estacional Semidecidual e Formação Arbórea/Arbustiva em Região da Várzea.

5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1 LIMNOLOGIA COMO UMA CIÊNCIA DE PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS

A Limnologia é uma ciência importante para o planejamento e gerenciamento de recursos hídricos, pois através de uma base de dados de variáveis limnológicas é possível prevenir danos ambientais, obter um prognóstico e solucionar problemas provenientes, muitas vezes, da degradação dos ecossistemas, que tem sido cada vez maior na atualidade.

As variáveis limnológicas são as características que descrevem as propriedades de um determinado ecossistema aquático, sendo que estas propriedades variam no tempo e no espaço em um dado sistema aquático ou em sistemas diferentes (NOVO; BRAGA, 1995).

Segundo Von Sperling (1996) os fenômenos naturais e da atuação do homem influenciam na qualidade da água, desta forma, pode-se dizer que essa qualidade é resultante do uso e da ocupação do solo da bacia hidrográfica. Assim, essa se deve a fatores naturais, como, por exemplo, a infiltração, através da precipitação, de sólidos em suspensão ou dissolvidos afetando a qualidade das águas subterrânea; e a fatores relacionados com a interferência do homem, como, por exemplo, na geração de efluentes domésticos ou industriais ou na aplicação de defensivos agrícolas no solo, afetando a qualidade da água.

Algumas variáveis limnológicas, que nos alertam para a qualidade da água, são: pH (potencial hidrogeniônico), OD (oxigênio dissolvido), temperatura, condutividade elétrica, turbidez e sedimentos sólidos em suspensão.

O parâmetro químico pH tem como forma constituinte responsável os sólidos e gases dissolvidos e suas origens naturais são: a dissolução das rochas, absorção de gases da atmosfera, oxidação da matéria orgânica e fotossíntese, e as origens antropogênicas são despejos domésticos e despejos industriais (VON SPERLING, 1996).

Segundo Von Sperling (2005) os valores elevados podem estar associados à proliferação de algas e os valores muito distantes da normalidade podem ser atribuídos à presença de despejos industriais.

Já o parâmetro limnológico oxigênio dissolvido é um dos mais importantes na dinâmica e caracterização dos ecossistemas aquáticos, sendo a atmosfera e a fotossíntese suas principais fontes. A perda desse gás relaciona-se com o consumo pela decomposição de matéria orgânica, perdas para a atmosfera, entre outros (ESTEVES, 2011).

O oxigênio dissolvido é de suma importância para os seres aquáticos aeróbicos e o seu nível de disponibilidade na água depende do balanço entre a quantidade consumida por bactérias para oxidar a matéria orgânica e a quantidade produzida no próprio corpo d'água através de organismos fotossintéticos, processos de aeração natural e/ou artificial, sendo que, se permanece negativo por tempo prolongado, o corpo d'água pode tornar-se anaeróbico, causando a geração de maus odores, o crescimento de outros tipos de bactérias e morte de diversos seres aquáticos aeróbicos, como peixes, por exemplo.

Desta forma, valores de oxigênio dissolvido inferiores ao valor de saturação podem indicar à presença de matéria orgânica, provavelmente, lançamento de esgoto, e valores superiores, o crescimento anormal de algas (VON SPERLING, 2005).

Os parâmetros físicos, como a temperatura que mede a intensidade de calor e sua origem natural é proveniente da transferência de calor por radiação, condução e convecção, sendo que, podem ocorrer origens antrópicas, como águas de torres de resfriamento e despejos industriais (VON SPERLING, 1996).

Este parâmetro desempenha importante papel em funções biológicas, como, por exemplo, na desova e migração de peixes e afeta as taxas metabólicas de organismos aquáticos e sua alteração pode impedir a reprodução e o crescimento de organismos aquáticos, ocasionando a diminuição de populações pesqueiras e de outros seres vivos. A gravidade pode ser maior a jusante de usinas térmicas ou nucleares e unidades industriais, nas quais as águas que retornam ao fluxo podem estar em temperaturas mais elevadas do que os ecossistemas são capazes de receber. (CARR; NEARY, 2008 citado pela AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2011).

Desta forma, segundo Von Sperling, 1996, as elevações de temperatura aumentam a taxa das reações químicas e biológicas, diminuem a solubilidade dos gases, como, por exemplo, do oxigênio dissolvido, e aumentam a transferência de gases, podendo causar mau cheiro.

Outro parâmetro físico é a condutividade elétrica que depende da temperatura e do pH da amostra, e constitui uma das variáveis mais importantes em limnologia, visto que, pode fornecer informações sobre o metabolismo do ecossistema aquático e sobre fenômenos importantes que ocorrem na bacia de drenagem, como, por exemplo, magnitude de concentração iônica, decomposição e produção primária, detecção de fontes poluidoras e diferenças geoquímicas.

A turbidez é outro parâmetro limnológicos que, segundo Von Sperling (1996), consiste no nível de interferência que a luz sofre ao passar através da água, conferindo um aspecto turvo à mesma, que pode estar associado à origem natural (partículas de rocha, argila e silte, algas e outros microrganismos), ou à origem antrópica (microrganismos, erosão, despejos domésticos e industriais).

No caso dos sedimentos, estes são um componente importante do ecossistema aquático, pois além de fornecerem substrato para os organismos, eles funcionam como um depósito de contaminantes de baixa solubilidade, exercendo importante papel em processos de assimilação, transporte e deposição desses contaminantes. Assim, os sedimentos constituem-se em fontes de contaminação primária para os organismos bentônicos e secundária para a coluna d'água (ADAMS, 1992 citado por BRIGANTE; ESPÍNDOLA, 2003).

Segundo Esteves (2011) quanto a ciclagem de matéria e fluxo de energia, o sedimento é uma das variáveis mais importantes do ecossistema aquático, pois nele, ocorrem processos biológicos, físicos e químicos, que influenciam o metabolismo de todo o sistema, revelando intensidade e impactos ao qual estiveram submetidos.

As principais variáveis de habitat físico utilizadas são a geomorfologia do leito, a profundidade e a velocidade do escoamento. Dentre as características geomorfológicas do leito, a composição granulométrica do substrato e a cobertura vegetal submersa ou aérea, são as que mais se destacam (BOVEE *et al.*, 1998 citado por TUCCI; MENDES, 2006).

Segundo Allan (1997) citado por Brigante e Espíndola (2003), geralmente, o fluxo de água dos rios é mais turbulento, o que promove a suspensão dos sedimentos. Esse material suspenso é constituído basicamente de argila, silte e areia fina, que requer pouca velocidade da corrente e baixa turbulência para permanecer em suspensão, sendo, esses sedimentos, carregados rio abaixo. O substrato remanescente passa a ser constituído de maior fração de partículas de

diâmetro maior, como as areias médias e grossas. Além disso, essas partículas maiores apresentam acentuado efeito erosivo ao longo do corpo hídrico.

Estudos mostram uma informação importante sobre as frações mais finas dos sedimentos, a argila e o silte, visto que, essas partículas de menor tamanho apresentam maior potencial de adsorção de metais (BRIGANTE; ESPÍNDOLA, 2003).

5.2 HIDRODINÂMICA NOS CANAIS FLUVIAIS E VARIÁVEIS DE GEOMETRIA HIDRÁULICA

Rocha (2007), elucida a existência das principais teorias ecológicas referentes a dinâmica de ambientes lóticos, entre elas o Conceito Contínuo Fluvial (VANNOTE et al., 1980); o Conceito da Descontinuidade Fluvial (WARD; STANFORD, 1983); o Conceito dos Pulso de Inundação (JUNK et al., 1989); o Conceito das Quatro Dimensões em Ecossistemas Lóticos (WARD, 1989); o Conceito Corredores Hiporreicos (STANFORD; WARD 1993).

Segundo Vannote et al. (1980) a continuidade fluvial propõe que o entendimento da dinâmica do sistema fluvial requer consideração do gradiente dos fatores físicos formado pelo trabalho de drenagem. Desta forma, características físicas juntamente ao ciclo hidrológico formam a base para respostas biológicas e resultam em padrões consistentes de estrutura e função de comunidades, carga de matéria orgânica, transporte, utilização e estocagem ao longo do curso de um rio.

Assim, segundo esse conceito, ocorrem alterações das variáveis ecológicas ao longo do rio, como, por exemplo, mudanças na largura, no volume de água, na profundidade, na temperatura, na quantidade e no tipo de material suspenso transportado. Desta forma, para a análise de um rio, é importante que ele seja dividido em três regiões geomorfológicas distintas: cabeceira ou alto curso, médio curso e baixo curso.

A fluviometria necessita das variáveis de geometria hidráulica para a determinação da vazão de um corpo hídrico. Desta forma, o estudo da fluviometria tem como principal objetivo determinar o volume de água escoada na unidade de tempo numa determinada seção de um curso d'água (CUNHA, 2011).

Segundo Tucci e Mendes (2006) os processos de escoamento num rio, canal ou reservatório variam com o tempo e o espaço, ao longo do seu comprimento,

dependendo de vários fatores, como estrangulamentos devido a pontes, aterros, mudança de seção e reservatórios, reduzindo a vazão de um rio independentemente da capacidade local de escoamento; e da área da seção, da largura, do perímetro e da rugosidade das paredes, sendo que, quanto maior a capacidade de escoamento, menor o nível de água.

O escoamento superficial representa a maior parte do escoamento durante o período chuvoso, esgotando-se a medida que se aproxima o final das precipitações, assim, o que garante a vazão no rio durante o período de estiagem é o escoamento subterrâneo (TUCCI; MENDES, 2006).

Os rios podem ser vistos como um sistema aberto, em termos de entrada (input) e saída (output) de massa e energia, e como sistemas de processo-resposta, mantendo três características: sua operação é controlada pela magnitude e frequência de inputs; mudanças progressivas na morfologia e operação do sistema podem ocorrer se mudanças nos inputs ou degradação interna do sistema ocorrerem; auto-regulação ou trocas negativas (feedback) podem ocorrer criando um novo estado de equilíbrio entre as formas e os processos (PETTS; FOSTER, 1990).

Todos os acontecimentos que ocorrem na bacia de drenagem repercutem, direta ou indiretamente, nos rios. As condições climáticas, a cobertura vegetal e a litologia são fatores que controlam a morfogênese das vertentes e, por sua vez, o tipo de carga detrítica a ser fornecida aos rios (CHRISTOFOLETTI, 1980).

A geometria hidráulica se refere às características geométricas que compõem os canais fluviais. Essas características são determinadas por meio de relações estabelecidas entre o perfil transversal de uma seção fluvial e as condicionantes do fluxo d'água. A forma do canal na seção transversal é uma função do ajustamento geométrico à vazão do rio (LEOPOLD; MADDOCK, 1953), que em geral é representada pelas relações entre a Vazão (Q), com a Largura (L), Profundidade (P) e Velocidade (V) do canal.

O relacionamento do débito fluvial com a geometria na seção transversal fornece importantes informações na interpretação dos processos erosivos, de transporte e sedimentação nos sistemas fluviais (LEOPOLD *et al.*, 1964). Observações diretas sobre o aumento do débito e mudanças conjuntas nas outras variáveis têm indicado que a resistência do leito diminui com o aumento do débito (ROCHA, 2016).

Segundo Brigante e Espíndola (2003) a velocidade da corrente, a primeira variável, possui alta relevância, se responsabilizando pelo maior ou menor tempo de permanência das partículas, pelo transporte de materiais até seu ponto de deposição ou assimilação biológica e pela permanência de espécies vegetais e animais.

A redução de velocidade origina deposição de sedimentos que, ao longo do tempo, formam diques naturais, que durante inundações maiores são rompidos criando novos meandros. Além disso, o maior volume e menor velocidade do escoamento podem proporcionar condições de eutrofização, resultante das cargas agrícolas e urbanas, criando indesejáveis condições ambientais (TUCCI; MENDES; 2006).

A velocidade de um corpo hídrico também é alterada pela mudança de declividade que pode ocasionar assoreamento do seu leito, por exemplo, nas planícies, como a velocidade do escoamento é quase nula, os sedimentos se depositam no fundo dos rios.

A profundidade, outra variável da geometria hidráulica, se refere a distância entre a superfície e o fundo do rio e necessita de vazão para ser mantida.

Pequenas profundidades, durante as estiagens, depositam no canal os sedimentos da bacia hidrográfica e acumulam vegetação, reduzindo a capacidade de escoamento durante as enchentes.

Segundo Tucci e Mendes (2006) em lagos e reservatórios onde a profundidade é grande e a velocidade longitudinal é pequena, as características do barramento podem produzir estratificação vertical de temperatura, massa específica e de parâmetros de qualidade da água.

A terceira variável, a largura, muda ao longo dos corpos hídricos e a alteração nas suas dimensões também pode ocasionar variações em alguns parâmetros limnológicos e no escoamento do curso d'água. Alguns rios depositam sedimentos, durante a estiagem, devido à sua largura e pequena profundidade, reduzindo a capacidade de escoamento durante as enchentes. No caso de reservatórios, devido à grande largura criada, o vento produz turbulência nas camadas superiores e os resultados destes processos na massa de água podem produzir a estratificação de temperatura e densidade da água, que influenciam a estratificação de outros parâmetros como o oxigênio dissolvido (TUCCI; MENDES, 2006).

5.3 BACIA HIDROGRÁFICA COMO ELEMENTO DE ANÁLISE INTEGRADA

Brigante e Espíndola (2003) se referem a bacia hidrográfica, como o resultado da interação da água com o material de origem, topografia, vegetação e clima. Desta forma, o corpo hídrico é o resultado da sua área topográfica, pois o curso d'água drena a bacia, recolhendo e processando a água que chega até ela por precipitação, sendo que, parte desta, forma o respectivo curso d'água. Este, por sua vez, responde tanto às influências de fatores naturais como às alterações antrópicas aos recursos naturais integrantes da bacia hidrográfica.

A precipitação ou pluviometria ocasiona o escoamento superficial, que é responsável pela formação de rios, córregos e lagos e depende da intensidade da chuva e da capacidade de infiltração no solo (VON SPERLING, 1996).

Segundo Tucci e Mendes (2006) para cada seção de um rio existe uma bacia hidrográfica, conhecida como área de contribuição e esta área é definida pela topografia da superfície. Algumas características da bacia hidrográfica são a área de drenagem, o comprimento do rio principal, declividade do rio e a declividade da bacia. Os rios possuem, geralmente, um trecho superior, onde a declividade não é muito acentuada, seguido por um trecho médio de alta declividade e no seu trecho inferior a declividade é baixa, onde o rio tende a ser mais curvilíneo.

O volume de precipitação que atinge o solo uma parte pode infiltrar ou escoar superficialmente dependendo da capacidade de infiltração desse solo, que depende de condições variáveis, umidade, das características químicas ou estruturais do solo e da cobertura vegetal. A água que infiltra, pode percolar para o aquífero ou gerar um escoamento sub-superficial ao longo dos canais internos do solo, até a superfície ou um curso d'água. A água que percola até o aquífero é armazenada e transportada até os rios, criando condições para manter os rios perenes nos períodos de longa estiagem (TUCCI; MENDES; 2006).

Tanto a vazão quanto a precipitação são fatores importantes na análise de uma bacia hidrográfica, visto que essas variáveis conectam o meio físico com o curso d'água, alterando parâmetros físicos e químicos da água, como pH, oxigênio dissolvido, turbidez, condutividade elétrica. Um exemplo é a retirada de vegetação, ocasionando a exposição do solo à precipitação, que aliada a falta de ações de conservação do solo, pode carrear ao corpo hídrico, uma grande quantidade de

sedimentos, que além de alterar as variáveis limnológicas, pode ocasionar, ao longo do tempo, a diminuição da vazão e o seu assoreamento.

A Lei nº 9433, de 08 de janeiro de 1997, em seu Art. 1º, inciso V, nos diz que a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, denotando a importância da realização de estudos nas bacias hidrográficas para o desenvolvimento de melhorias na gestão das mesmas.

Portanto, a bacia hidrográfica deve ser considerada como unidade de estudo, bem como, considerando os seus usos múltiplos pelo homem. Além disso, é necessário não restringir-se no canal fluvial para entender melhor o que ocorre com os processos e a dinâmica das espécies desse ecossistema. Assim, é evidente que a interdisciplinaridade como abordagem nas pesquisas passa a ser uma consequência natural.

Desta forma, é importante uma visão holística na organização dos canais fluviais, através da análise integrada dos conceitos físicos e biológicos, interpretando os sistemas lóticos como uma combinação interdependente entre as feições do modelado aquático e terrestre.

5.4 ANÁLISE INTEGRADA COMO FERRAMENTA PARA O PLANEJAMENTO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Segundo Tucci (2002) e Clarke *et al.* (2003) citados por Rocha e Andrade (2015), a variabilidade do regime hidrológico é controlada por diversos elementos que caracterizam a bacia hidrográfica, tais como litologia, relevo, solos, cobertura vegetal e também por fatores climáticos, tais como precipitação, radiação solar e evaporação. Além disso, os fatores como a localização geográfica e/ou a altitude podem contribuir substancialmente nos resultados da análise do regime de vazões, avanços de massas de ar, eventos de precipitações locais, entre outros.

Aliado as características descritas acima, os fatores antrópicos, caracterizados pela ocupação da terra das mais variadas formas, também contribuem para alterações no ambiente e, portanto, influenciam na análise integrada desses componentes.

Segundo Tucci e Mendes (2006) a alteração da superfície da bacia tem impactos significativos sobre o escoamento. Este impacto normalmente é

caracterizado quanto ao efeito que provoca no comportamento das enchentes, nas vazões mínimas e na vazão média, além das condições ambientais locais e a jusante. Desta forma, o desmatamento geralmente tende a aumentar a vazão média, com aumento das vazões máximas e diminuição das mínimas, bem como a impermeabilização, que está associada à urbanização, altera a capacidade de infiltração da bacia.

Além disso, devem ser considerados fatores sociais, como, por exemplo, a rápida urbanização sem planejamento, contribuindo na geração de poluição concentrada, problemas de drenagem, disposição inadequada de resíduos, assoreamento dos corpos hídricos e consequente diminuição da vazão dos mesmos, principalmente, devido a carência de serviços essenciais de saneamento.

Para a contemplação dos objetivos, foram realizadas, nesta pesquisa, três etapas: análise, síntese e etapa holística. A etapa de análise é a investigação sistemática das variáveis ambientais para o conhecimento de sua estrutura, inclui-se observações de campo, coleta de dados (pH, condutividade elétrica, radiação solar, precipitação, ventos e etc.), que leva a uma descrição do sistema. A etapa de síntese considera as trocas de energia e matéria entre diferentes compartimentos e seus componentes e, por fim, na etapa holística o ambiente terrestre adjacente também é considerado, sendo que o ecossistema aquático é considerado parte integrante da paisagem.

Uma importante ferramenta para a análise integrada das variáveis ambientais é a utilização das geotecnologias, como sistemas de informação geográfica, geoprocessamento e sensoriamento remoto.

A utilização e aplicação das geotecnologias tem sido muito importante na análise da capacidade de uso da terra, no inventário ambiental, no estudo do uso e cobertura da terra e na avaliação da qualidade da água em bacias hidrográficas, permitindo a atualização a respeito das mudanças ocorridas no meio, sejam de caráter natural ou antrópico (BENINI, 2015).

Dentre as geotecnologias, as técnicas de geoprocessamento estão relacionadas a utilização de técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações geográficas, influenciando em diversas áreas ligadas à cartografia, análise de recursos naturais, agricultura de precisão, transportes, comunicação, energia e planejamento urbano (TEODORO, 2012 citado por BENINI, 2015).

O geoprocessamento é uma ferramenta que auxilia na gestão do meio físico, como por exemplo, através da elaboração de mapas temáticos, que contêm informações da área de estudo. Essa técnica tem adquirido cada vez mais espaço como ferramenta de monitoramento ambiental, no qual localizam os problemas de forma rápida, acurada e sem custos elevados, auxiliando no planejamento do meio físico ao dar subsídios metodológicos importantes na elaboração de mapas temáticos tendo como base o ambiente do sistema de informações geográficas - SIG (PISANI *et al.*, 2013 citado por BENINI, 2015).

Assim, considerando a forma com que os espaços naturais têm sido ocupados nas últimas décadas, sendo que esta ocupação, na maioria dos lugares, desconsidera a capacidade de suporte dos recursos naturais (solo, água, flora e fauna) e, por conta disso, tem trazido consequências severas com a destruição de vastas áreas de vegetação nativa, comprometendo o habitat de espécies da macro e microfauna, diminuindo a infiltração das águas no solo, causando grandes processos erosivos e o assoreamento de muitos rios e reservatórios naturais e artificiais, a análise dessas ocupações através do geoprocessamento, com um conjunto de técnicas e métodos que usa diversas geotecnologias nas suas análises, tem auxiliado na gestão, planejamento e gestão dessas áreas (CAMPOS *et al.*, 2015 citado por BENINI, 2015).

Outra ferramenta geotecnológica importante são os sistemas de informações geográficas (SIGs), utilizada para visualizar dados sobre o mundo real para um objetivo específico.

Assim, os SIGs, normalmente, podem ser usados como ferramenta para produção de mapas, e ainda para geração e visualização de dados espaciais; como suporte para análise espacial de fenômenos e para a combinação de informações espaciais e como bancos de dados geográficos, que tem funções de armazenamento e recuperação de informações espaciais (PIROLI, 2010).

O sensoriamento remoto, outra geotecnologia, tem papel significativo no ambiente dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) sendo uma ferramenta viável para a caracterização do meio físico, biótico e uso e ocupação do solo. Assim, através dessas informações é possível programar ações adequadas para a tomada de decisões e fazer o monitoramento das condições ambientais da área em questão e descobrir possíveis modificações. Além disso, a integração dessas informações com outras fontes de dados espaciais em Sistemas de Informação Geográfica (SIG)

aumentaram significativamente as opções e possibilidades em análises espaciais de dados da superfície terrestre.

Atualmente, os Comitês de Bacias Hidrográficas, que são compostos, por um grupo de pessoas da sociedade civil e pelos representantes dos municípios que compõe a Bacia, utilizam, na elaboração dos Planos de Bacia, a análise integrada, como ferramenta para o planejamento e gestão dos recursos hídricos, analisando os processos de desenvolvimento de forma espacial e temporal.

5.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA MULTIVARIADA

Atualmente, os modelos matemáticos proporcionam evidenciar as complexas inter-relações entre os vários componentes de um ecossistema aquático continental, permitindo, assim, a realização de previsões sobre a evolução destes ecossistemas e, conseqüentemente, o seu manejo (ESTEVES, 2011).

Segundo Valentin (2000), a própria natureza é de característica multifatorial, assim, inúmeros processos bióticos e abióticos interagem, colaborando para a formação de padrões estruturais, espaciais e temporais nas comunidades biológicas. Desta forma, identificar e relatar esses padrões, bem como elaborar hipóteses sobre as possíveis causas que os regem, estabelecem os principais objetivos das técnicas de análises multivariadas.

Uma forma de análise desses processos é agrupar objetos, que consiste em reconhecer entre eles um grau de similaridade suficiente para reuni-los num mesmo conjunto. Os métodos ecológicos de agrupamento devem poder destacar os grupos de objetos similares entre si, deixando de lado os pontos intermediários que permaneçam geralmente entre os grupos quando a amostragem é suficientemente extensa (VALENTIN, 2000).

A aplicação da análise de agrupamentos engloba uma variedade de técnicas e algoritmos, sendo que o objetivo é encontrar e separar objetos em grupos similares. Essa análise é um método simples, baseada nos cálculos de distância. Como o objetivo da análise de agrupamento é reunir objetos semelhantes, torna-se necessário uma medida para avaliar o quanto os objetos são semelhantes ou diferentes.

Segundo Vicini (2005), geralmente, semelhança é avaliada em termos de distância entre pares de objetos, os objetos que possuem a menor distância entre si

são mais semelhantes, do que os objetos com distâncias maiores. Essa medida de semelhança é fornecida pela distância euclidiana, que na literatura aponta como a medida de distância mais utilizada para a análise de agrupamentos.

A análise de agrupamento pode ser representada pelo dendrograma ou fenograma, também chamado de gráfico em árvore, ele representa uma síntese gráfica da análise de agrupamento, sintetizando a informação, esse gráfico é de grande utilidade para a classificação, comparação e discussão de agrupamentos (VICINI, 2005).

6 MATERIAIS E MÉTODOS

6.1 ANÁLISE DOS DADOS LIMNOLÓGICOS DOS RIOS AGUAPEÍ E PEIXE

Foram utilizadas amostras do banco de dados de variáveis limnológicas, do Laboratório de Geologia, Geomorfologia e Recursos Hídricos da FCT/UNESP. Este banco de dados apresentava pH, oxigênio dissolvido (OD), temperatura da água, condutividade elétrica, turbidez, velocidade, profundidade, temperatura do ar, sedimentos sólidos em suspensão, todos coletados na margem esquerda (ME), meio (MEIO) e margem direita (MD) dos rios.

Assim, o trabalho caracteriza a água dos rios Aguapeí e Peixe quanto a sua qualidade ecológica e ambiental, e não a classificar de acordo com o IQA (Índice de Qualidade da Água) e os padrões de abastecimento público.

Posteriormente, mediante a utilização do *Microsoft Office Excel 2007*[®] foram calculadas as médias entre os pontos de coletas (margem esquerda (ME), meio (MEIO) e margem direita (MD) das Seções e elaborados gráficos para cada variável limnológica, facilitando a análise dos mesmos.

Os valores obtidos foram comparados com os da Resolução CONAMA 357/05, observando-se as tendências crescentes ou decrescentes e dados altos ou baixos, que se distanciavam dessas tendências, visando a caracterização dos rios Aguapeí e Peixe quanto a sua qualidade ambiental.

6.2 ANÁLISE DOS DADOS FLUVIOMÉTRICOS: GEOMETRIA HIDRÁULICA E SEDIMENTOLOGIA DOS RIOS AGUAPEÍ E PEIXE

Foram utilizados dados de profundidade, largura, velocidade e concentração de sedimentos do canal fluvial, a partir do banco de dados do Laboratório de Geologia, Geomorfologia e Recursos Hídricos da FCT/UNESP, obtidos em tomadas de campo. Estas amostras foram obtidas durante um ciclo hidrodinâmico, compreendido em um período de águas altas e águas baixas, entre os anos de 2011 e 2012.

Desta forma, para caracterizar o canal fluvial, foram utilizados dados de largura (m), velocidade (m/s), profundidade (m) e sedimentologia, da margem direita, do meio e da margem esquerda, nas Seções Rio do Peixe e do Rio Aguapeí.

Assim, através da utilização do *Microsoft Office Excel 2007*[®] foram calculadas as médias entre os pontos de coletas (margem esquerda (ME), meio (MEIO) e margem direita (MD) das Seções e elaborados gráficos sazonais para cada variável hidrodinâmica e de sedimentologia, facilitando a análise dos mesmos.

Através das médias das variáveis hidrodinâmicas, foi possível o cálculo da área e, conseqüentemente, da vazão nos pontos de coletas de dados, desta forma, para sua melhor análise, também foi elaborado um gráfico sazonal, através da utilização do *Microsoft Office Excel 2007*[®], para essa variável fluviométrica.

Posteriormente, mediante a análise dos gráficos, observou-se as tendências crescentes ou decrescentes e dados que se distanciavam dessas tendências, visando a caracterização dos rios Aguapeí e Peixe quanto a sua qualidade ambiental.

6.3 ANÁLISE E QUANTIFICAÇÃO DOS DADOS DO MEIO FÍSICO E DO COMPONENTE ANTRÓPICO, COBERTURA DA TERRA

Primeiramente, foram inventariados os dados de precipitação, do Banco de Dados Hidrológicos do Departamento de Águas e Energia Elétrica (BDH – DAEE), observando-se os valores médios mensais dos dados pluviométricos das estações.

As estações foram selecionadas com base na proximidade com os pontos de coleta de dados limnológicos e fluviométricos das Seções, conforme Tabela 1.

Os meses inventariados de precipitação foram de dezembro de 2011 e março, junho e dezembro de 2012.

Tabela 1 - Estações Pluviométricas da BDH-DAEE próximas às seções

Seção	Município	Latitude	Longitude
1	MARILIA	22° 20' 26"	50° 01' 06"
2	GUAIMBE	21° 54' 52"	49° 53' 52"
3	PIACATU	21° 36' 00"	50° 36' 00"
4	PARAPUA	21° 56' 25"	50° 56' 24"
5	PIQUEROBI	21° 53' 10"	51° 43' 38"
6	MONTE CASTELO	21° 18' 01"	51° 34' 12"

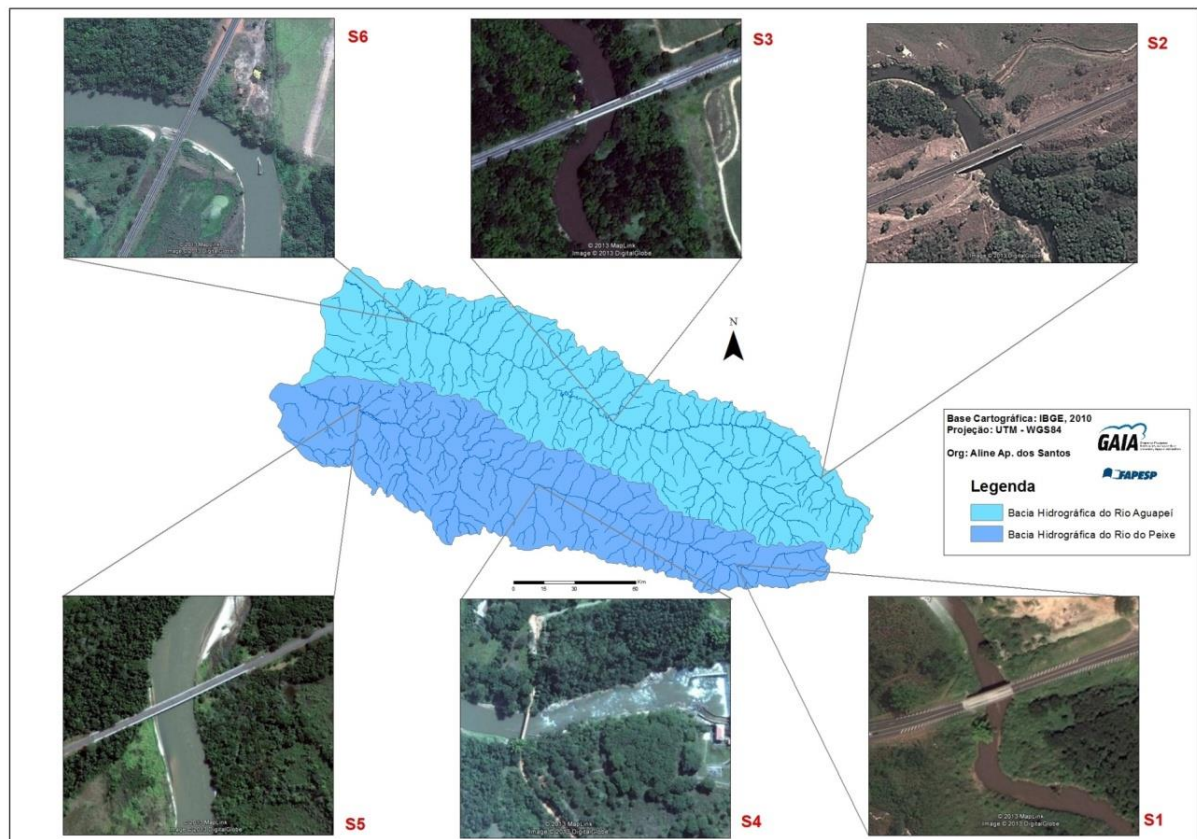
Fonte: Elaboração da própria autora.

Assim, através da utilização do *Microsoft Office Excel 2007®* foram elaborados gráficos sazonais, facilitando a análise dos dados, observando-se as tendências crescentes ou decrescentes e dados altos ou baixos, que se distanciavam dessas tendências, visando a caracterização dos rios Aguapeí e Peixe quanto a sua qualidade ambiental.

Em seguida, foram adquiridos junto ao CBH-AP, Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Aguapeí e Peixe, os *shapefiles*, com algumas características das bacias hidrográficas: geomorfologia, geologia, suscetibilidade a erosão, vegetação remanescente e cobertura da terra. Esses arquivos foram categorizados com a utilização do *software QGIS®*.

A área de estudo foi dividida em 6 (seis) seções, conforme **Error! Reference source not found.**, utilizando-se como ponto de início da divisão das seções, o local onde foram coletados os dados dos Rios Aguapeí e Peixe.

Figura 6 – Localização das seções de coleta dos dados



Fonte: Acervo pessoal Prof. Dr. Paulo Cesar Rocha.

A descrição das Seções segue abaixo:

- Seção 1 (S1) situada no alto do curso do Rio do Peixe, localiza-se no município de Marília, na rodovia Comandante João Ribeiro de Barros, entre as coordenadas $22^{\circ} 18' 13.12''$ S e $50^{\circ} 02' 53.74''$ O;

- Seção 2 (S2) situa-se no alto curso do rio Aguapeí. Localiza-se à Rodovia Dona Leonor Mendes de Barros, no município de Guarantã, entre as coordenadas $21^{\circ} 55' 18.28''$ S e $49^{\circ} 40' 33.33''$ O;

- Seção 3 (S3) situa-se no médio curso do Rio Aguapeí, localizando-se na Rodovia Assis Chateaubriand, entre os municípios de Santópolis do Aguapeí e Rinópolis. Encontra-se entre as coordenadas $21^{\circ} 40' 32.74''$ S e $50^{\circ} 35' 17.19''$ O.

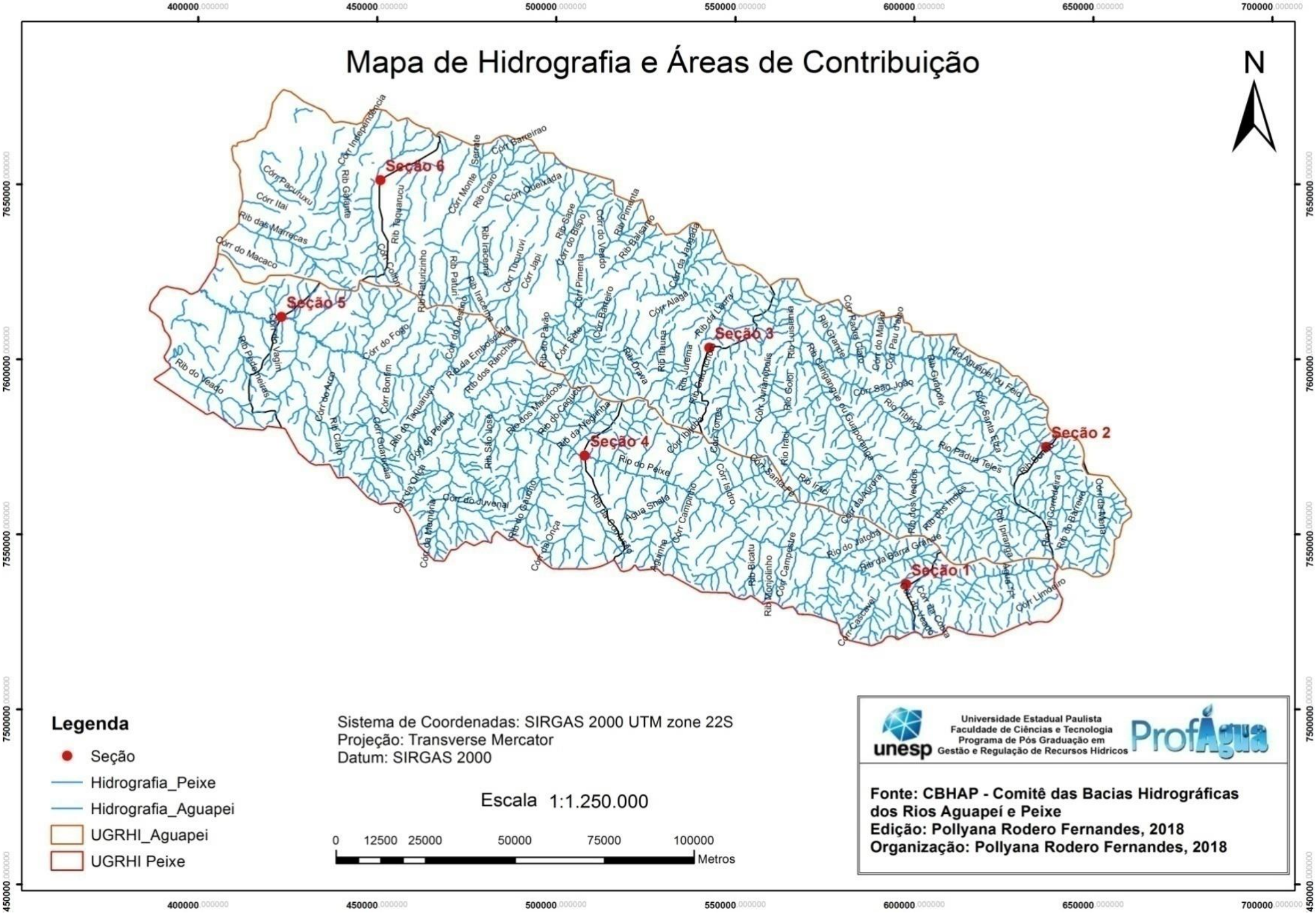
- Seção 4 (S4) situa-se no médio curso do Rio do Peixe. O ponto localiza-se na rodovia Assis Chateaubriand, à jusante da Usina Quatiara, no município de Rancharia. A seção está entre as coordenadas $21^{\circ} 57' 06.89''$ S e $50^{\circ} 55' 55.84''$ O;

- Seção 5 (S5) situa-se no baixo curso do Rio do Peixe. Localiza-se na Rodovia Euclides de Oliveira Figueiredo, no município de Presidente Venceslau, entre as coordenadas $21^{\circ} 36' 22.81''$ S e $51^{\circ} 42' 10.96''$ O;

- Seção 6 (S6) localiza-se no baixo curso do Rio Aguapeí, na Rodovia Euclides de Oliveira Figueiredo, município de São João do Pau D'alho. A área situa-se entre as coordenadas $21^{\circ} 13' 11.29''$ S e $51^{\circ} 29' 44.42''$ O.

Assim, a partir da localização dos pontos de coleta nos Rios Aguapeí e Peixe, foram determinadas as áreas de contribuição para cada Seção, através do software QGIS®. Essas áreas foram estimadas através das vertentes dos rios da bacia hidrográfica e podem ser observadas na **Error! Reference source not found.**

Figura 7– Mapa de Hidrografia das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe com a delimitação das Áreas de Contribuição de cada Seção de amostragem



Fonte: Adaptado de Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe (2020).

A determinação da área de contribuição de cada Seção tem como objetivo quantificar os tipos de relevo, os graus de suscetibilidade, os tipos remanescentes de vegetação e cobertura da terra.

Desta forma, o próximo passo foi a utilização da ferramenta *Geoprocessing – Clip* do *software* QGIS®, para a determinação das porcentagens das características do meio físico e dos componentes antrópicos sobre cada área de contribuição, como na Tabela 2e na Tabela 3 abaixo:

Tabela 2– Área de contribuição de cada seção de amostragem do Rio do Aguapeí

Seção	Área (km ²)	Área de Contribuição (km ²)
2	767,340	$AC_{S2} = 767,340$
3	5002,979	$AC_{S3} = AC_{S2} + AC_{S3} = 5770,319$
6	5199,229	$AC_{S6} = AC_{S2} + AC_{S3} + AC_{S6} = 10969,548$

Fonte: Elaboração da própria autora.

Tabela 3– Área de contribuição de cada seção de amostragem do Rio do Peixe

Seção	Área (km ²)	Área de Contribuição (km ²)
1	786,418	$AC_{S1} = 786,418$
4	3410,324	$AC_{S4} = AC_{S1} + AC_{S4} = 4196,742$
5	5353,332	$AC_{S5} = AC_{S1} + AC_{S4} + AC_{S5} = 9550,074$

Fonte: Elaboração da própria autora.

6.4 CORRELACIONAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS LIMNOLÓGICAS E FLUVIOMÉTRICAS DOS CANAIS FLUVIAIS DOS RIOS AGUAPEÍ E PEIXE, COM OS DADOS DO MEIO FÍSICO E OS TIPOS DE USO E COBERTURA DA TERRA NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

Posteriormente, a análise de todos os dados de forma separada, eles foram analisados de forma integrada, através de análise estatística multivariada, com utilização do *software* Statistica7®, para a elaboração de matrizes de correlação e de clusters.

Para tanto, os valores dos parâmetros limnológicos de pH, oxigênio dissolvido (OD), temperatura da água, condutividade elétrica, turbidez, velocidade, profundidade e temperatura do ar foram log-transformados (base dez), para linearizar as relações e reduzir o efeito de valores elevados.

Para compor a matriz de correlação foi necessário a análise *Boxplot*, para excluir os *outliers*, que são os dados discrepantes.

As análises *Boxplot* referentes ao Rio Aguapeí não demonstraram valores *outliers*, entretanto, alguns dados do Rio do Peixe, referentes à pH, O.D, Turbidez e Condutividade Elétrica, apresentaram dados discrepantes.

Após as análises dos *outliers* e sua eliminação, foram elaboradas as matrizes de correlação, utilizando o método *Spearman*.

Conforme Figueiredo et al. (2014), o coeficiente de correlação de *Spearman* varia entre -1 e 1, onde o valor indica a magnitude da correlação, sendo que quanto mais próximo de um, mais forte tal correlação. Quanto ao sinal, um coeficiente negativo indica uma proporcionalidade inversa, ou seja, o crescimento de um parâmetro aumenta enquanto o outro diminui, um coeficiente positivo indica uma proporcionalidade direta, onde o aumento de um parâmetro implica num aumento do outro parâmetro correlacionado.

Para a análise de agrupamento das áreas de contribuição (cluster), foram gerados dendogramas. Através do dendrograma, é possível visualizar o processo de agrupamento, sendo que, os níveis de agrupamento, ocorrem através da aproximação de elementos homogêneos entre os pontos de coleta.

Para a confecção dos dendogramas foi utilizada a distância Euclidiana e o método de ligação utilizada foi a *Complete Linkage*.

Para observar os agrupamentos, nesta análise, foram utilizados os parâmetros pH, temperatura da água, turbidez, condutividade, sólidos suspensos, oxigênio dissolvido, vazão e precipitação. Para cada seção foram coletados 12 amostras, onde ME: margem esquerda, MD: margem direita e MEIO: meio do rio, em quatro dias diferentes, nas quais são caracterizadas com os seguintes números, 1: dezembro de 2011, 2: março de 2012. 3: junho de 2012 e 4: dezembro de 2012.

Foi utilizada uma escala padronizada no eixo das ordenadas do dendrograma, que considera o percentual relativo à razão entre a distância observada e a distância máxima dos dados. Pequenos coeficientes indicam que agrupamentos mais homogêneos estão sendo formados.

Para uma correlação múltipla espacial entre os dados limnológicos, fluviométricos, dados do meio físico e cobertura da terra, foram extraídos valores médios de todas as amostragens de cada seção, sendo estas renomeadas.

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

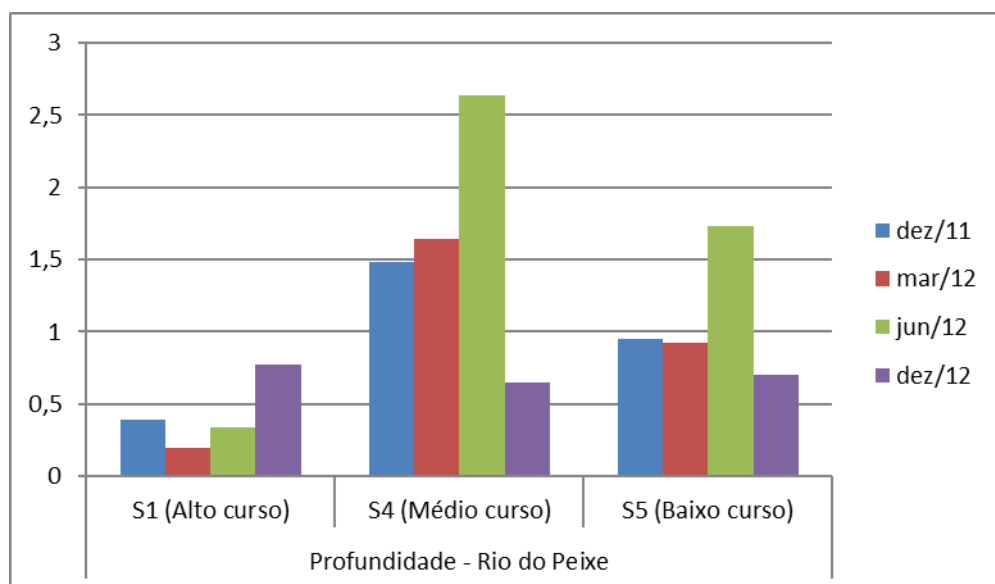
7.1 GEOMETRIA HIDRÁULICA NO CANAL FLUVIAL: LARGURA, PROFUNDIDADE, VELOCIDADE E VAZÃO

Para caracterizar o canal fluvial foram coletados dados sazonais de largura (m), velocidade (m/s) e profundidade (m) na margem direita, no meio e na margem esquerda, nas Seções Rio do Peixe e do Rio Aguapeí e para o cálculo da vazão foram utilizados esses dados da caracterização do canal fluvial.

7.1.1 Rio do Peixe

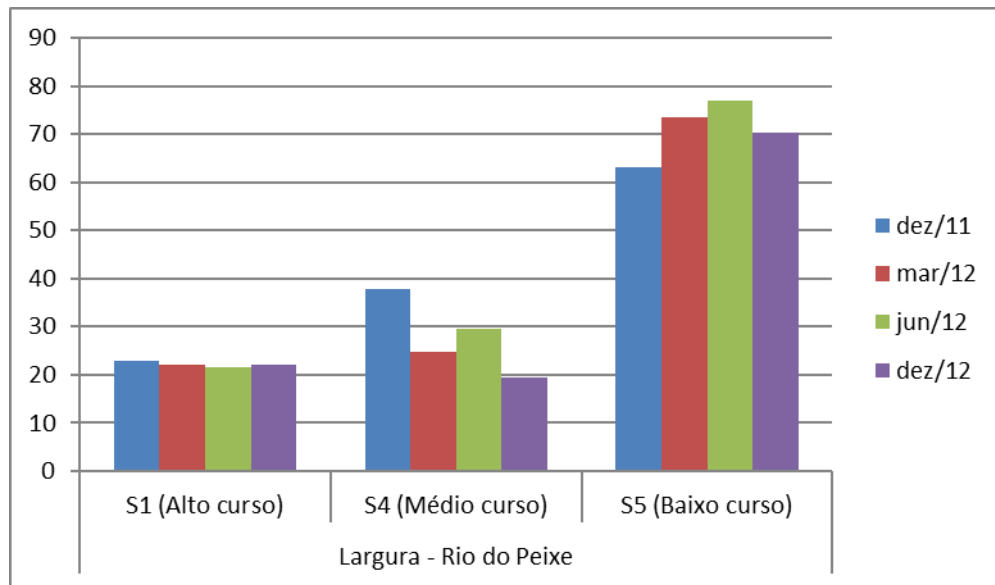
Apresentam-se a seguir, conforme a **Error! Reference source not found.**, **Error! Reference source not found.**, **Error! Reference source not found.** e **Error! Reference source not found.**, as principais características quanto à largura, profundidade, velocidade e vazão ao longo do rio do Peixe.

Figura 8 – Variação sazonal da profundidade no Rio do Peixe



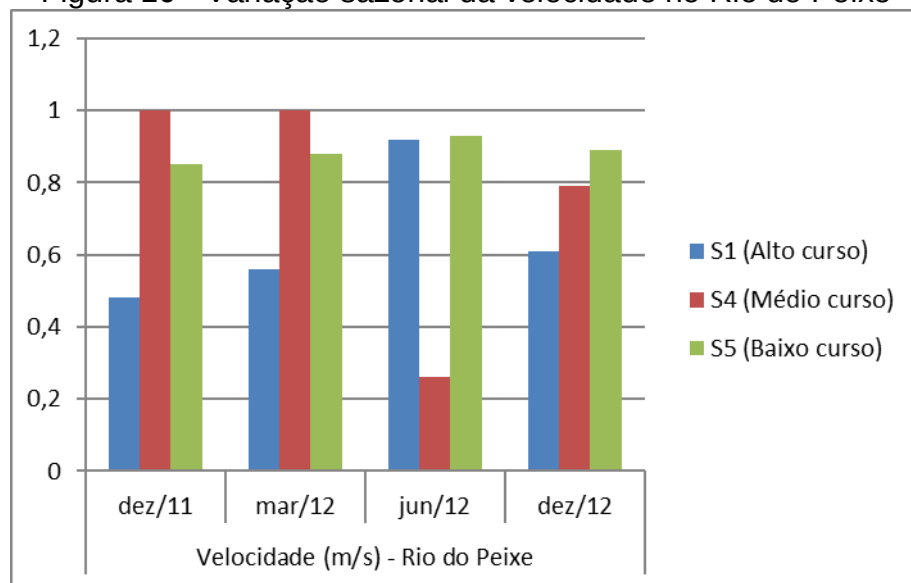
Fonte: Elaboração da própria autora.

Figura 9 – Variação sazonal da largura no Rio do Peixe



Fonte: Elaboração da própria autora.

Figura 10 - Variação sazonal da velocidade no Rio do Peixe



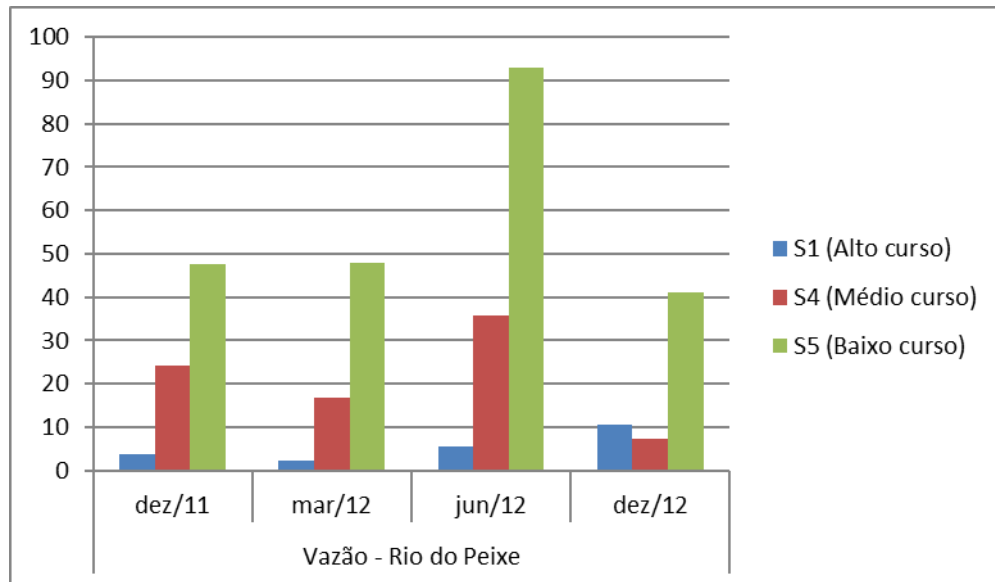
Fonte: Elaboração da própria autora.

Como esperado, devido à perda de gradiente e energia o rio tende a tornar-se mais largo sentido a sua foz. Observa-se na **Error! Reference source not found.** que o rio possui largura estreita em sua nascente, esses valores aumentam até a seção 5.

A vazão calculada é o volume de água que passa por determinada seção por uma unidade de tempo, ou seja, vazão é a rapidez com a qual água flui no rio. Os valores de vazão dependem diretamente da velocidade de fluxo e da área do canal

na seção amostrada. No canal do Rio do Peixe obteve-se as maiores vazões na seção 5, no baixo curso, como pode ser notado na **Error! Reference source not found.**

Figura 11 – Variação sazonal de vazão do Rio do Peixe



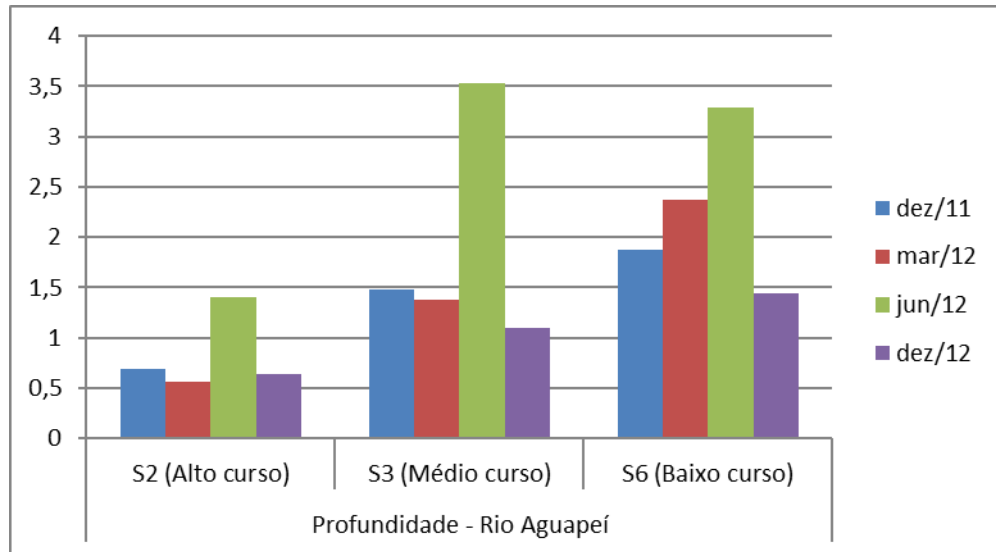
Fonte: Elaboração da própria autora.

7.1.2 Rio Aguapeí

Apresentam-se a seguir, as principais características quanto à largura, profundidade, velocidade e vazão ao longo do rio Aguapeí.

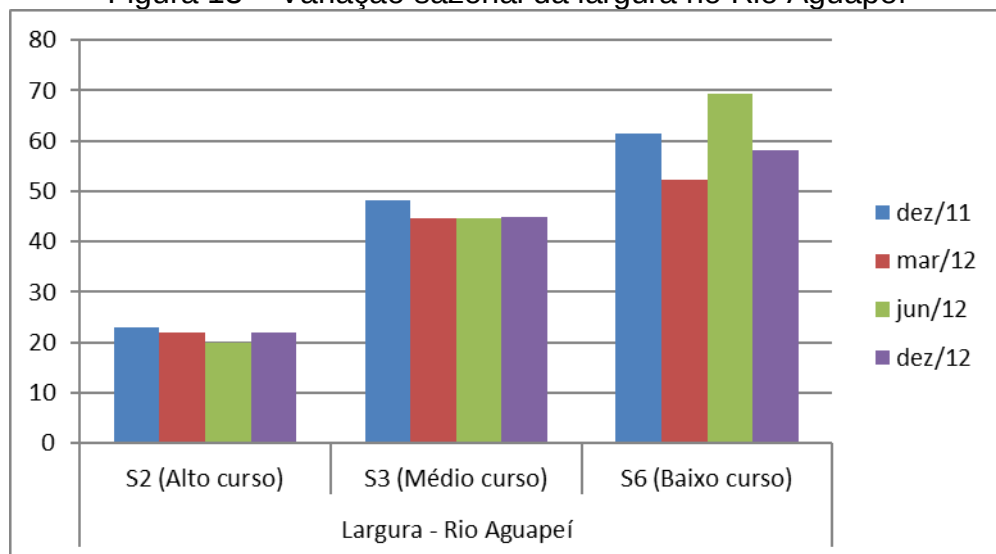
Assim como no Rio do Peixe, no Rio Aguapeí, devido a perda de gradiente e energia o rio tende a tornar-se mais largo sentido asua foz. Observa-se na **Error! Reference source not found.** que o rio possui largura estreita em suanascente, esses valores aumentam até a seção 6, sentido foz.

Figura 12– Variação sazonal da profundidade no Rio Aguapeí



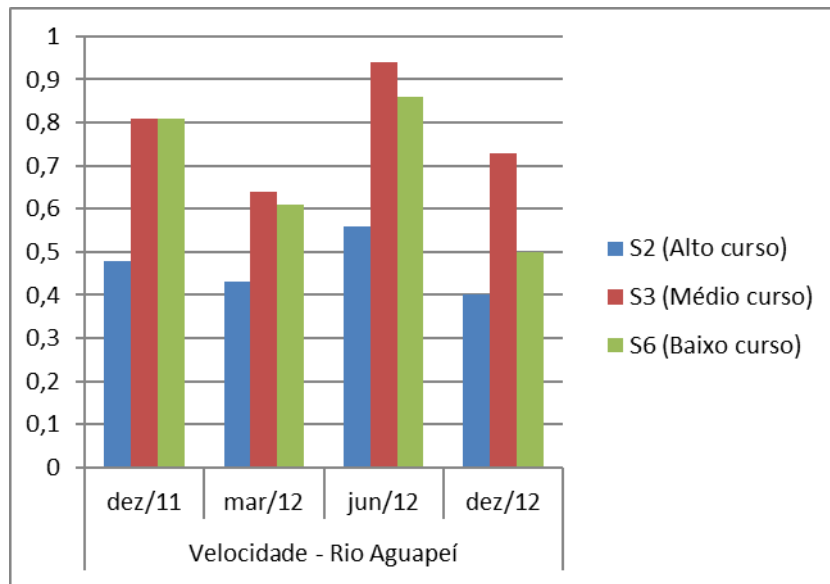
Fonte: Elaboração da própria autora.

Figura 13 – Variação sazonal da largura no Rio Aguapeí



Fonte: Elaboração da própria autora.

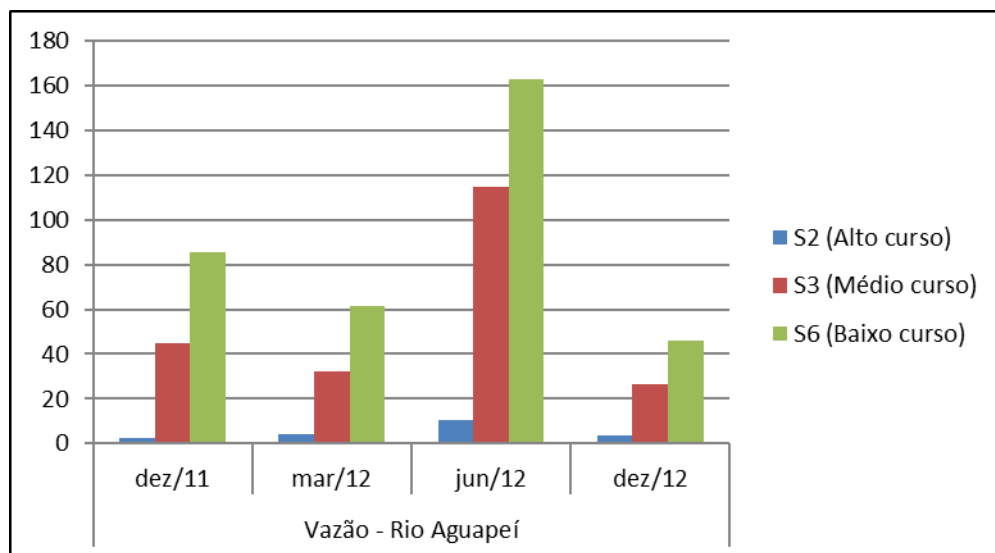
Figura 14 - Variação sazonal da velocidade no Rio Aguapeí



Fonte: Elaboração da própria autora.

No canal do Rio Aguapeí obteve-se as maiores vazões na seção 6, no baixo curso, como pode ser notado na **Error! Reference source not found.**

Figura 15 – Variação sazonal da vazão do Rio Aguapeí



Elaboração da própria autora.

7.2 DESCRIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DAS VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS NOS CANAIS FLUVIAIS

O Decreto Estadual nº 10.755/77 enquadrando os corpos d'água nas classes previstas no Decreto nº 8.468/76, enquadrando o Rio Aguapeí como classe 2 (**Error! Reference source not found.**), que são águas que podem ser destinadas, segundo a Resolução CONAMA 357/05:

- 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;
- 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.

Assim como o Rio Aguapeí, o Rio do Peixe se enquadra na classe 2, como pode ser observado na Figura 5.

Apresentam-se aqui as características limnológicas do Rio do Peixe e do Rio Aguapeí, ou seja, as variáveis químicas e físicas da água levantadas na pesquisa: pH, oxigênio dissolvido, temperatura do ar e da água, condutividade elétrica, turbidez, sólido suspenso.

7.2.1 Potencial hidrogeniônico–pH

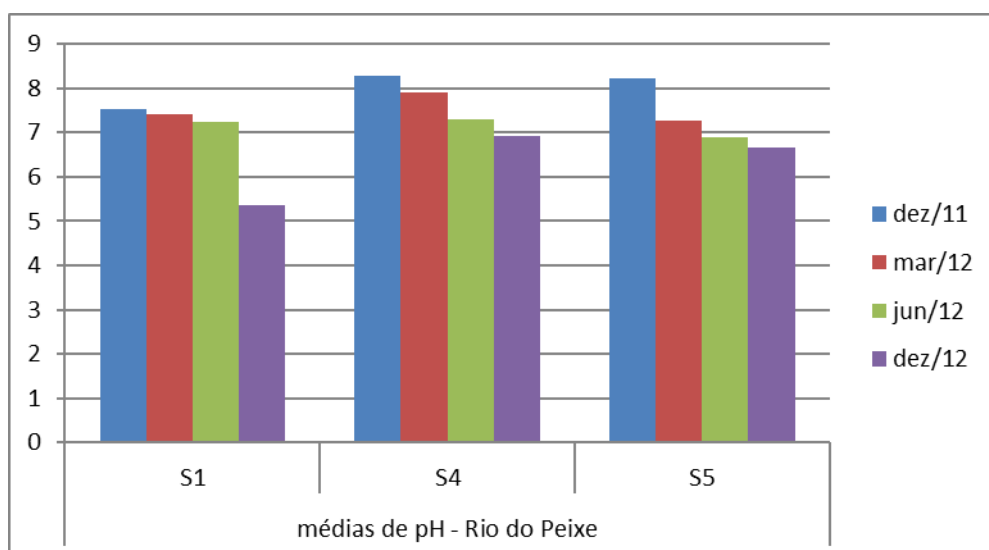
Segundo Sperling (2005) as águas naturais em geral têm pH compreendido entre 4,0 e 9,0 e, na maioria das vezes, são ligeiramente alcalinas, devido à presença de carbonatos e bicarbonatos.

A resolução CONAMA 357/05 dispõe em seu capítulo III, das condições e padrões de qualidade das águas, seção 2, Art. 15, que se aplica às águas doces de classe 2 as mesmas condições e padrões da classe 1 no que tange a padrões de pH, sendo este de 6,0 a 9,0.

7.2.1.1 Rio do Peixe

Observou-se que no Rio do Peixe os valores de pH nas Seções (Alto, Médio e Baixo Curso) seguiram uma tendência decrescente ao longo do tempo, sendo que, no Alto Curso, em dezembro de 2012, como pode ser observado na **Error! Reference source not found.**, ocorreram valores de pH inferiores ao mínimo determinado pela resolução CONAMA 357/05, para rios de classe 2, sendo encontrado um valor médio de 5,36.

Figura 16 – Dados sazonais médios de pH das Seções do Rio do Peixe

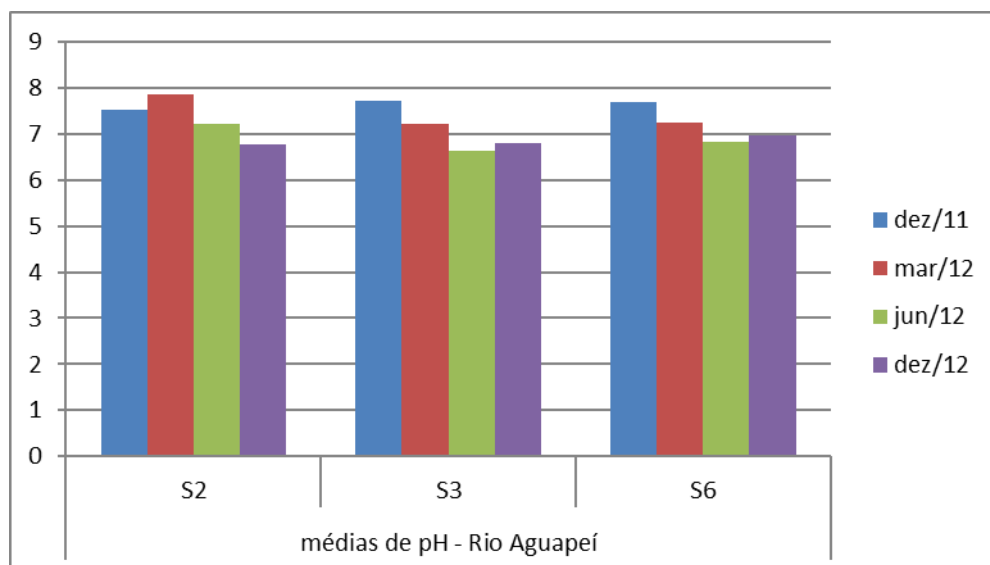


Fonte: Elaboração da própria autora.

7.2.1.2 Rio Aguapé

Observou-se que no Rio Aguapé os valores de pH nas Seções (Alto, Médio e Baixo Curso) não seguiram uma tendência decrescente ao longo do tempo, pois o Alto Curso apresentou um pH abaixo dos demais meses em dezembro de 2011; o Médio Curso apresentou pH superior a junho de 2012 em dezembro de 2012, ocorrendo o mesmo no Alto Curso. Apesar disso, ocorreram valores de pH dentro do padrão determinado pela resolução CONAMA 357/05, para rios de classe 2, variando entre 6,63 e 7,85, como pode ser observado na Figura 32.

Figura 17– Dados sazonais médios de pH das Seções do Rio Aguapeí



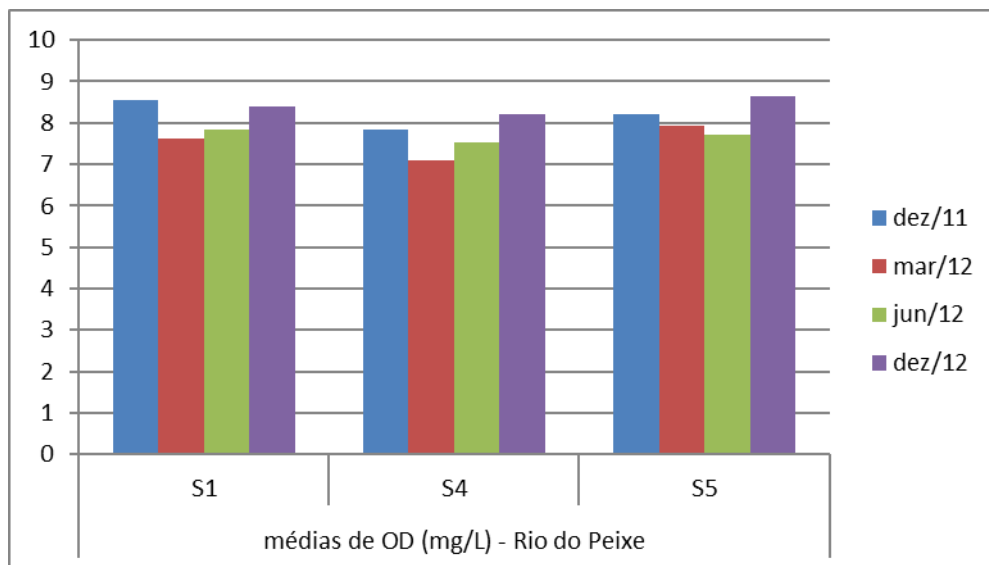
Fonte: Elaboração da própria autora.

7.2.2 Oxigênio Dissolvido

7.2.2.1 Rio do Peixe

Os valores relativos à quantidade de oxigênio dissolvido no Rio do Peixe nos períodos amostrados encontraram-se entre 7,1 e 8,63 mg/L, como pode ser observado na **Error! Reference source not found..** Isso denota um bom estado da qualidade ambiental da água, visto que, a resolução CONAMA 357/05 dispõe em seu capítulo III das condições e padrões de qualidade das águas, seção 2, Art. 15, inciso V, das Águas Doces de classe 2, que os valores de OD devem ser maiores que 5 mg/l.

Figura 18 – Dados sazonais médios de OD (mg/L) das Seções do Rio do Peixe

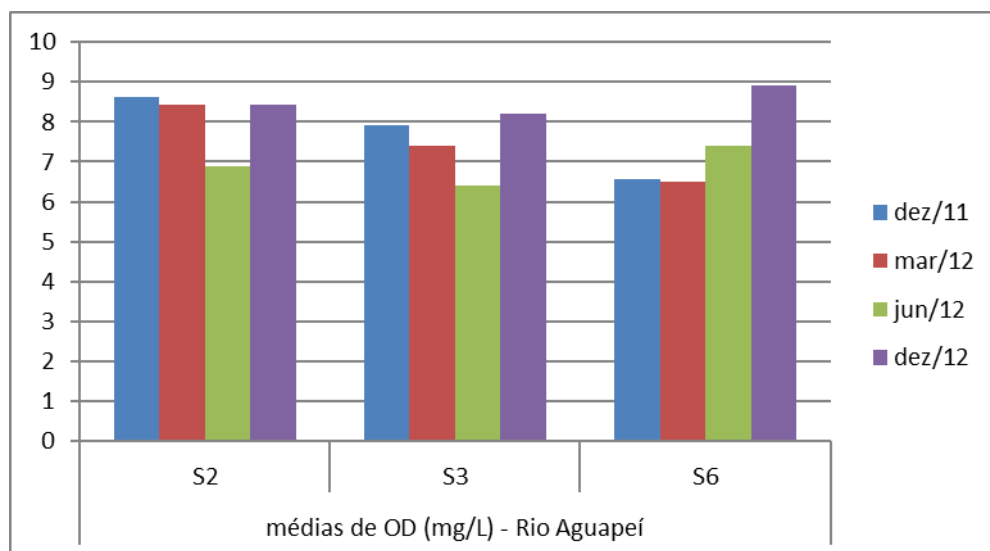


Fonte: Elaboração da própria autora.

7.2.2.2 Rio Aguapeí

Os valores relativos à quantidade de oxigênio dissolvido no Rio do Peixe nos períodos amostrados encontraram-se entre 6,4 e 8,9 mg/L, como pode ser observado na **Error! Reference source not found.**. O que denota um bom estado da qualidade ambiental da água, visto que, a resolução CONAMA 357/05 dispõe em seu capítulo III das condições e padrões de qualidade das águas, seção 2, Art. 15, inciso V, das Águas Doces de classe 2, que os valores de OD devem ser maiores que 5 mg/l.

Figura 19– Dados sazonais médios de OD (mg/L) das Seções do Rio Aguapeí



Fonte: Elaboração da própria autora.

7.2.3 Temperatura do ar e da água

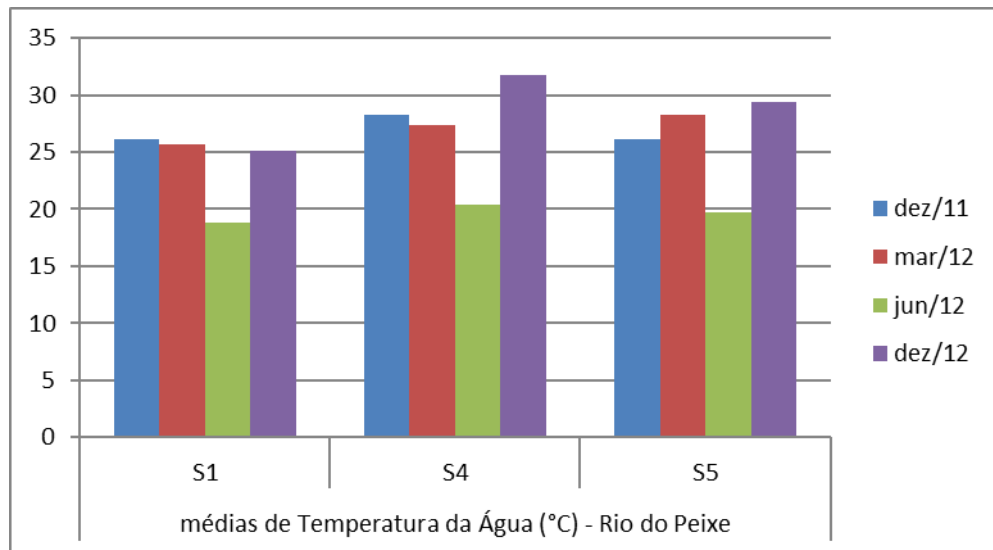
Quanto aos dados de temperaturas da água, tendo em vista que as coletas ocorreram nas estações de inverno e verão, pode-se verificar sua manutenção em níveis medianos considerando essa sazonalidade estacional.

A temperatura varia em diferentes corpos de água em função de flutuações sazonais, sendo influenciada pela latitude, altitude, época do ano, hora do dia, e profundidade. Essas variações acontecem de forma gradual, uma vez que, a água pode absorver ou mesmo perder calor sem alterações significativas. Os valores de temperatura da água geralmente variam de acordo com a temperatura do ar, por isso são mais elevadas na estação de verão, como nos meses de dezembro e março considerando os períodos amostrados.

7.2.3.1 Rio do Peixe

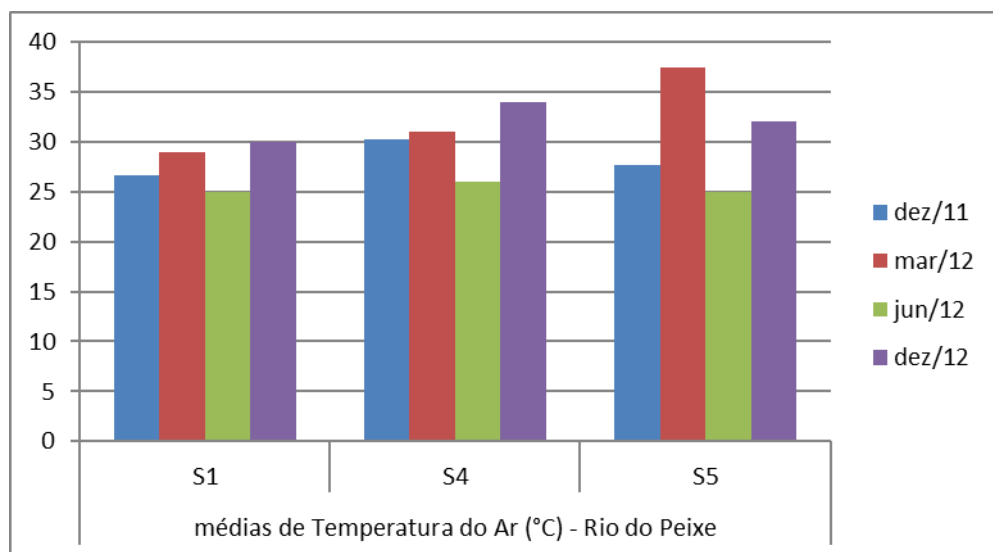
A temperatura da água mostrou-se espacialmente homogênea, assim como a temperatura do ar, havendo apenas pequenas variações entre as seções, onde se observou um aumento de temperatura, tanto do ar como da água, no médio curso, no mês de dezembro de 2012, e no baixo curso em março de 2012, como pode ser observado na **Error! Reference source not found.** e **Error! Reference source not found.**.

Figura 20 – Dados sazonais médios da Temperatura da Água (°C) das Seções do Rio do Peixe



Fonte: Elaboração da própria autora.

Figura 21 – Dados sazonais médios da Temperatura do Ar (°C) das Seções do Rio do Peixe

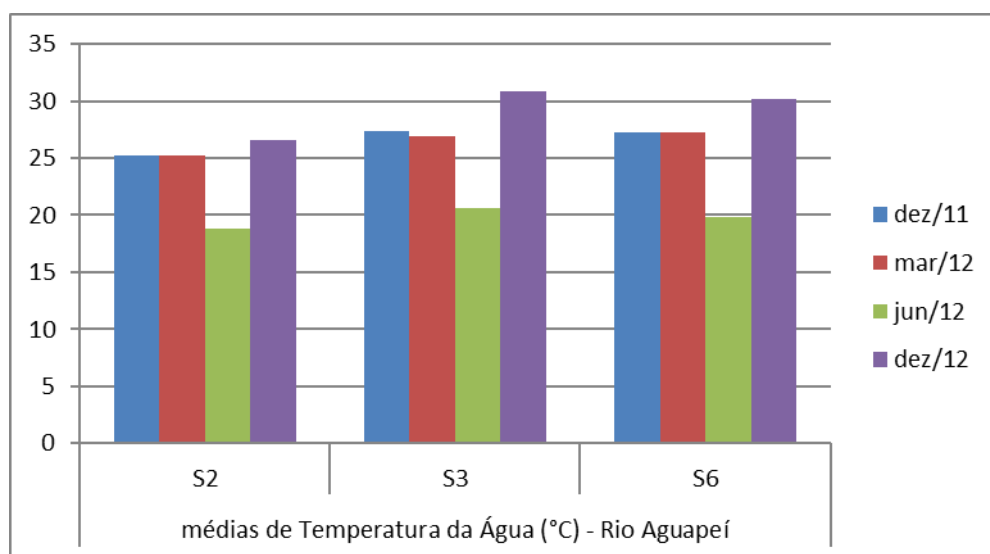


Fonte: Elaboração da própria autora.

7.2.3.2 Rio Aguapeí

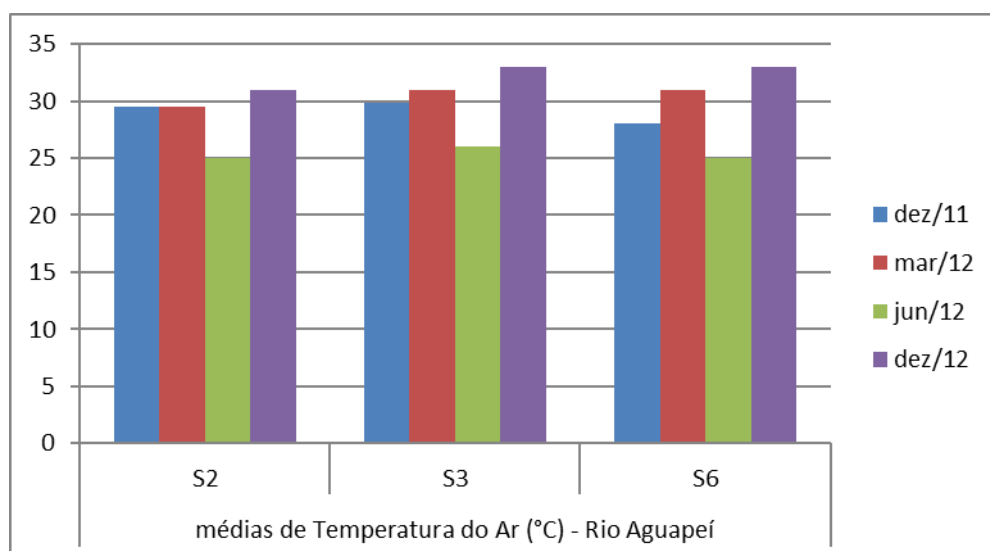
A temperatura da água, semelhante ao Rio do Peixe, se mostrou espacialmente homogênea, havendo apenas pequenas variações entre as seções, onde se observou um aumento de temperatura no médio curso e no baixo curso, no mês de dezembro de 2012, tanto para temperatura do ar como da água, como podemos observar na **Error! Reference source not found.** e **Error! Reference source not found.**.

Figura 22 – Dados sazonais médios da Temperatura da Água (°C) das Seções do Rio Aguapeí



Fonte: Elaboração da própria autora.

Figura 2 – Dados sazonais médios da Temperatura do Ar (°C) das Seções do Rio Aguapeí



Fonte: Elaboração da própria autora.

7.2.4 Condutividade Elétrica

O parâmetro condutividade elétrica contribui para possíveis reconhecimentos de impactos ambientais que ocorram na bacia hidrográfica, principalmente os ocasionados por lançamentos de resíduos que contenham íons de cálcio, magnésio, potássio, sódio, carbonatos, carbonetos, sulfatos e cloretos. Além, de partículas de

solo que são carregadas para o curso d'água, considerando que estas partículas possuem vários minerais que contribuem para o aumento da condutividade elétrica no canal (MORAES, 2001).

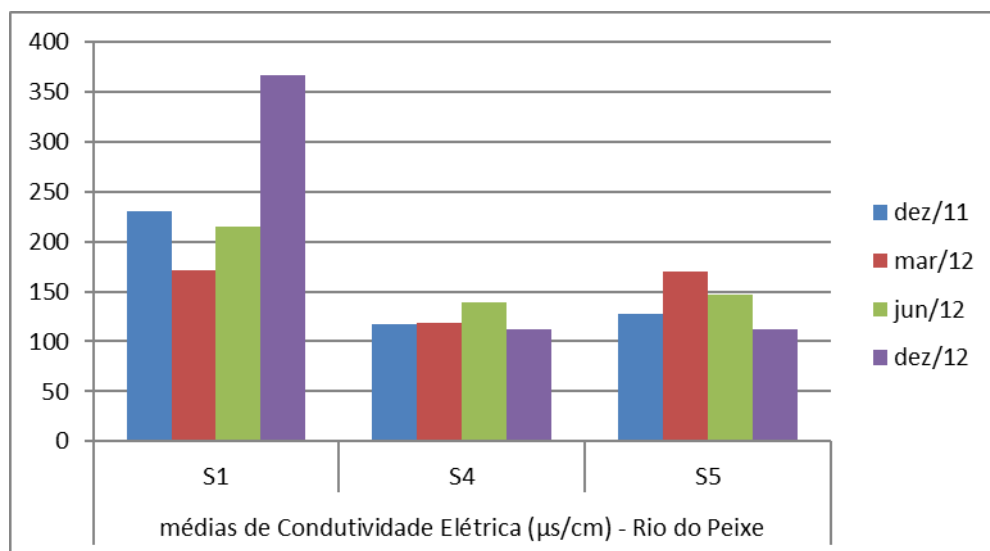
Observa-se a seguir que esta variável apresenta-se muito alta, pois seriam esperados valores mais baixos, próximos a 50 $\mu\text{s/cm}$, o que indica influência antropogênica.

7.2.4.1 Rio do Peixe

No rio do Peixe os valores médios de condutividade elétrica variaram de 112,23 $\mu\text{s/cm}$ em dezembro de 2012 na Seção 5 a 366,33 $\mu\text{s/cm}$ na Seção 1 em dezembro do mesmo ano, como se pode ver na **Error! Reference source not found..**

Nos períodos amostrados, nota-se certa homogeneização nos valores de condutividade elétrica, com exceção da Seção 1 (Alto Curso), onde os valores são consideravelmente mais elevados se comparados com as outras seções.

Figura 24 – Dados sazonais médios de Condutividade Elétrica ($\mu\text{s/cm}$) das Seções do Rio do Peixe



. Fonte: Elaboração da própria autora.

A cidade de Marília, por exemplo, não apresenta tratamento de esgoto, lançando este efluente no Rio do Peixe.

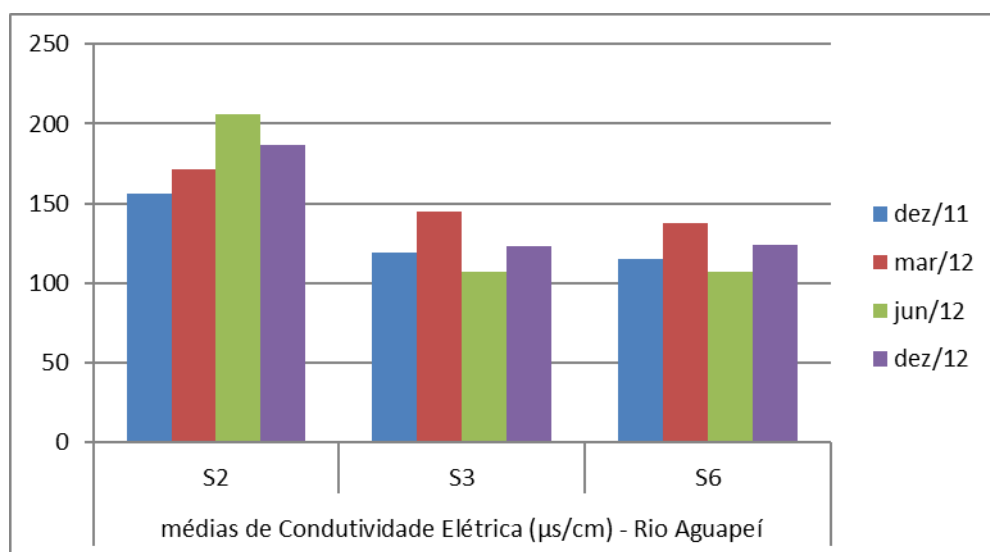
Observa-se que do auto curso ao baixo curso, os valores, provavelmente, decaem devido a auto-depuração, outro fator importante, é que a Seção 1 apresenta alta declividade, desta forma, há aeração por turbulência e, considerando estas amostragens sazonais o OD não é tão baixo.

7.2.4.2 Rio Aguapeí

No Rio Aguapeí os valores médios de condutividade elétrica variaram de 114,96 $\mu\text{S/cm}$ em dezembro de 2011 na Seção 6 a 206,16 $\mu\text{S/cm}$ na Seção 2 em junho de 2012, como se pode ver na **Error! Reference source not found.**

Nos períodos amostrados, nota-se certa homogeneização nos valores de condutividade elétrica, com exceção da Seção 2 (Alto Curso), onde os valores são consideravelmente mais elevados se comparados com as outras seções.

Figura 25 – Dados sazonais médios de Condutividade Elétrica ($\mu\text{S/cm}$) das Seções do Rio Aguapeí



Fonte: Elaboração da própria autora.

7.2.5 Turbidez

As características físicas, como relevo e tipo de solos, além dos usos da terra, contribuem em processos de lixiviação de sedimentos para as águas superficiais, interferindo nos índices de turbidez da água e em outras variáveis. Esses sedimentos são, principalmente, partículas de solo, provenientes de áreas ocupadas

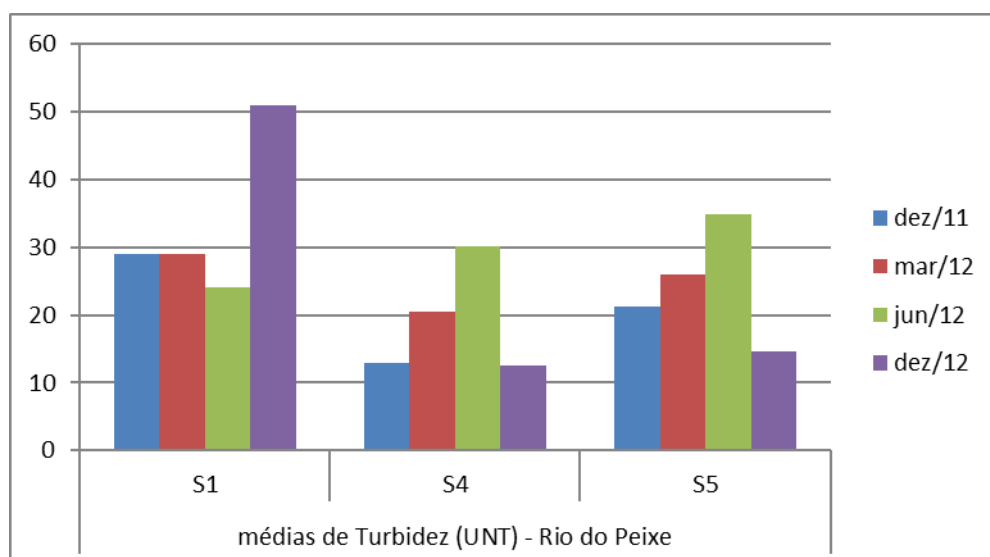
de forma irregular, sem técnicas de conservação dos solos, que ocasionam a exposição da superfície, provocando processos erosivos e de assoreamento.

7.2.5.1 Rio do Peixe

Os valores de turbidez são expressos em unidades nefelométricas de turbidez (UNT). Segundo a Resolução CONAMA 357/05, Art. 15, inciso IV, os padrões de turbidez para corpos hídricos classe 2 devem se manter até 100 UNT. Desta forma, observou-se que em todas as seções amostradas, o Rio do Peixe encontra-se com qualidade ambiental adequada quanto a turbidez, sendo os menores valores encontrados no médio curso do rio, nos meses de dezembro de 2011 e dezembro de 2012.

Os valores médios de turbidez no Rio do Peixe variaram de 12,44 UNT na Seção 4 em dezembro de 2012 a 50,97 UNT na Seção 1 em dezembro de 2012, observou-se que, este último, foi um valor discrepante em relação aos valores da mesma Seção e se comparado com os valores de turbidez do médio e baixo curso, como pode ser observado na **Error! Reference source not found..**

Figura 26 – Dados sazonais médios de Turbidez (UNT) das Seções do Rio do Peixe



Fonte: Elaboração da própria autora.

Segundo Gonçalves e Rocha (2011), é importante observar na análise dos dados que, os valores de turbidez alteram-se espacialmente e aumentam quando se

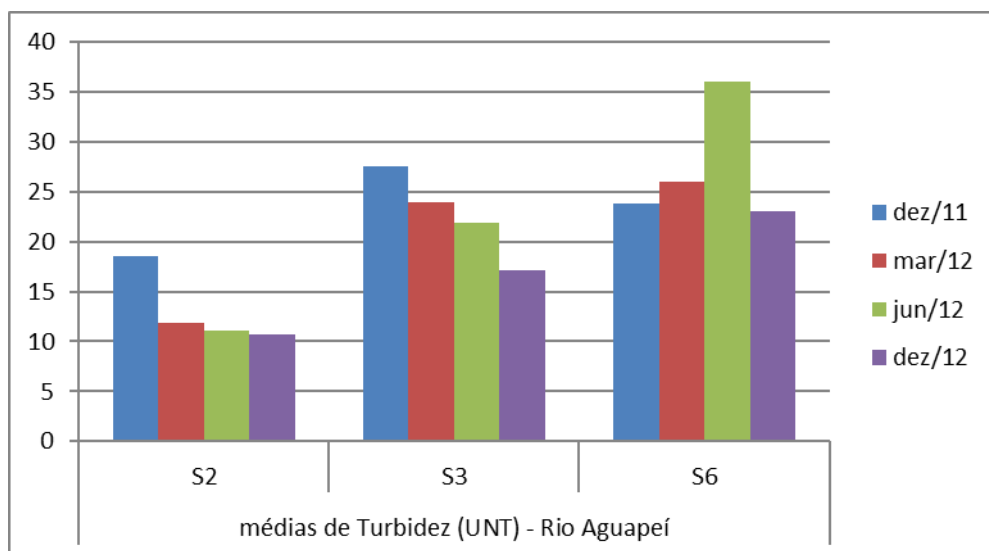
aproximam da foz, desta forma, como podemos observar na Figura 26, a turbidez apresenta um valor elevado na montante do Rio do Peixe, o que pode configurar algum tipo de impacto antrópico.

7.2.5.2 *Rio Aguapeí*

Assim, observou-se, que em todas as seções amostradas, o Rio Aguapeí encontra-se com qualidade ambiental adequada quanto a turbidez, sendo que os menores valores foram encontrados nos meses de março de 2012 e dezembro de 2012, no alto curso do rio.

Os valores médios de turbidez no Rio Aguapeí variaram de 10,65 UNT na Seção 2 em dezembro de 2012 a 36,04 UNT na Seção 6 em junho de 2012, observou-se que, este último, foi um valor discrepante em relação aos valores da mesma Seção e se comparado com os valores de turbidez do alto e médio curso, bem como, os valores de turbidez foram os mais baixos no alto curso se comparados com as outras Seções, como pode ser observado na **Error! Reference source not found..**

Figura 3– Dados sazonais médios de Turbidez (UNT) das Seções do Rio Aguapeí



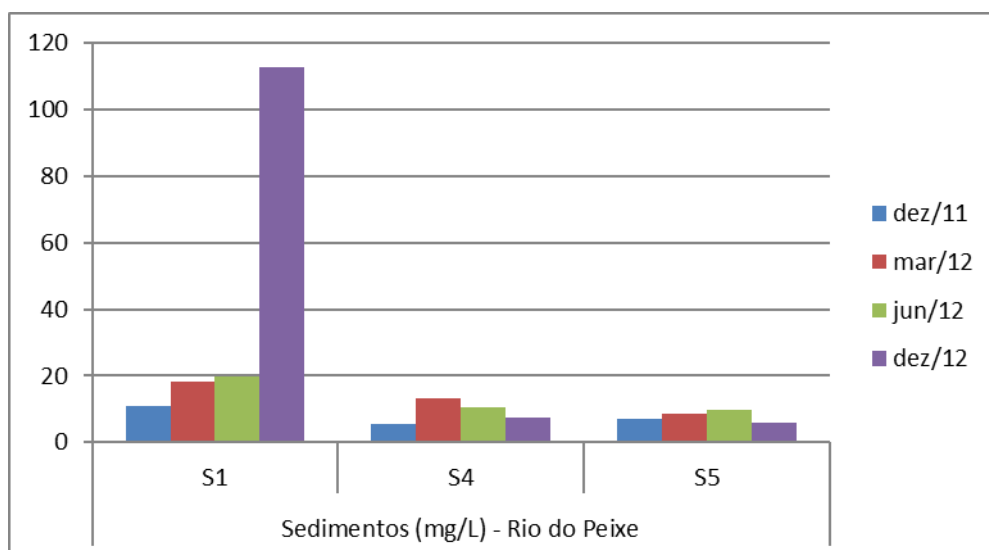
Fonte: Elaboração da própria autora.

7.2.6 Sólidos Suspensos

7.2.6.1 Rio do Peixe

No Rio do Peixe, este parâmetro obteve valor mínimo de 5,37 mg/L na Seção 4 em dezembro de 2011 e o valor máximo de 112,68 mg/L na Seção 1 no mês de dezembro de 2012. Como podemos observar na **Error! Reference source not found.**, nota-se que as maiores médias foram registradas na Seção de amostragem 1.

Figura 4 – Concentração sazonal de sedimentos no Rio do Peixe



Fonte: Elaboração da própria autora.

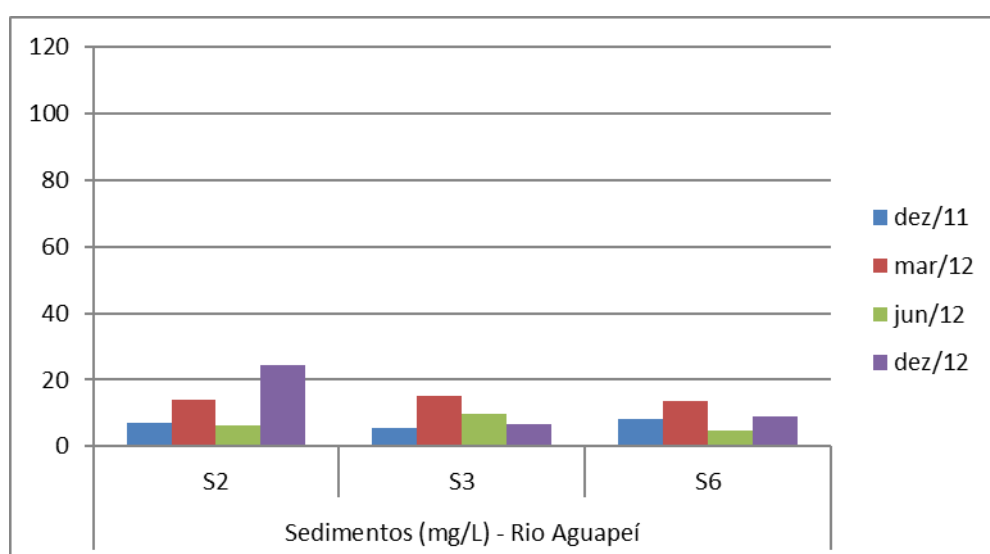
Os valores referentes aos sólidos suspensos apresentaram, de modo geral, uma tendência de diminuição em seus níveis no sentido nascente-foz do Rio do Peixe. Quando analisados sazonalmente nota-se a elevação no registro de sólido suspenso no mês dezembro de 2012.

Nota-se que na data desta mesma amostragem, dezembro de 2012, ocorreram alta condutividade elétrica, alta turbidez e uma elevação no registro de sólidos suspensos, denotando conectividade com fatores externos, que podem ser algum lançamento de efluente ou precipitação, mas como os valores de condutividade estão acima, para ambientes naturais, logo, os íons não são provenientes dos solos, mas de algum fator antropogênico.

7.4.6.2 Rio Aguapeí

No Rio Aguapeí, este parâmetro obteve valor mínimo de 4,88 mg/L na Seção 6 em junho de 2012 e o valor máximo de 24,57 mg/L na Seção 2 no mês de dezembro de 2012, além deste valor mais alto em relação aos outros, nota-se valores mais altos em relação aos outros meses no mês de março de 2012, como podemos observar na **Error! Reference source not found..**

Figura 29 – Concentração sazonal de sedimentos no Rio Aguapeí



Fonte: Elaboração da própria autora.

7.3 INTERPRETAÇÃO DA VARIAÇÃO ESPACIAL DE COMPONENTES DO MEIO FÍSICO E COBERTURA DO SOLO

7.3.1 Geologia

Quanto a caracterização do meio físico referente a geologia, foi utilizado o Mapa do Laboratório de Geologia, Geomorfologia e Recursos Hídricos da FCT/UNESP. Desta forma foram identificadas algumas classes:

- Formação Adamantina em uma subdivisão de cinco unidades de mapeamento, designadas como: Ka1, Ka2, Ka3, Ka4, Ka5, que nos gráficos é expresso em K1, K2, K3, K4 e K5.

Ka1: Arenitos Finos e muito finos, siltitos arenosos, arenitos argilosos, subordinadamente arenitos com granulometria média, quartzosos, localmente arcoseanos.

Ka2: Arenitos muito finos, quartzosos, bem selecionados e siltitos. Frequentes intercalações lenticulares de argilitos e arenitos com cimentação carbonática.

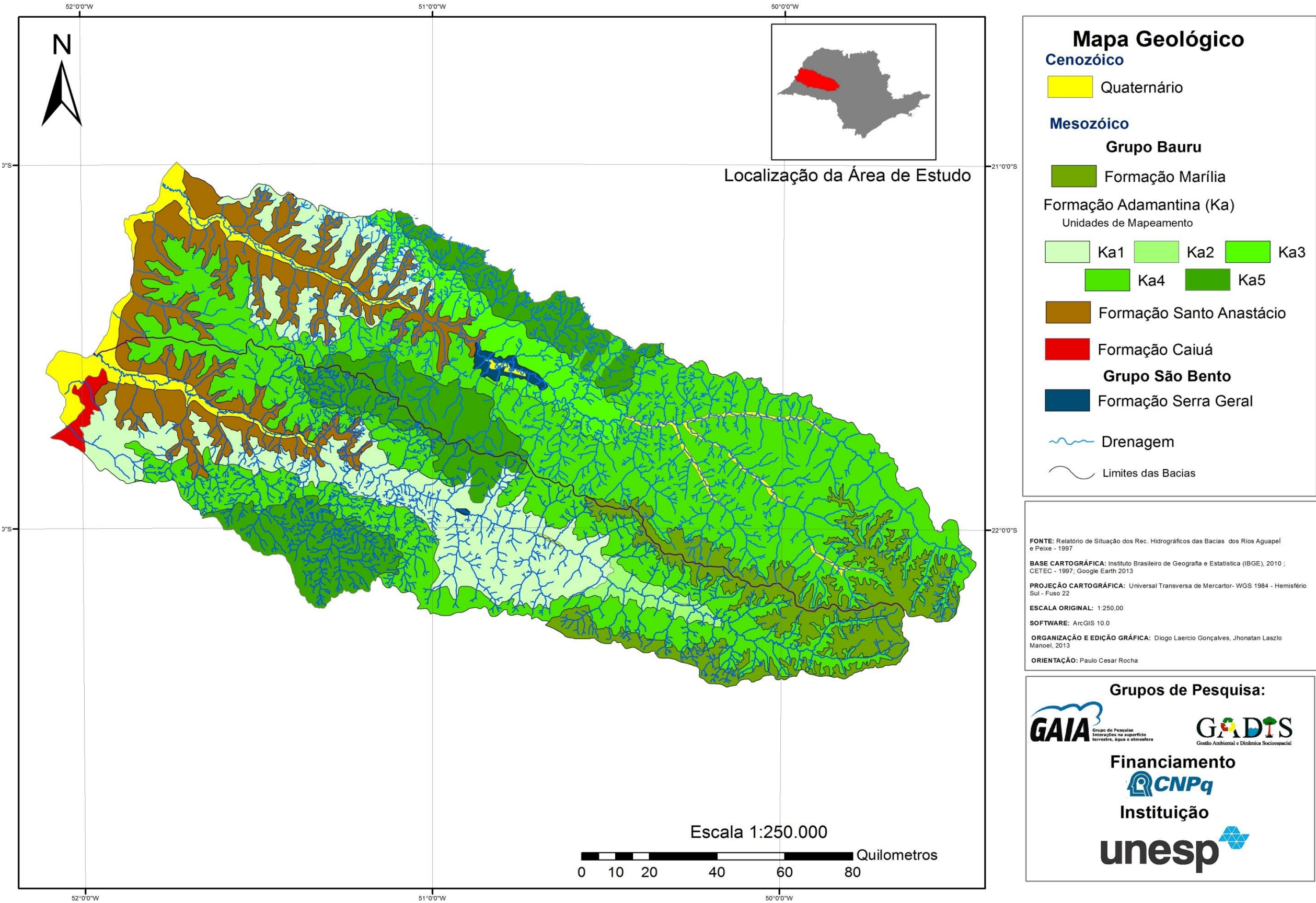
Ka3: Arenitos muito finos, quartzosos, bem selecionados, siltitos e argilitos siltosos. Ocorre cimentação carbonática e, localmente, presença de nódulos e pelotas de argila nos arenitos.

Ka4: Arenitos muito finos, quartzosos, com frequentes intercalações de argilitos e siltitos, formando bancos espessos, localmente, arenitos com pelotas de argila. Presença moderada de cimentação carbonática.

Ka5: Arenitos finos a muito finos, quartzosos, com frequentes intercalações de argilitos e siltitos, formando bancos pouco espessos, localmente, arenitos com pelotas de argila. Frequente presença de cimentação carbonítica e mais localmente de nódulos.

- Formação Marília (Km);
- Depósitos Cenozóicos (Qa);
- Formação Santo Anastácio (ksa), nos gráficos estão como AS;
- Formação Caiuá (Kc);
- Formação Serra Geral (Jkseg).

Figura 32 – Mapa Geológico das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe



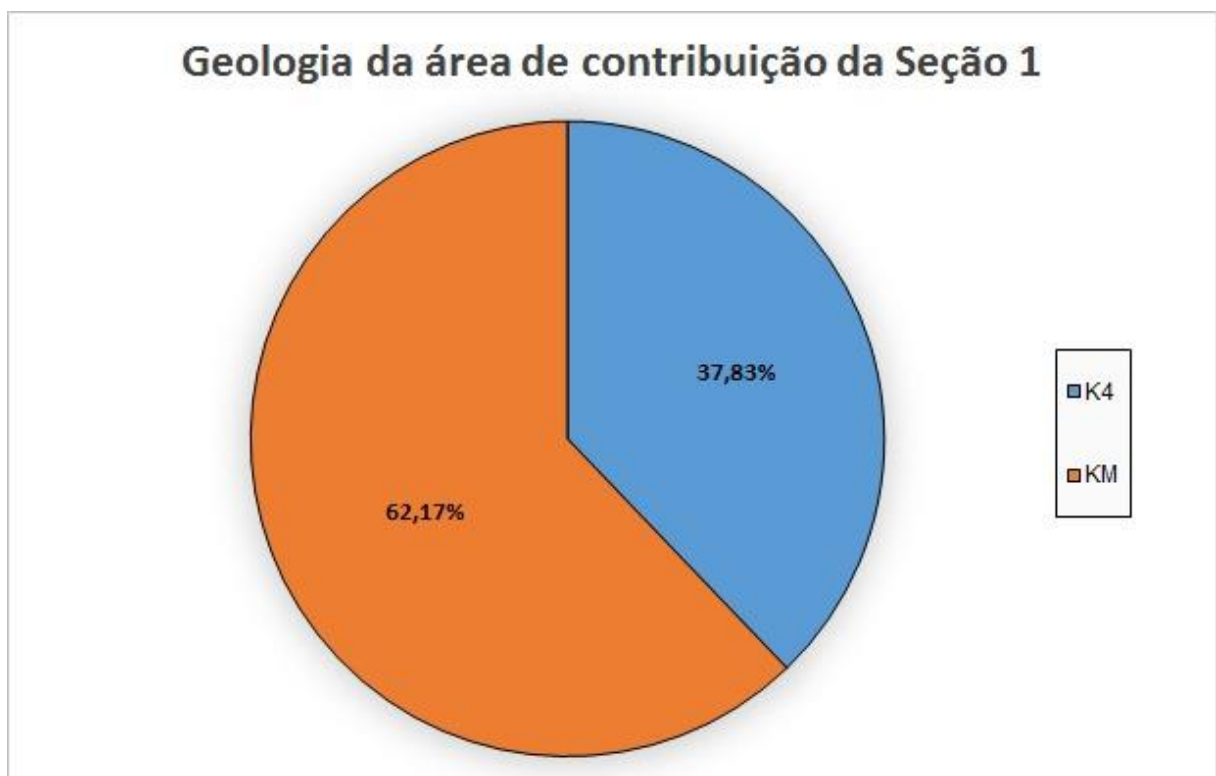
Fonte: Laboratório de Geologia, Geomorfologia e Recursos Hídricos da FCT/UNESP (2020).

7.3.1.1 Rio do Peixe

Os dados de geomorfologia, levantados das Seções da Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe, demonstraram que:

- a Seção 1, em sua grande maioria, é composta pela Formação Marília (KM) e, além disso, apresenta 37,83% de Formação Adamantina, com arenitos muito finos, quartzozos (K4), como pode ser observado na Figura 31.

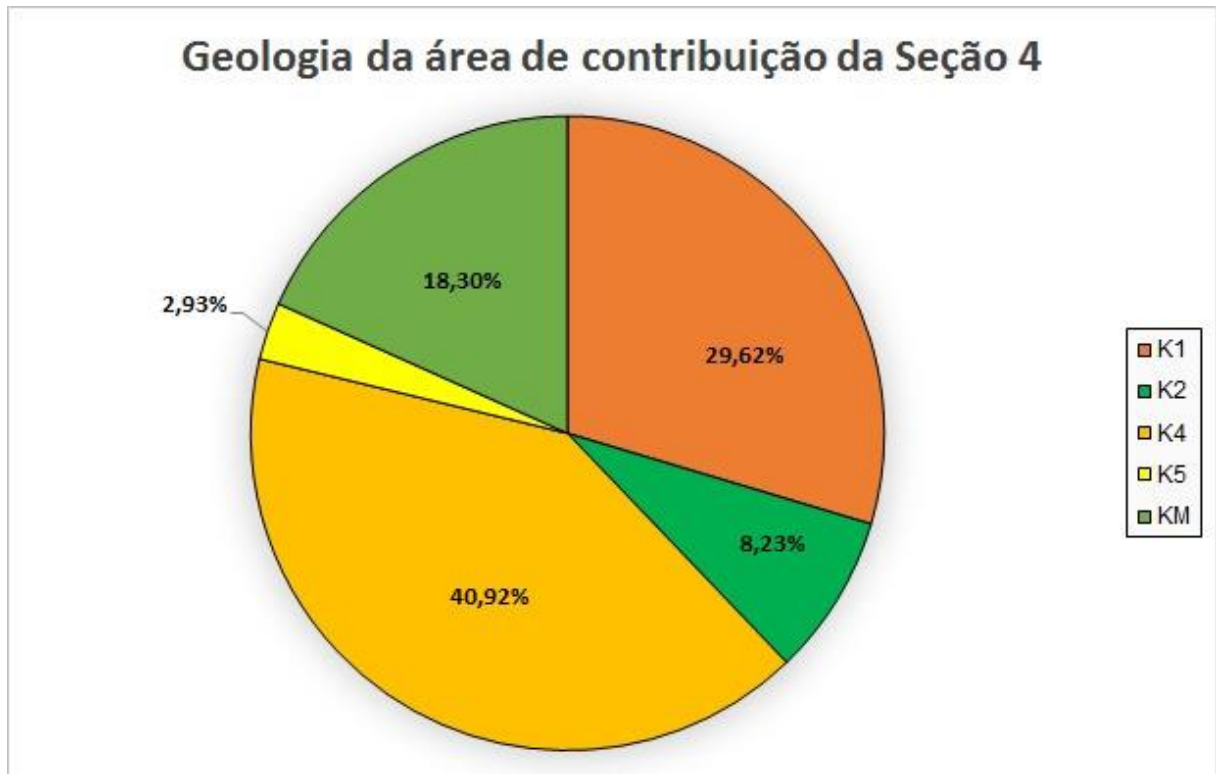
Figura 31 – Geologia da área de contribuição da Seção 1



Fonte: Elaboração da própria autora.

- a Seção 4, apresenta 40,92% de Formação Adamantina, com arenitos muito finos, quartzozos (K4), 29,62% de Formação Adamantina, com Arenitos Finos e muito finos (K1), 18,30% de Formação Marília (KM), 8,23% de Formação Adamantina, com Arenitos muito finos, quartzosos, bem selecionados e siltitos (K2) e 2,93% de Formação Adamantina, com Arenitos finos a muito finos, quartzosos, com frequentes intercalações de argilitos e siltitos (K5), como pode ser observado na Figura 32.

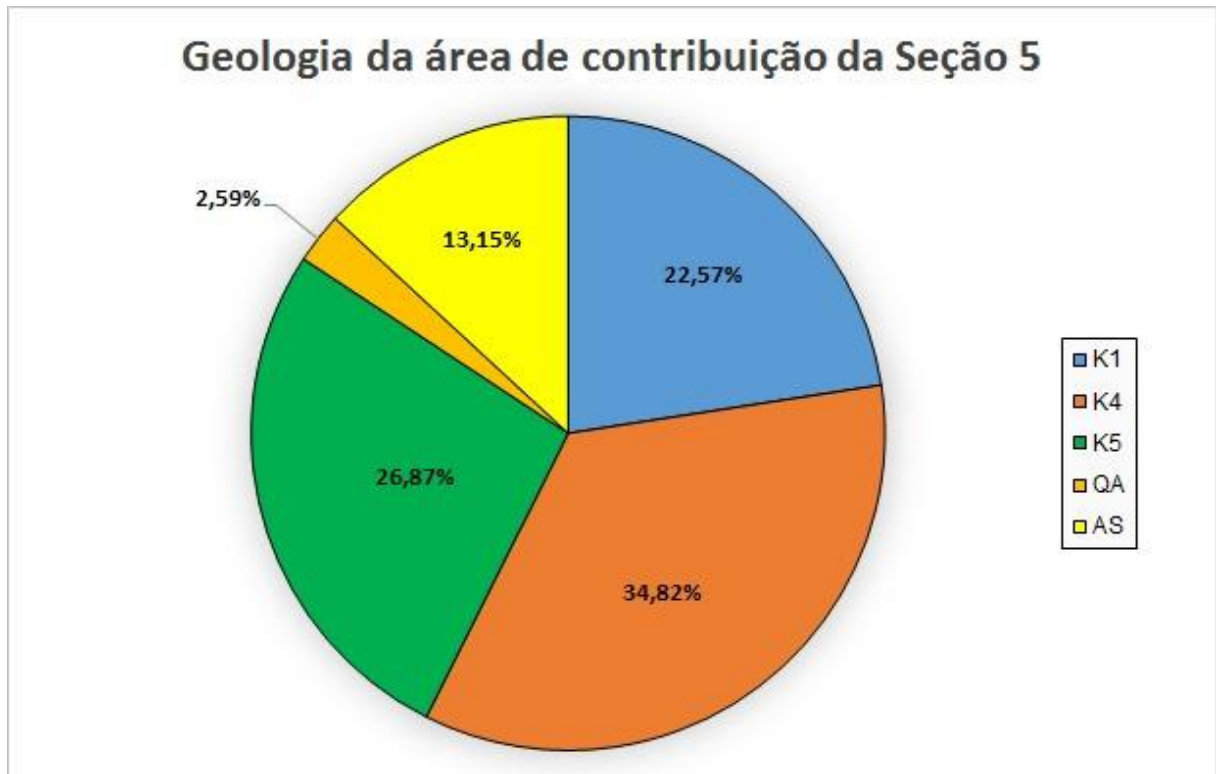
Figura 32 – Geologia da área de contribuição da Seção 4



Fonte: Elaboração da própria autora.

- a Seção 5, é composta por 34,82% de Formação Adamantina, com arenitos muito finos, quartzozos (K4), 29,62% de Formação Adamantina, com Arenitos finos a muito finos, quartzosos, com frequentes intercalações de argilitos e siltitos (K5), 22,57% de Formação Adamantina, com Arenitos Finos e muito finos (K1), por 13,15% de Formação Santo Anastácio (AS), e por 2,59% de Depósitos Cenozóicos (QA), como pode ser observado na Figura 33.

Figura 33 – Geologia da área de contribuição da Seção 5



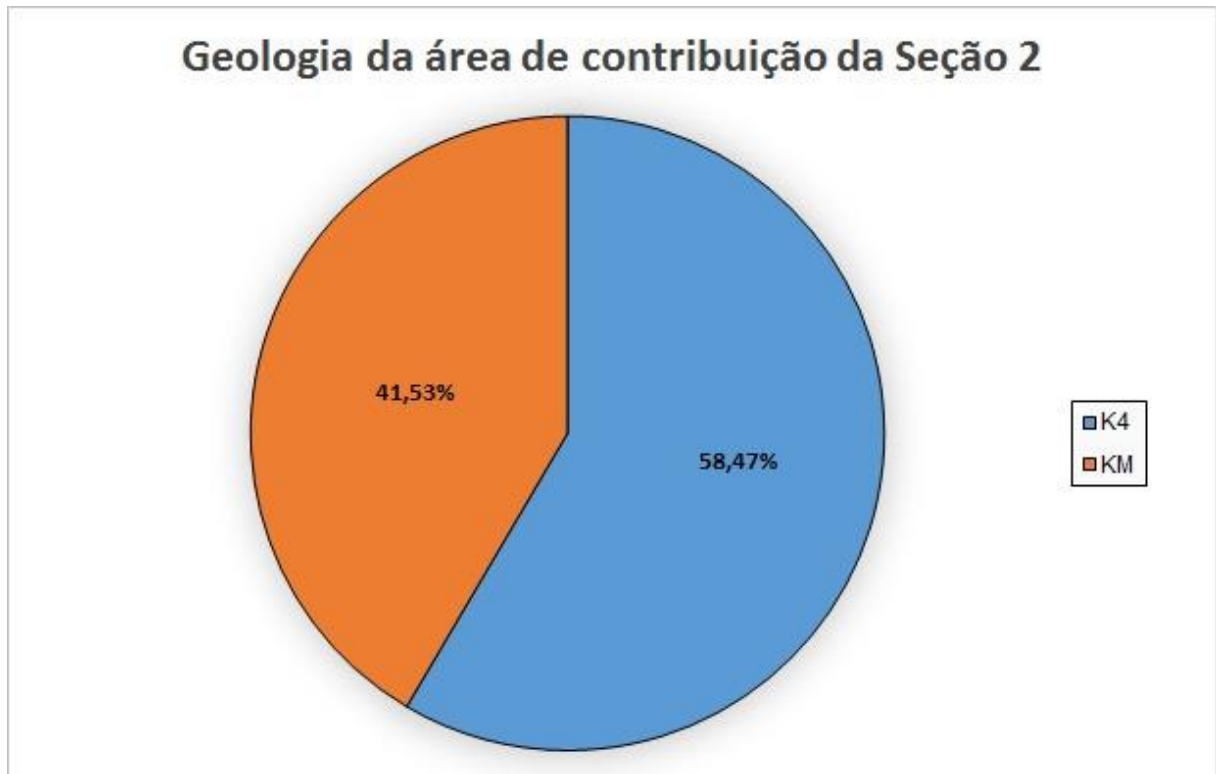
Fonte: Elaboração da própria autora.

7.3.1.2 Rio Aguapeí

Os dados de geomorfologia, levantados das Seções da Bacia Hidrográfica do Rio Aguapeí, demonstraram que:

- a Seção 2, é composta por 58,47% de Formação Adamantina, com arenitos muito finos, quartzozos (K4) e por 41,53% de Formação Marília (KM), como pode ser observado na Figura 34.

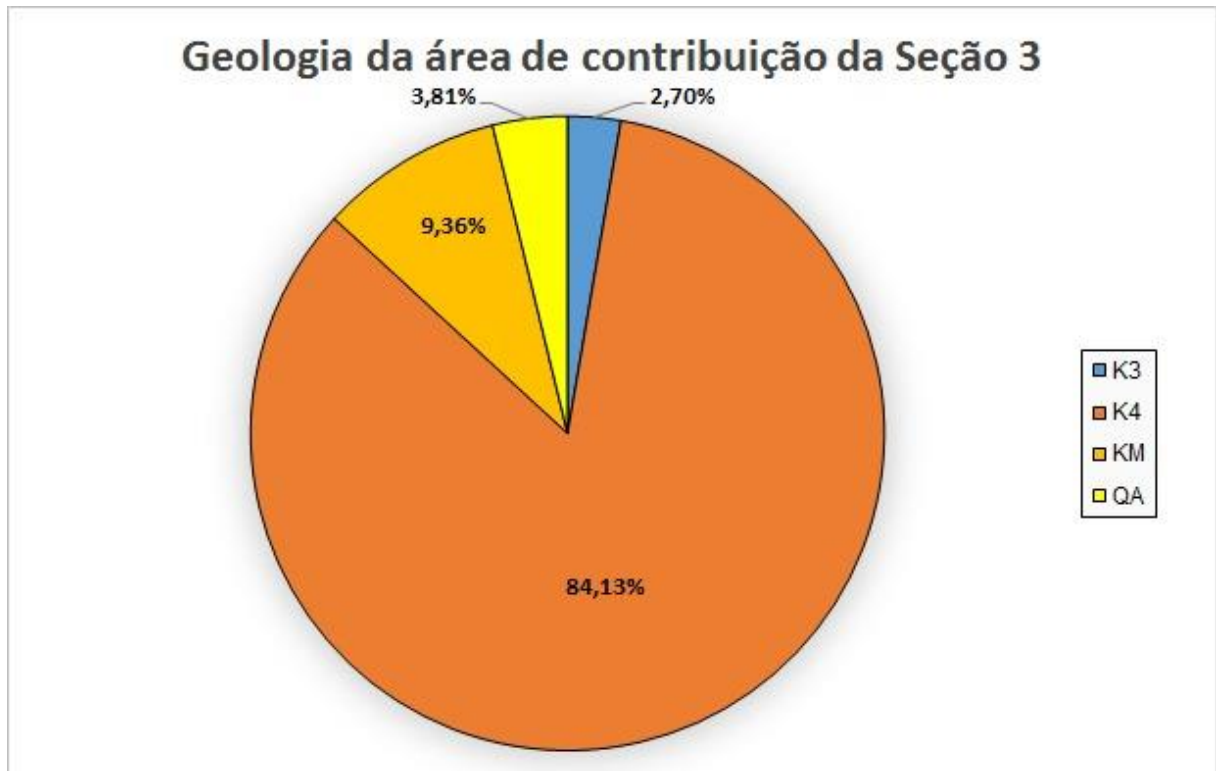
Figura 34 – Geologia da área de contribuição da Seção 2



Fonte: Elaboração da própria autora.

- a Seção 3, apresenta, em grande parte da área de contribuição (84,13%) a Formação Adamantina, com arenitos muito finos, quartzosos (K4), 9,36% de Formação Marília (KM), 3,81% de Depósitos Cenozóicos (QA), 2,70% de Formação Adamantina, com Arenitos muito finos, quartzosos, bem selecionados, siltitos e argilitos siltosos. (K3), como pode ser observado na Figura 35.

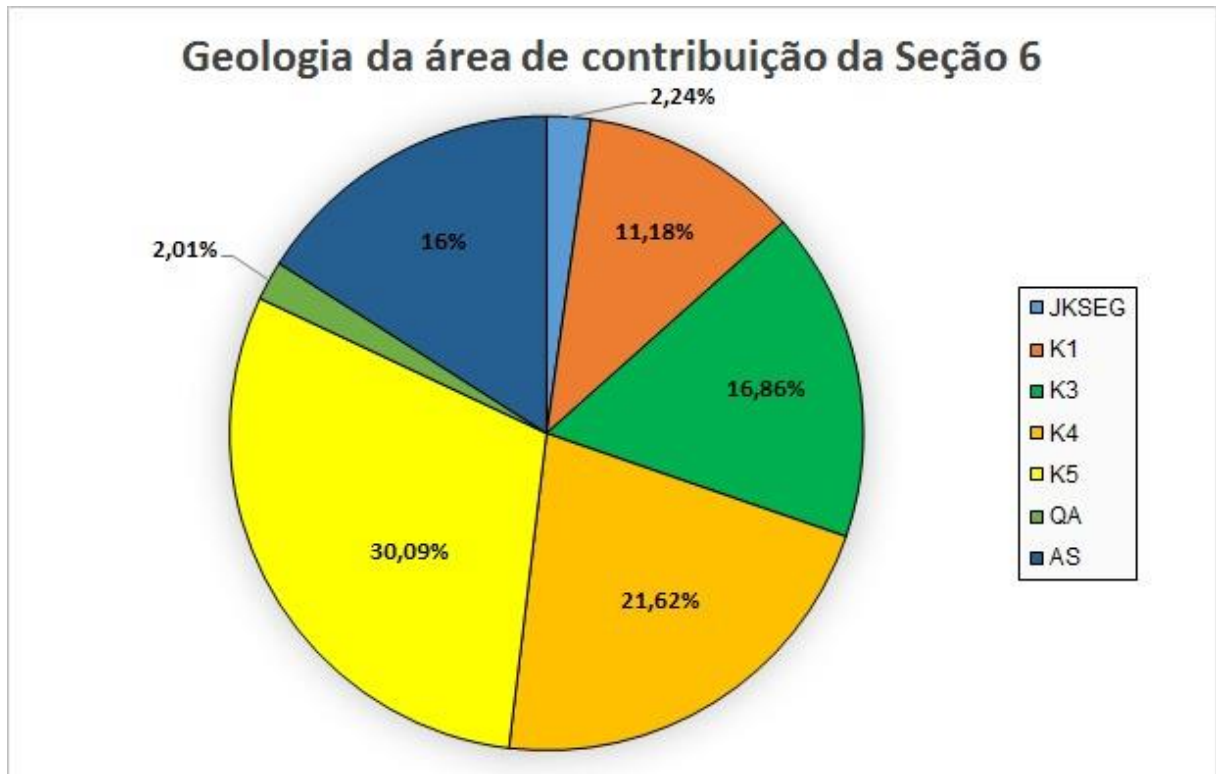
Figura 35 – Geologia da área de contribuição da Seção 3



Fonte: Elaboração da própria autora.

- a Seção 6 é composta por 30,09% de Formação Adamantina, com Arenitos finos a muito finos, quartzosos, com frequentes intercalações de argilitos e siltitos (K5), por 21,62% de Formação Adamantina, com arenitos muito finos, quartzosos (K4), por 16,86% de Formação Adamantina, com Arenitos muito finos, quartzosos, bem selecionados, siltitos e argilitos siltosos. (K3), por 16% de Formação Santo Anastácio (AS), por 11,18% de Formação Adamantina, com Arenitos Finos e muito finos (K1), por 2,24% de Formação Serra Geral (JKSEG) e por 2,01% de Depósitos Cenozóicos (QA), como pode ser observado na Figura 36.

Figura 36 – Geologia da área de contribuição da Seção 6

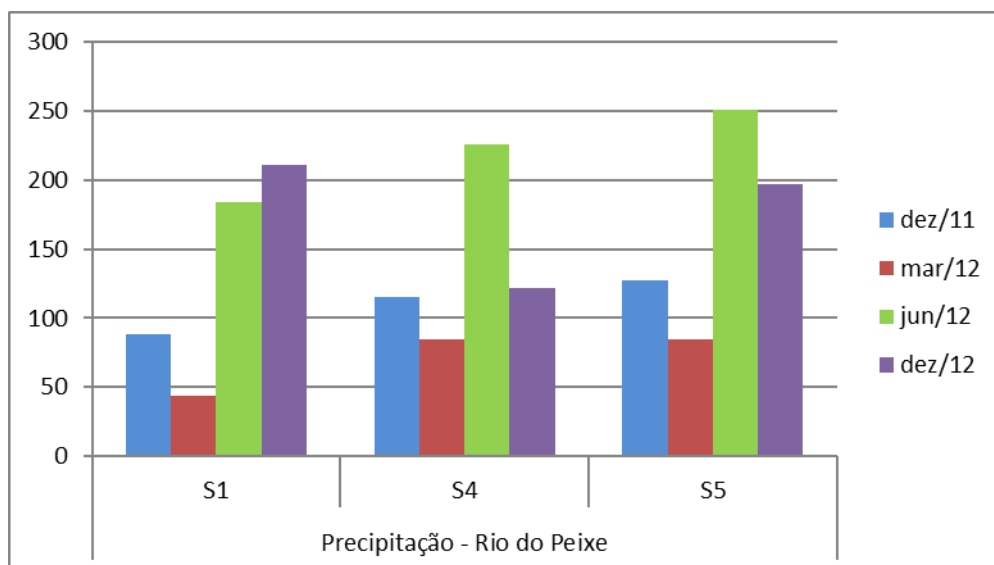


Fonte: Elaboração da própria autora.

7.3.2 Análise sazonal pluviométrica

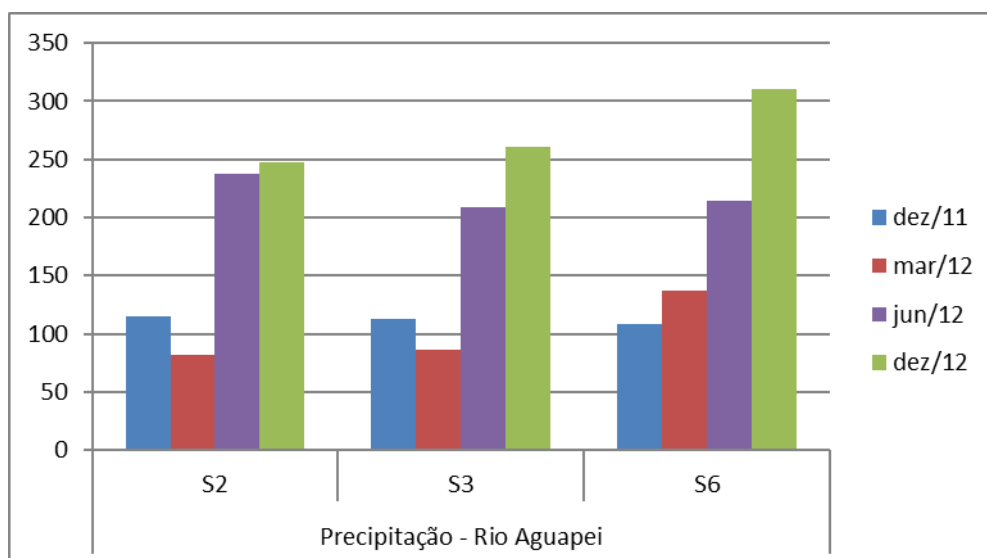
Conforme a **Error! Reference source not found.** e **Error! Reference source not found.**, a pluviosidade confere uma semelhança em ambas as bacias hidrográficas, devido à proximidade entre elas, apesar disso, observa-se uma diferença nos índices de dezembro, configurando uma estiagem em dezembro de 2011 em relação à dezembro de 2012.

Figura 37– Dados sazonais pluviométricos na bacia do Rio do Peixe



Fonte: Elaboração da própria autora.

Figura 38 – Dados sazonais pluviométricos na bacia do Rio do Peixe



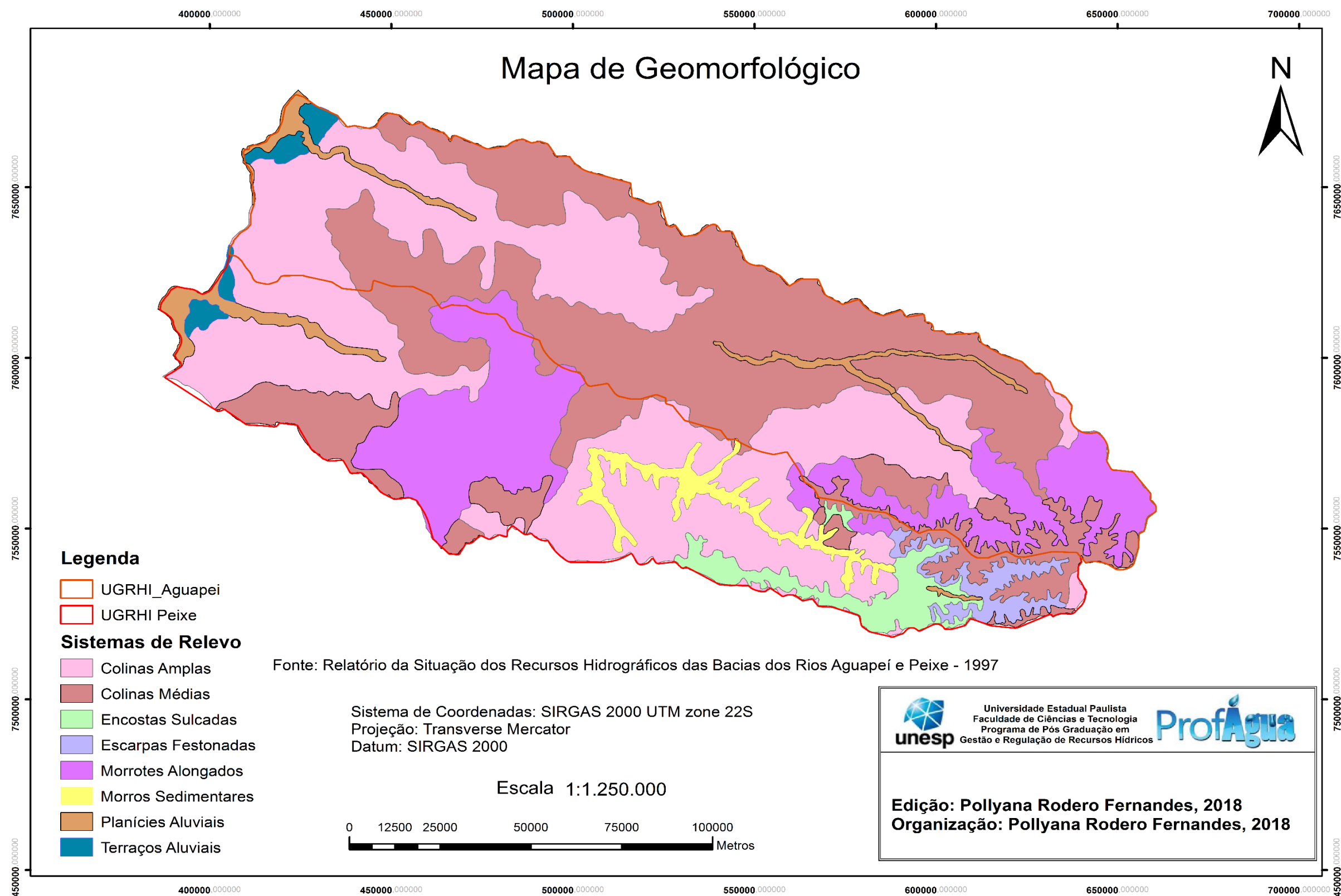
. Fonte: Elaboração da própria autora.

7.3.3 Geomorfologia

Quanto a caracterização do meio físico referente a geomorfologia, utilizou-se o mapa de Uso e Ocupação do Solo (FIGURA 39). Desta forma foram identificadas algumas classes, de acordo com CBHAP – Comitê das Bacias Hidrográficas dos

Rios Aguapeí e Peixe: colinas amplas, colinas médias, escarpas festonadas, morrotes alongados, morros sedimentares, planícies aluviais, terraços aluviais

Figura 39 – Mapa Geomorfológico das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe



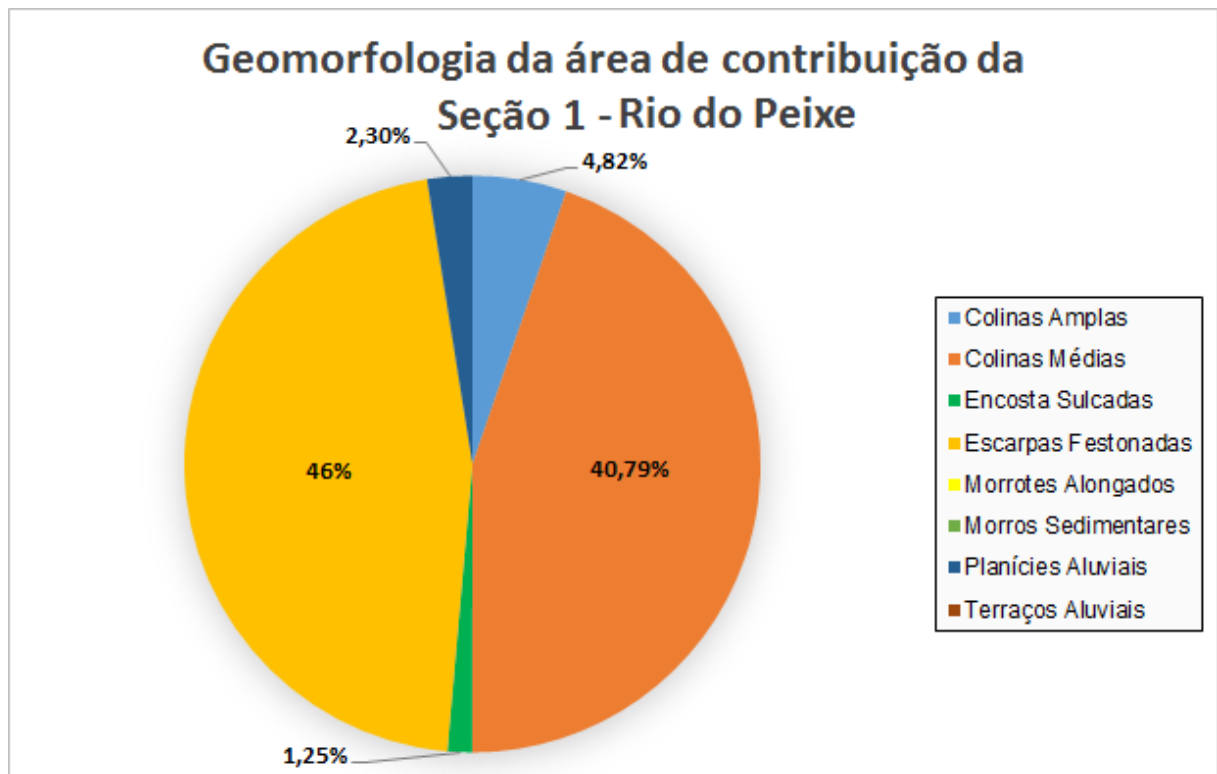
Fonte: Adaptado de Relatório da Situação dos Recursos Hidrográficos das Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe (1997).

7.3.3.1 Rio do Peixe

Os dados de geomorfologia, levantados das Seções da Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe, demonstraram que:

- a Seção 1, em sua grande maioria, é composta por escarpas festonadas e colinas médias, como pode ser observado na Figura 40.

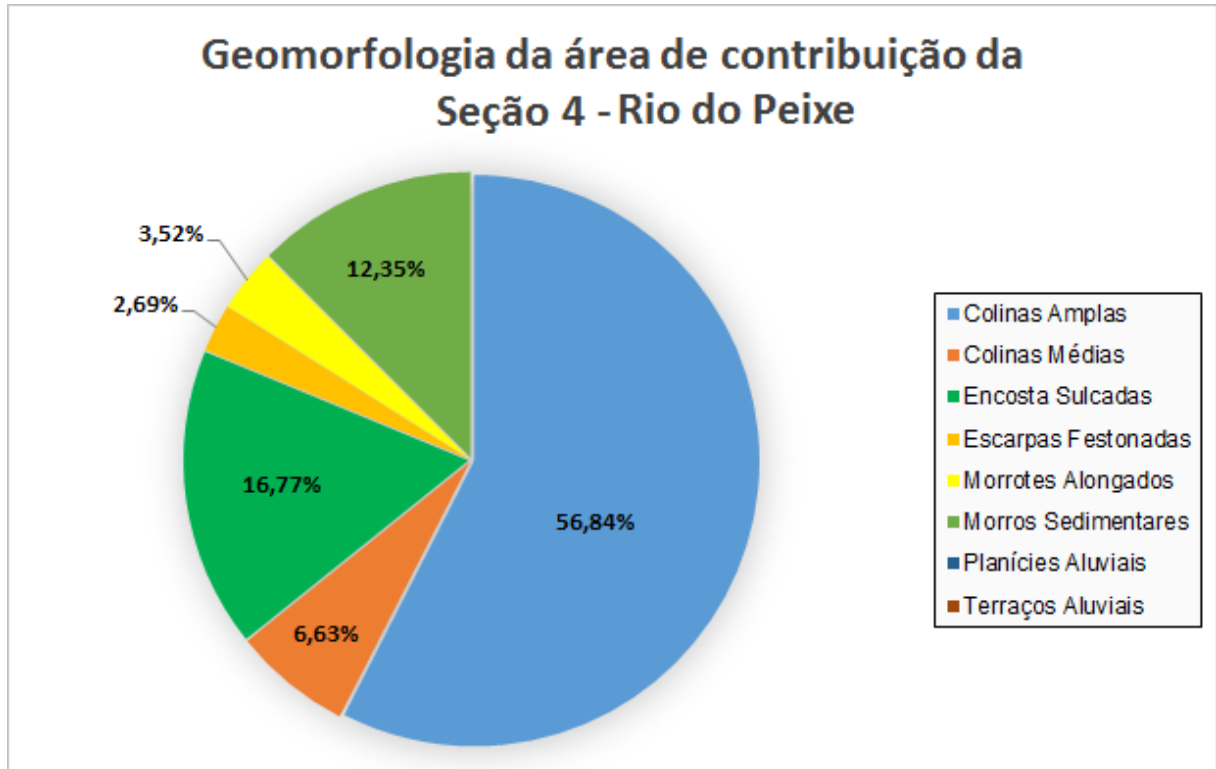
Figura 40 – Geomorfologia da área de contribuição da Seção 1



Fonte: Elaboração da própria autora.

- a Seção 4, em sua grande maioria, é composta por colinas amplas, como pode ser observado na Figura 41.

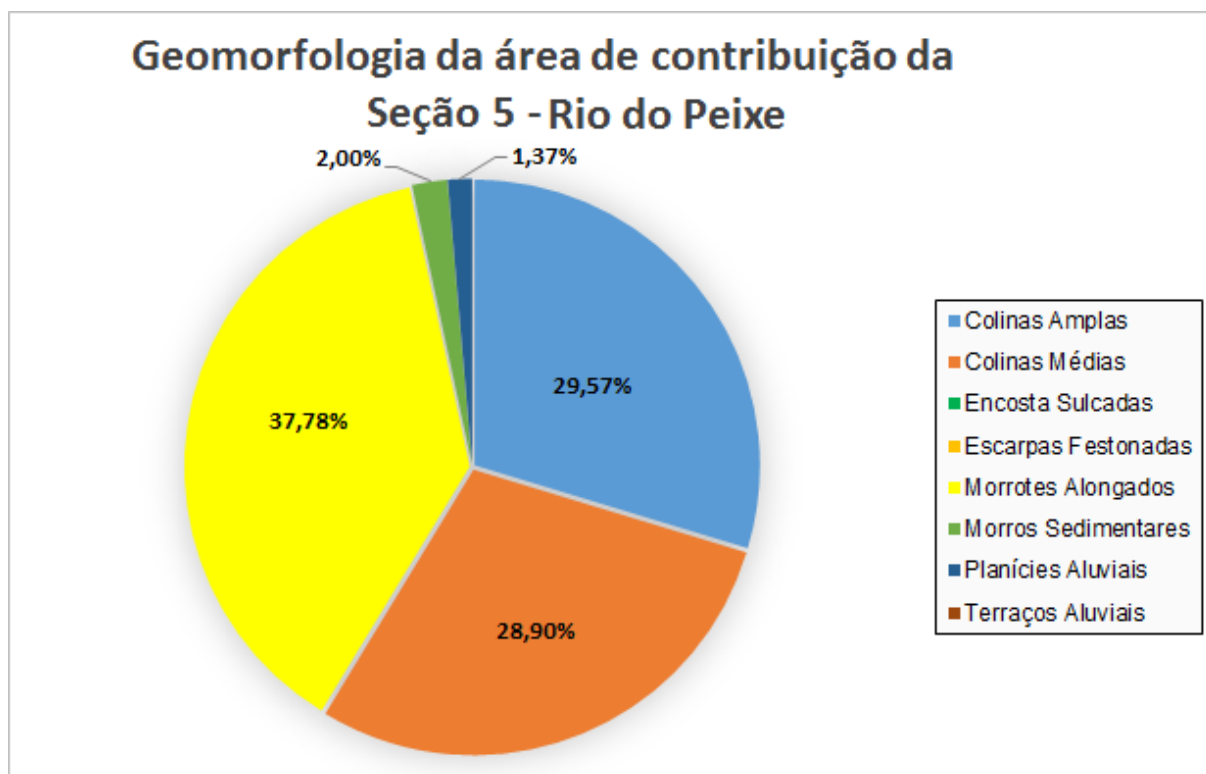
Figura 41 - Geomorfologia da área de contribuição da Seção 4



Fonte: Elaboração da própria autora.

- a Seção 5, em sua grande maioria, é composta por morrotes alongados, colinas amplas e colinas médias, como pode ser observado na Figura 42.

Figura 42 – Geomorfologia da área de contribuição da Seção 5



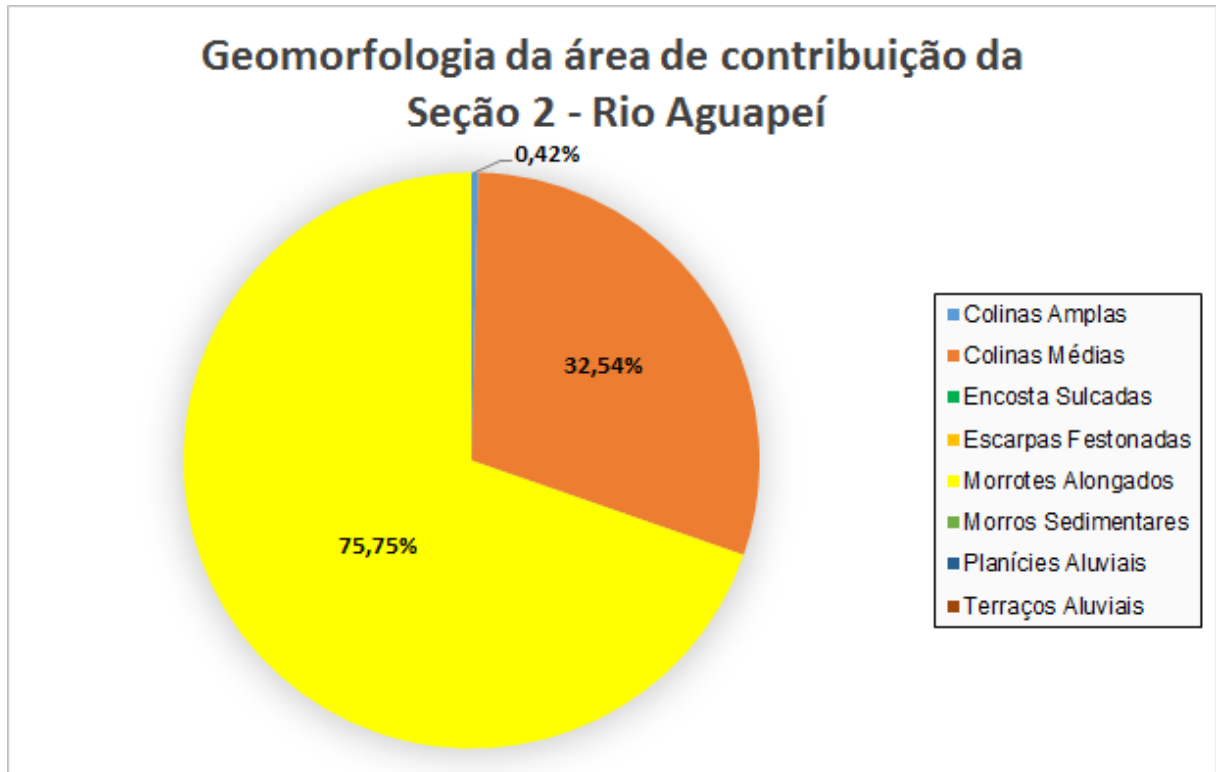
Fonte: Elaboração da própria autora.

7.3.3.2 Rio Aguapeí

Os dados de geomorfologia, levantados das Seções da Bacia Hidrográfica do Rio Aguapeí, demonstraram que:

- a Seção 2, em sua grande maioria, é composta por morrotes alongados, como pode ser observado na Figura 43.

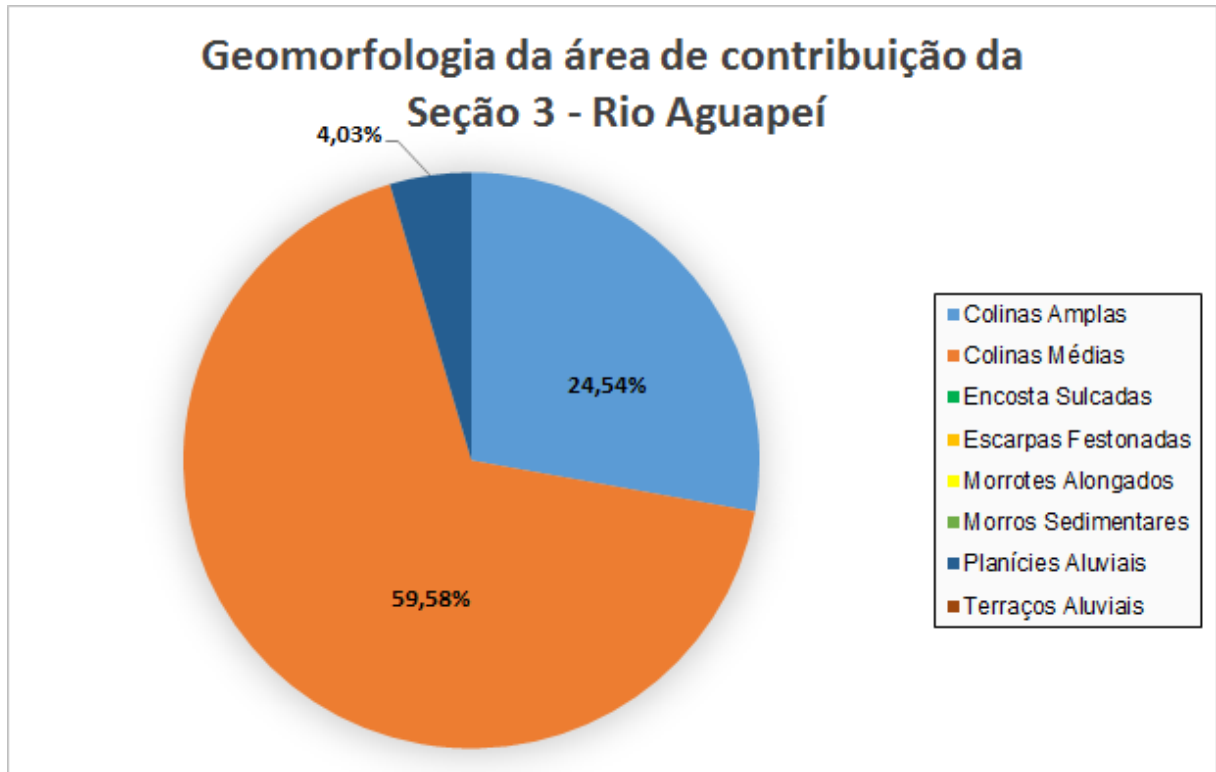
Figura 43 – Geomorfologia da área de contribuição da Seção 2



Fonte: Elaboração da própria autora.

- a Seção 3, em sua grande maioria, é composta por colinas médias, como pode ser observado na Figura 44.

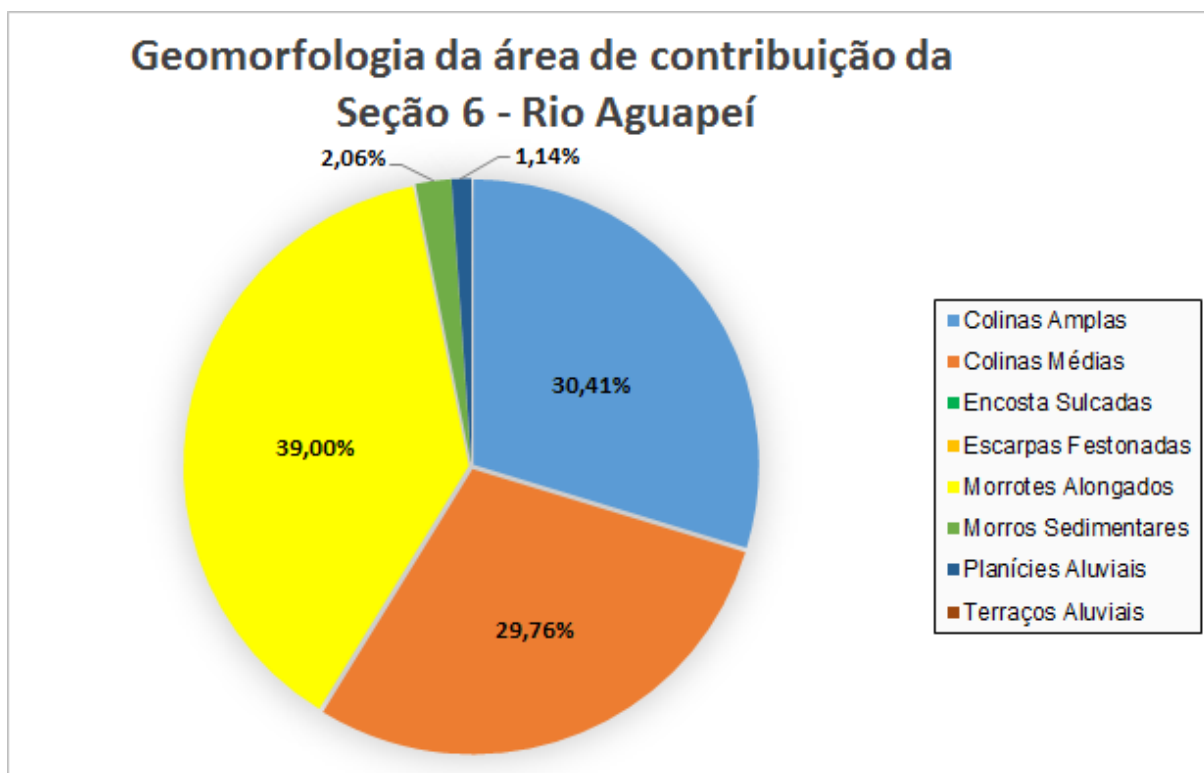
Figura 44 – Geomorfologia da área de contribuição da Seção 3



Fonte: Elaboração da própria autora.

- a Seção 6, em sua grande maioria, é composta por morrotes alongados, colinas amplas e colinas médias, como pode ser observado na Figura 45.

Figura 45 – Geomorfologia da área de contribuição da Seção 6

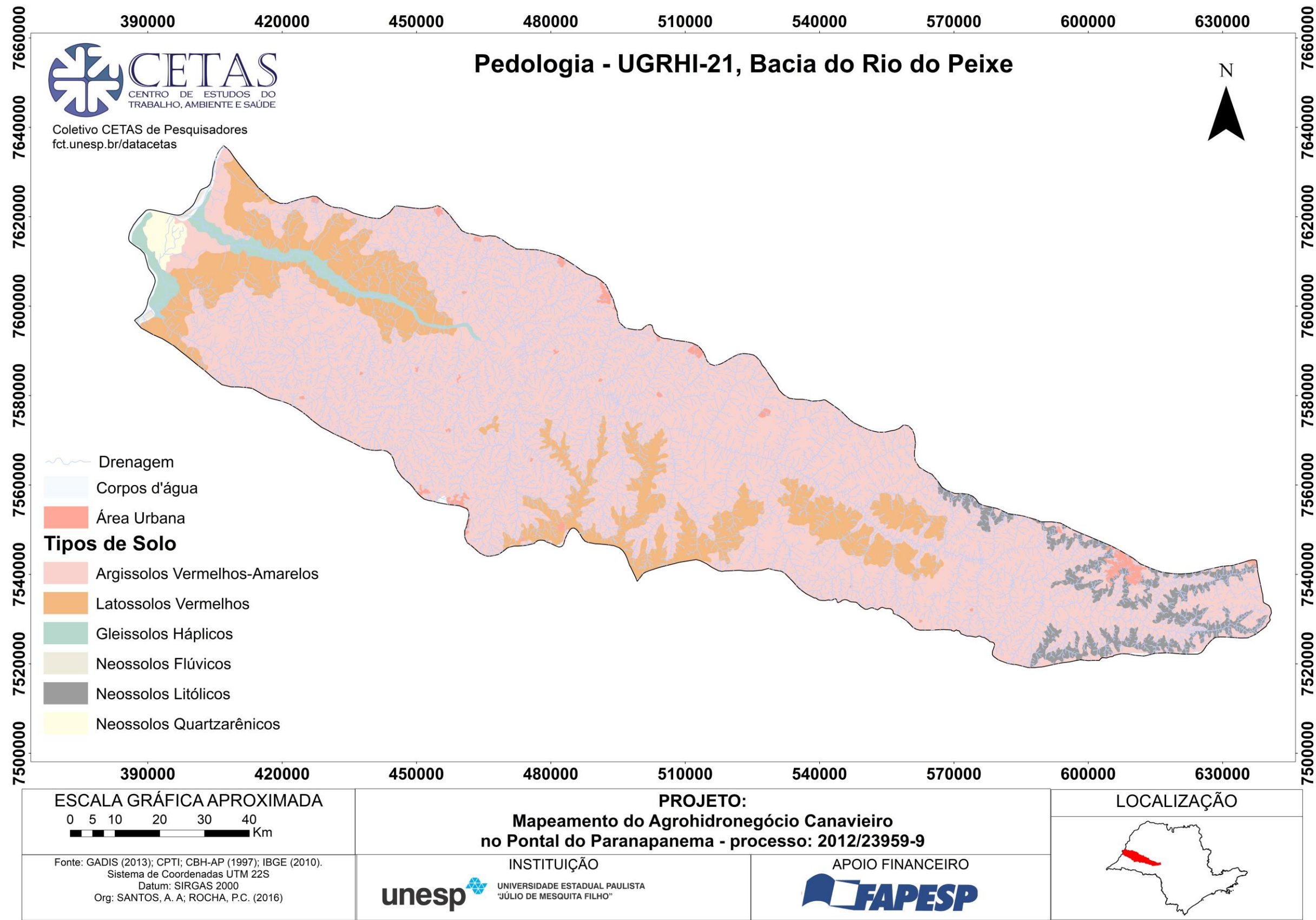


Fonte: Elaboração da própria autora.

7.3.4 Pedologia

Quanto a caracterização do meio físico referente a pedologia, foi utilizado o Mapa do Laboratório de Geologia, Geomorfologia e Recursos Hídricos da FCT/UNESP. Desta forma foram identificadas algumas classes: Argissolos Vermelhos-Amarelos, Latossolos Vermelhos, Gleissolos Háplicos, Neossolos Flúvicos, Neossolos Litólicos, Neossolos Quartzarênicos.

Figura 46 – Mapa de Pedologia da Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe



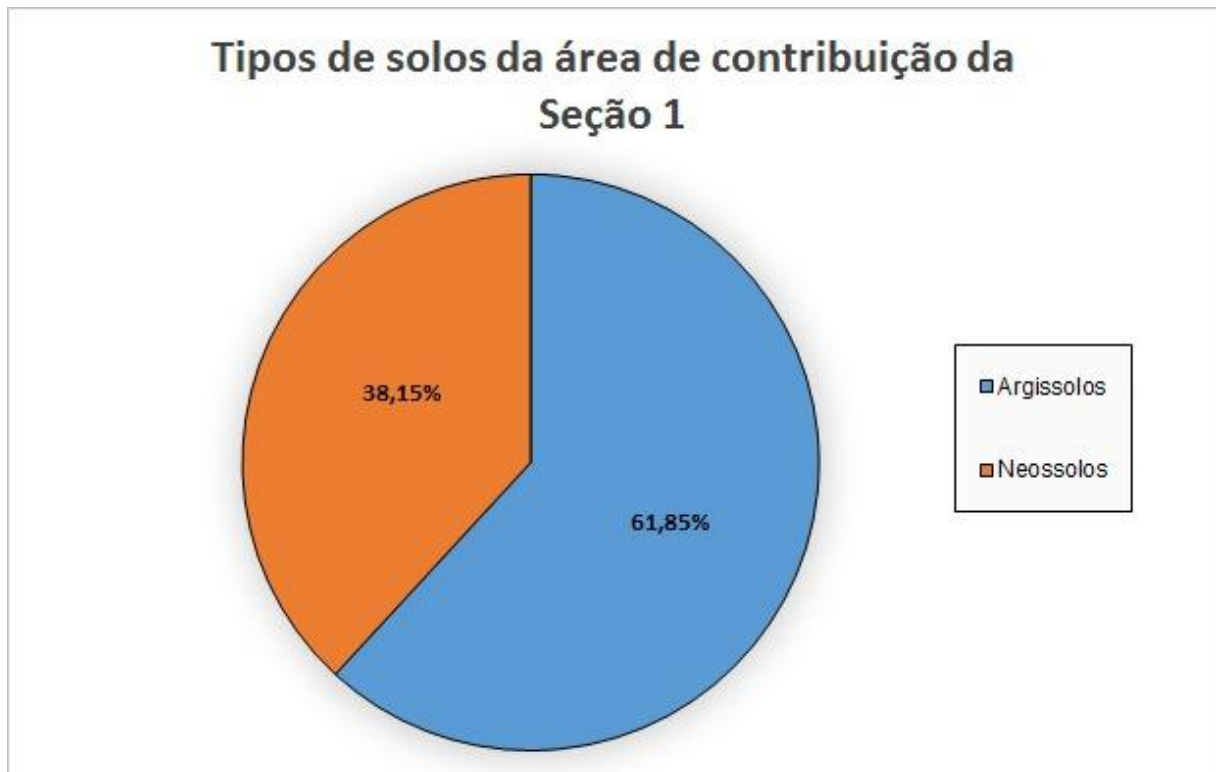
Fonte: Laboratório de Geologia, Geomorfologia e Recursos Hídricos da FCT/UNESP (2020).

7.3.4.1 Rio do Peixe

Os dados referentes aos tipos de solos, levantados das Seções da Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe, demonstraram que:

- a Seção 1, em sua grande maioria, é composta por argissolos, além disso, apresenta 38,15% de neossolos como pode ser observado na Figura 47.

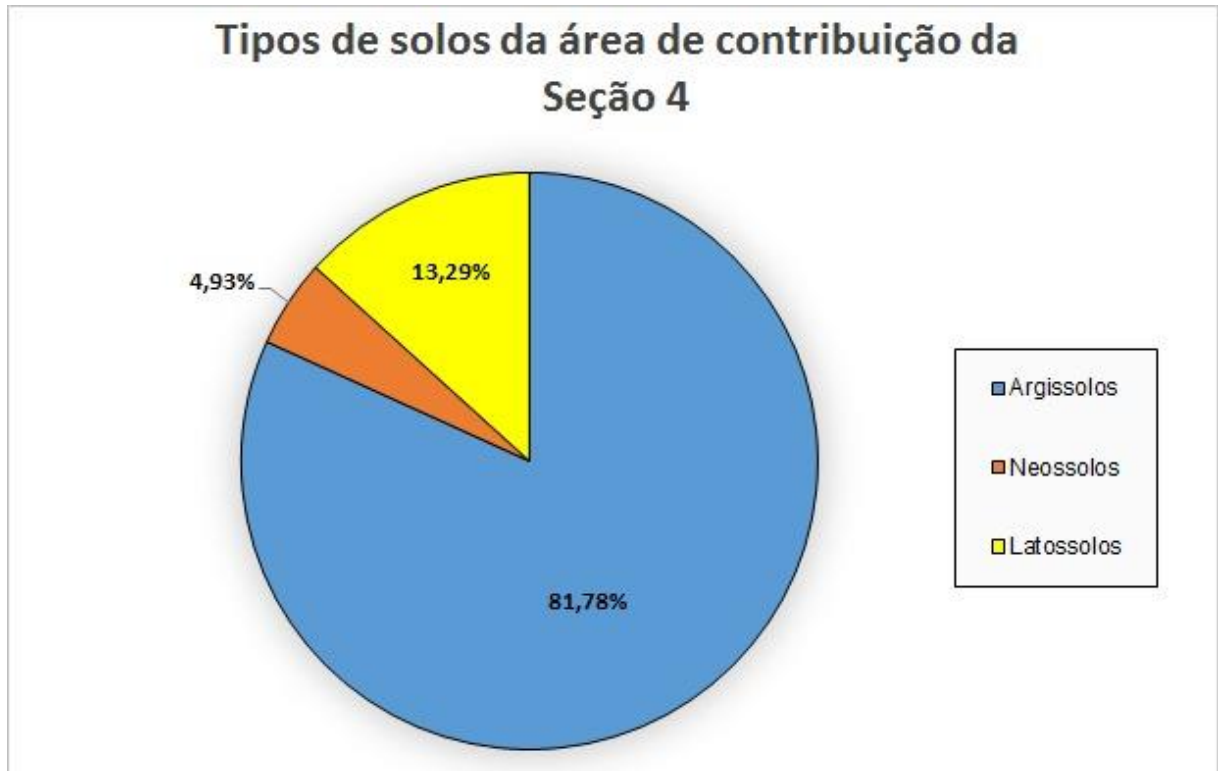
Figura 47 – Tipos de solos da área de contribuição da Seção 1



Fonte: Elaboração da própria autora.

- a Seção 4, apresenta 81,78% de argissolos, 13,29% de latossolos e 4,93% de neossolo, como pode ser observado na Figura 48.

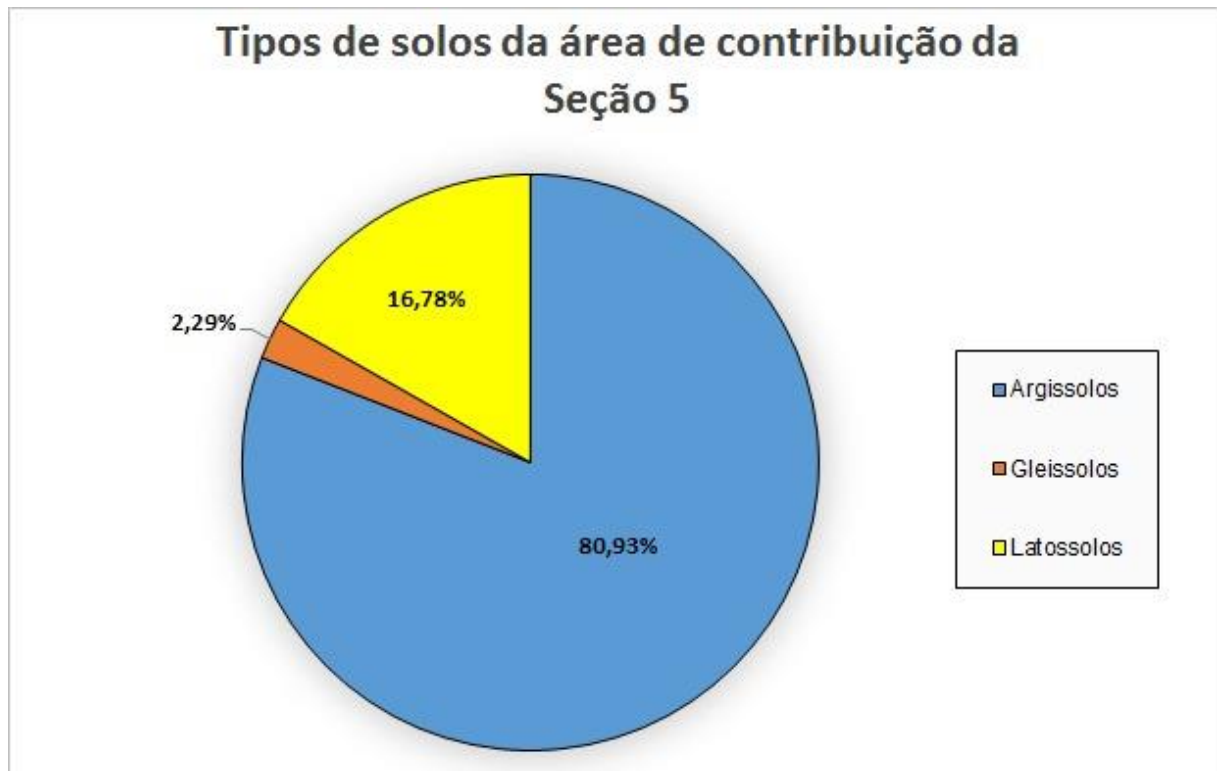
Figura 48 – Tipos de solos da área de contribuição da Seção 4



Fonte: Elaboração da própria autora.

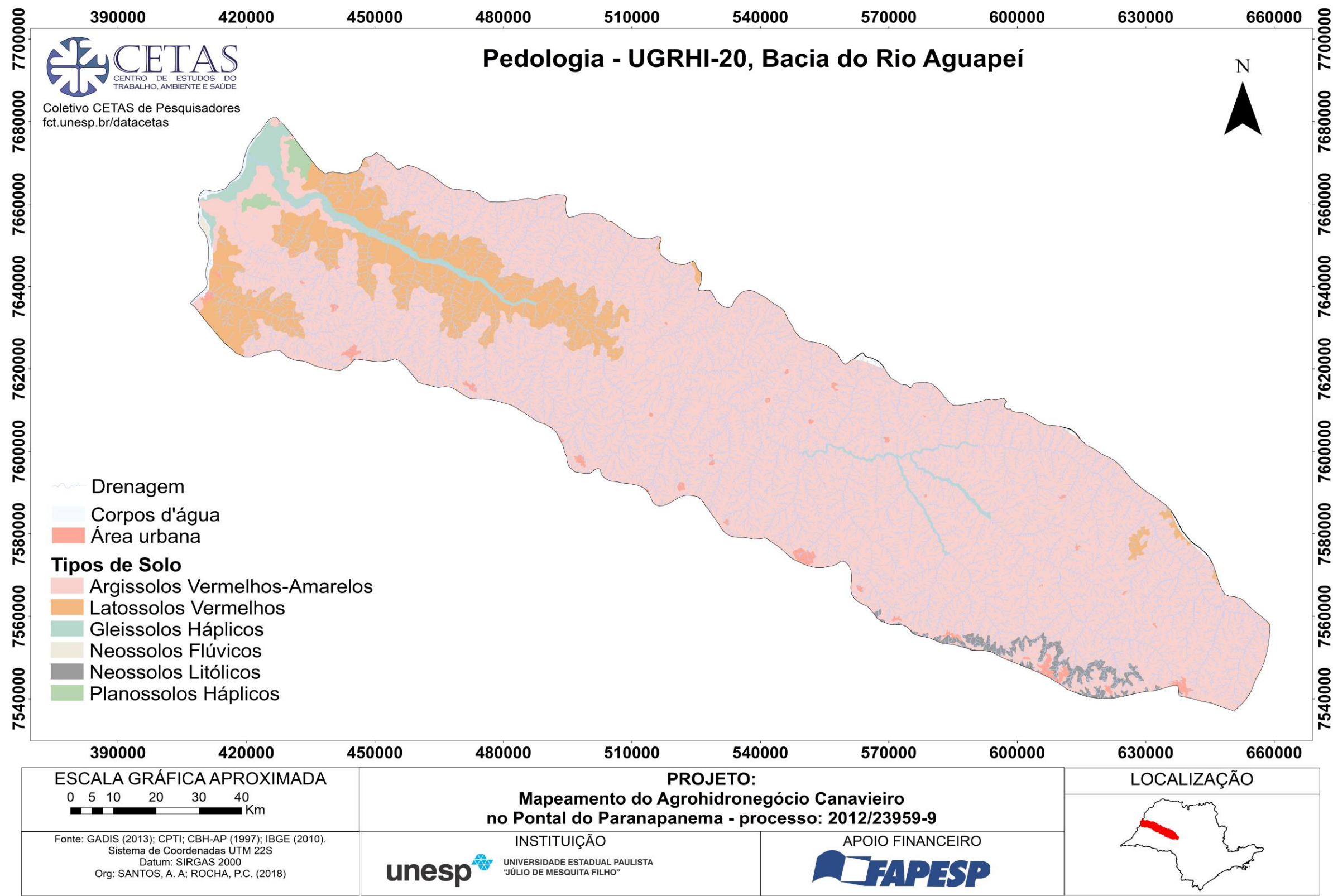
- a Seção 5, é composta por 80,93% de argissolos, 16,78% de latossolos e 2,29% de gleissolos, como pode ser observado na Figura 49.

Figura 49 – Tipos de solos da área de contribuição da Seção 5



Fonte: Elaboração da própria autora.

Figura 50 – Mapa de Pedologia da Bacia Hidrográfica do Rio Aguapeí



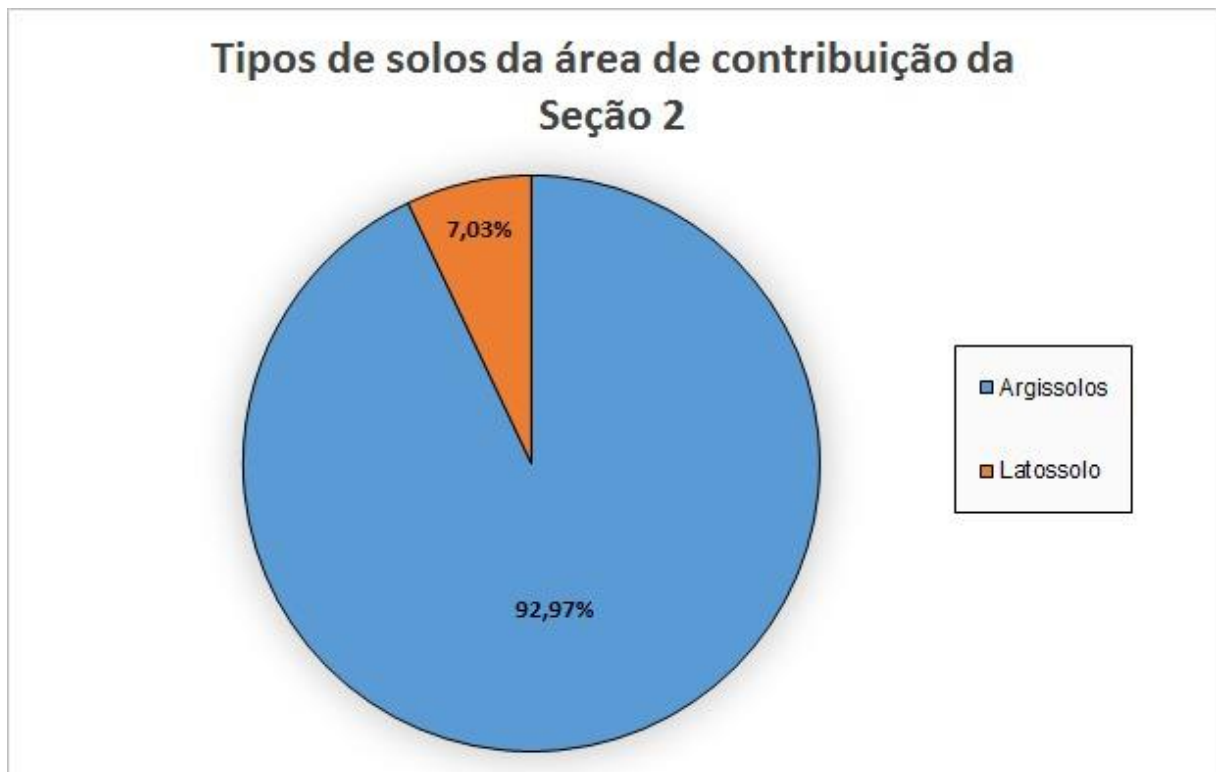
Fonte: Laboratório de Geologia, Geomorfologia e Recursos Hídricos da FCT/UNESP (2020).

7.3.4.2 Rio Aguapeí

Os dados de pedologia, levantados das Seções da Bacia Hidrográfica do Rio Aguapeí, demonstraram que:

- a Seção 2, é composta por 92,97% de argissolos e por 7,03% de latossolo, como pode ser observado na Figura 51.

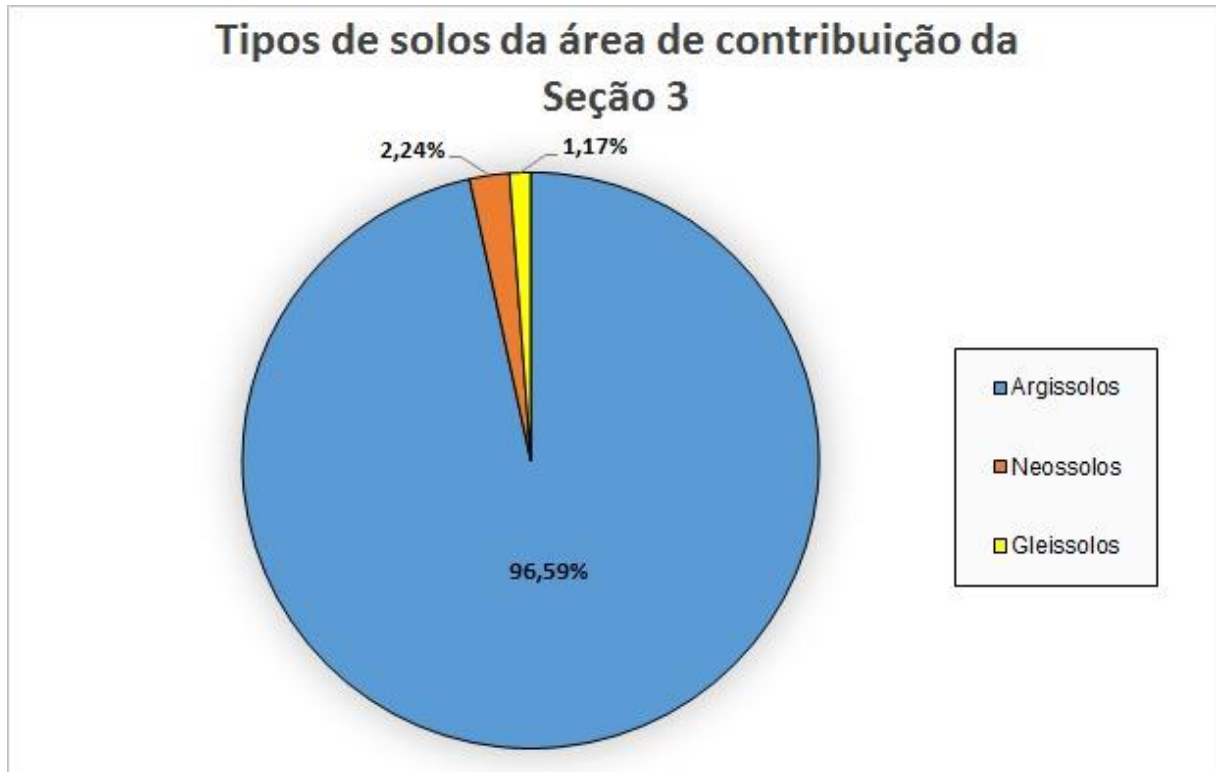
Figura 51 – Tipos de solos da área de contribuição da Seção 2



Fonte: Elaboração da própria autora.

- a Seção 3, apresenta, em grande parte da área de contribuição (96,59%) de argissolos, 2,24% de neossolos e 1,17% de gleissolos, como pode ser observado na Figura 52.

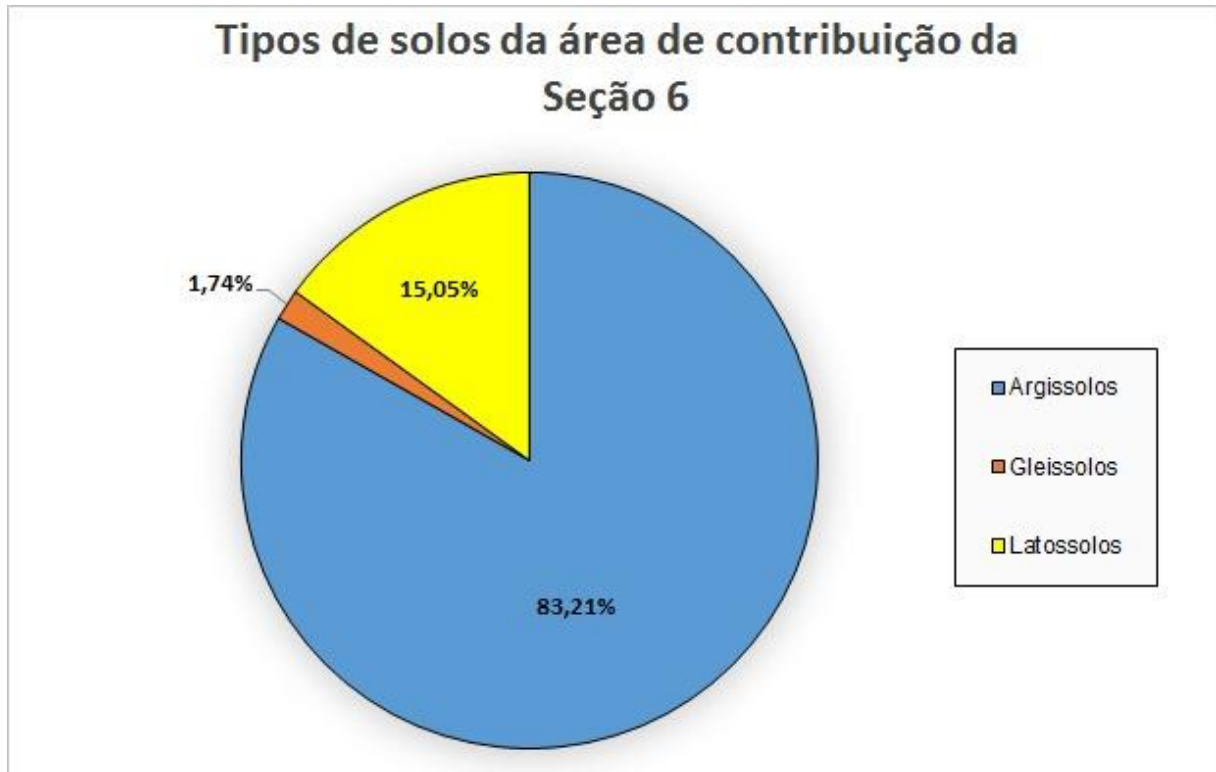
Figura 52 – Tipos de solos da área de contribuição da Seção 3



Fonte: Elaboração da própria autora.

- a Seção 6 é composta por 83,21% de argissolos, por 15,05% de latossolos e por 1,74% de gleissolos, como pode ser observado na Figura 53.

Figura 53 – Tipos de solos da área de contribuição da Seção 6



Fonte: Elaboração da própria autora.

7.3.5 Suscetibilidade a erosão

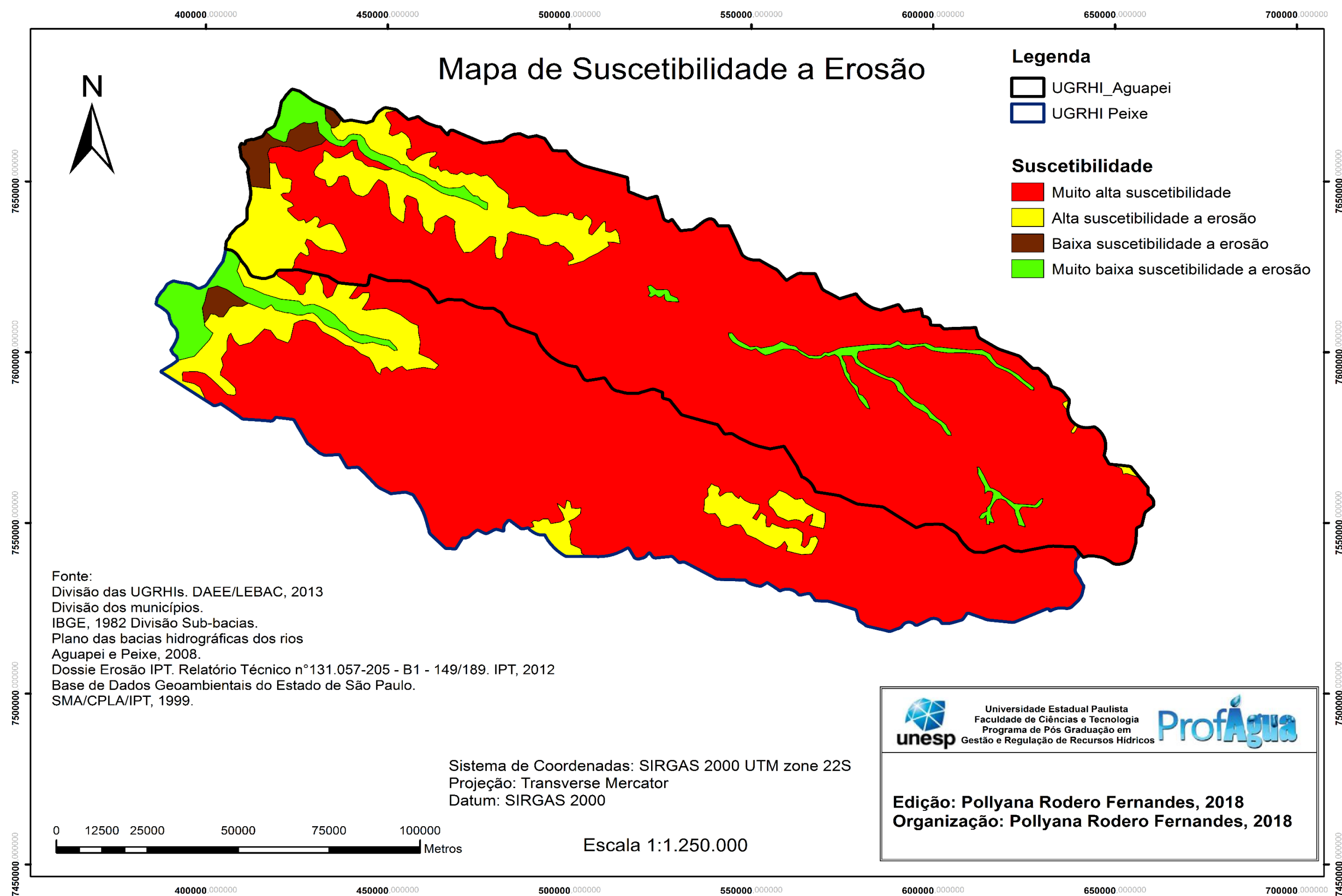
7.3.5.1 Rio do Peixe

Com relação a suscetibilidade a erosão, toda as áreas de contribuição das Seções de amostragem apresentaram muita alta e alta suscetibilidade a erosão, com destaque para a AC_{S1}, alto curso, que apresentou 100% de muito alta suscetibilidade a erosão.

7.3.5.2 Rio Aguapeí

Com relação a suscetibilidade, toda as áreas de contribuição das Seções de amostragem do Rio Aguapeí apresentaram muita alta e alta suscetibilidade a erosão. Apenas as áreas de contribuição da Seção 3 e da Seção 6 apresentaram 3,80% e 2,66% de muito baixa suscetibilidade a erosão, respectivamente.

Figura 54 – Mapa de Suscetibilidade a Erosão das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe



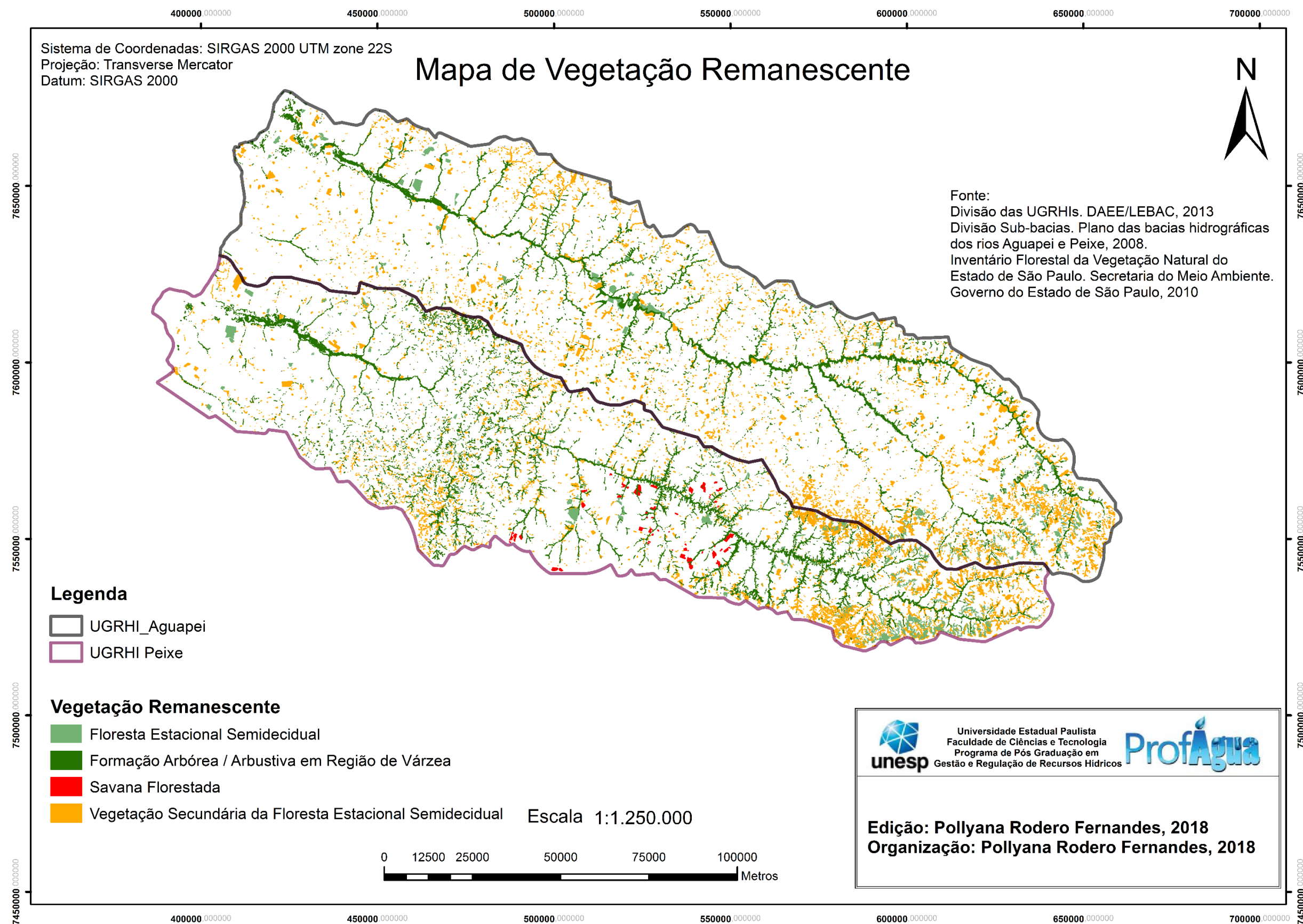
Fonte: Adaptado de Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe (2020).

7.3.6 Remanescente de vegetação

Quanto aos remanescentes de vegetação (FIGURA 55), foram identificados alguns tipos de vegetação descritos abaixo pelo SIFESP – Sistema de Informações Florestais do Estado de São Paulo:

- Vegetação Secundária da Floresta Estacional Semidecidual: caracteriza-se pela fitofisionomia capoeira.
- Formações Arbóreo-Arbustiva em Região de Várzea: abrange a categoria de vegetação chamada “vegetação de várzea”.
- Floresta Estacional Semidecidual: caracteriza-se por mata, denominada Mata Atlântica.
- Savana Florestada: caracteriza-se pela fitofisionomia cerradão, que é uma transição entre o cerrado e a mata atlântica.

Figura 55 – Mapa de Vegetação Remanescente das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe

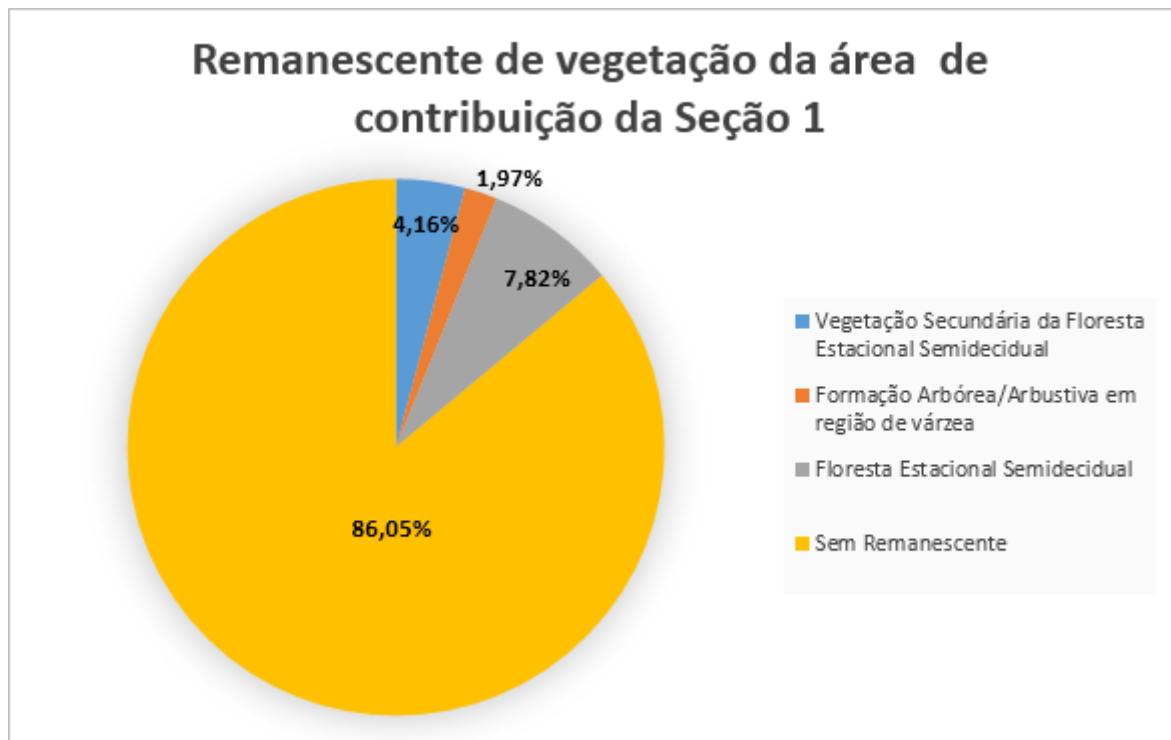


Fonte: Adaptado de Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe (2020).

7.3.6.1 Rio do Peixe

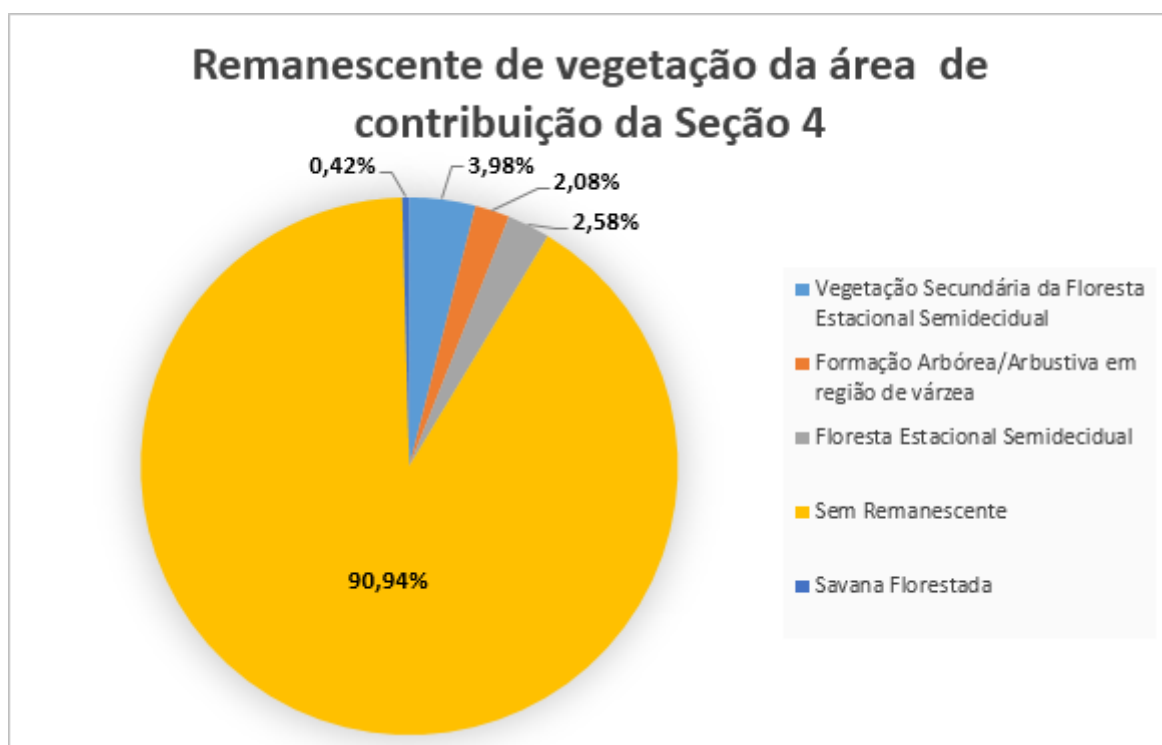
Assim, como pode ser observado na Figura 56 mais de 85% da AC_{S1} encontra-se desflorestada. E o mesmo acontece nas áreas de contribuição das outras Seções conforme Figura 57 e Figura 58.

Figura 56 – Remanescente de vegetação na área de contribuição da Seção 1 – Rio do Peixe



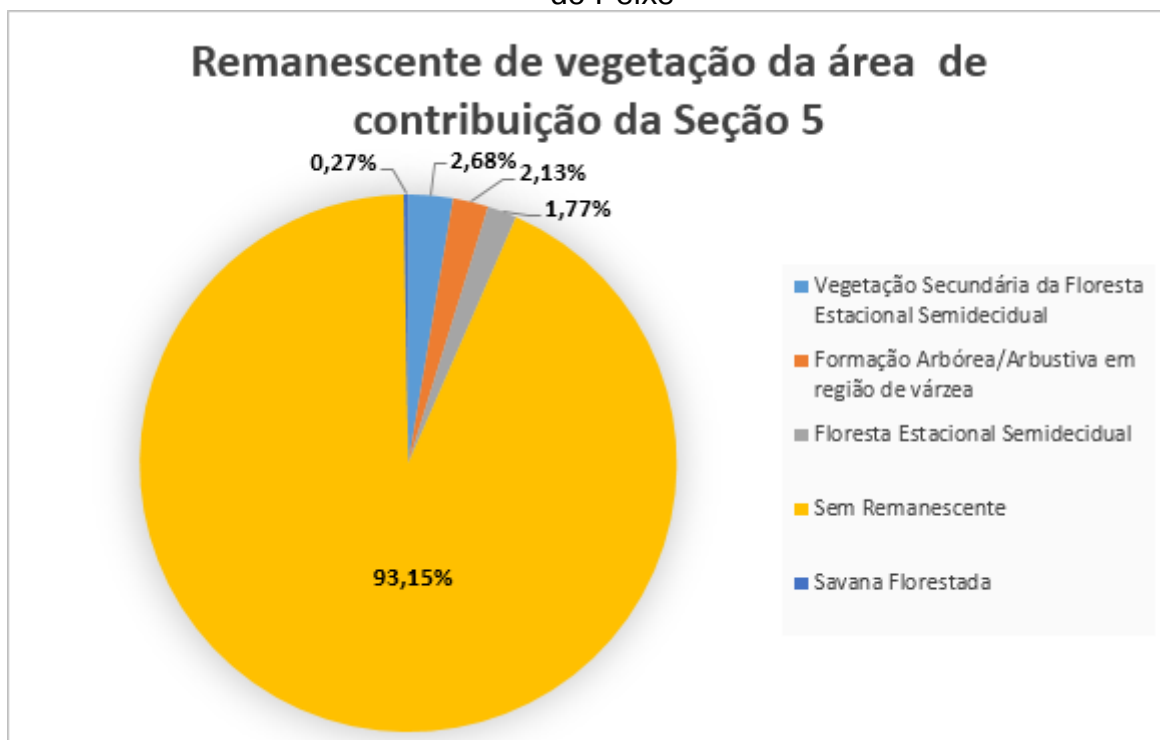
. Fonte: Elaboração da própria autora.

Figura 57 – Remanescente de vegetação na área de contribuição da Seção 4 – Rio do Peixe



Fonte: Elaboração da própria autora.

Figura 58 – Remanescente de vegetação na área de contribuição da Seção 5 – Rio do Peixe

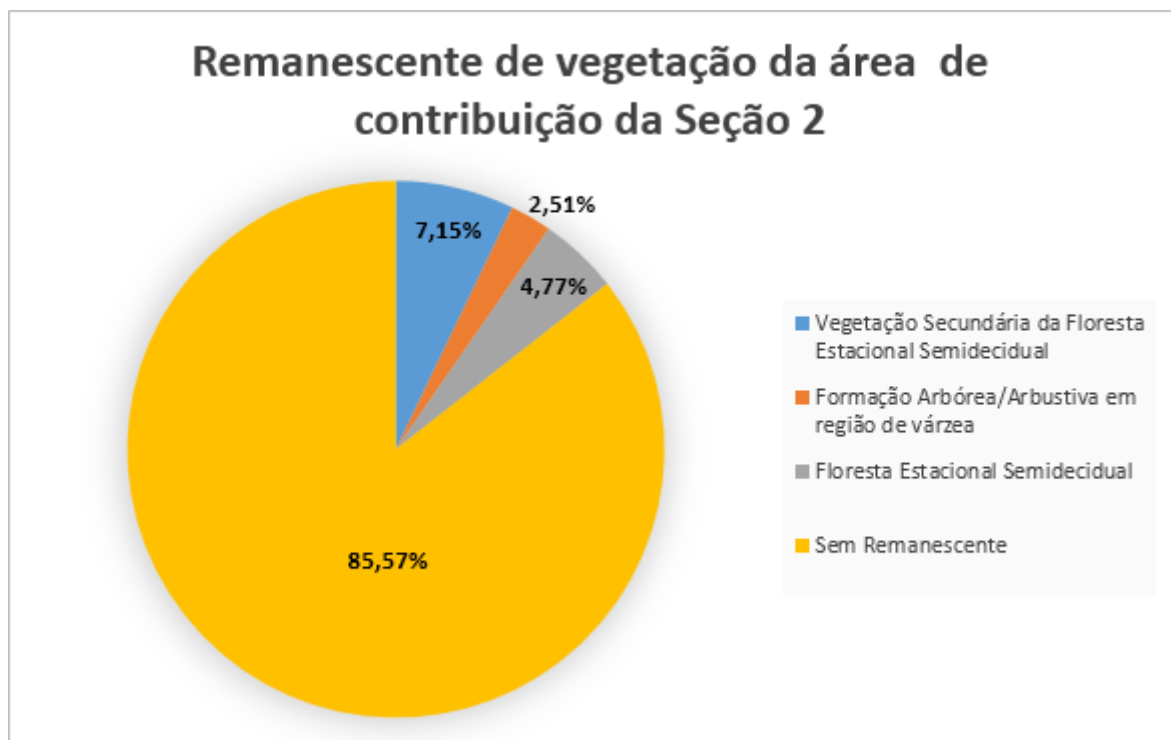


Fonte: Elaboração da própria autora.

7.3.6.2 Rio Aguapeí

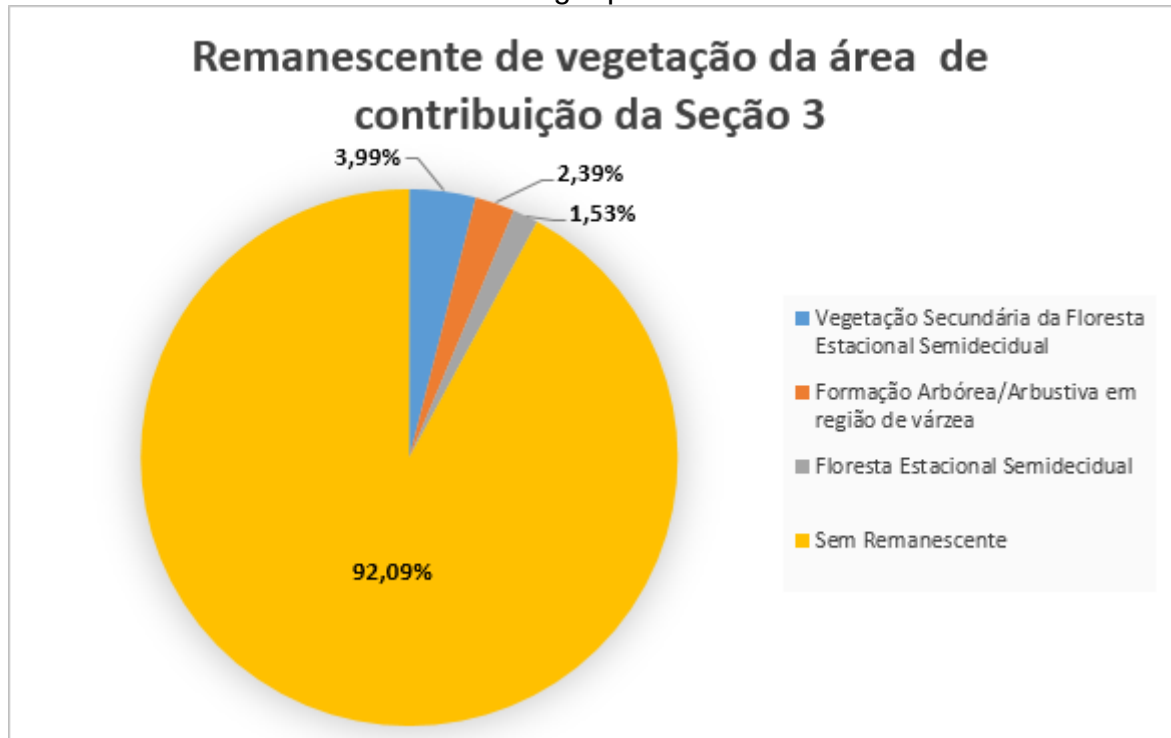
Quanto ao remanescente de vegetação, pode ser observado, assim como no Rio do Peixe, conforme **Error! Reference source not found.**, **Error! Reference source not found.** e **Error! Reference source not found.** o alto índice de desflorestamento das áreas de contribuição das Seções amostradas. Observa-se que a fitofisionomia cerradão, ao contrário do Rio do Peixe, não está presente nas áreas de contribuição das Seções de amostragem do Rio Aguapeí.

Figura 59 – Remanescente de vegetação na área de contribuição da Seção 2 – Rio Aguapeí



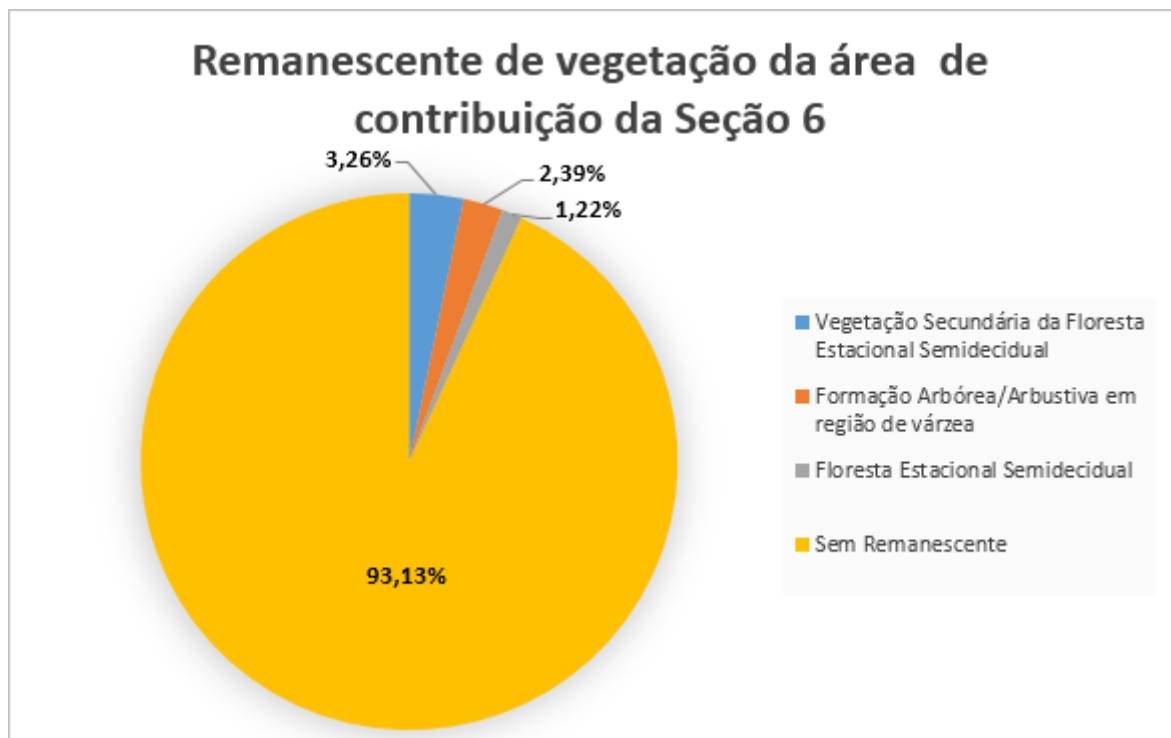
Fonte: Elaboração da própria autora.

Figura 60 – Remanescente de vegetação na área de contribuição da Seção 3 – Rio Aguapeí



Fonte: Elaboração da própria autora.

Figura 61 – Remanescente de vegetação na área de contribuição da Seção 6 – Rio Aguapeí

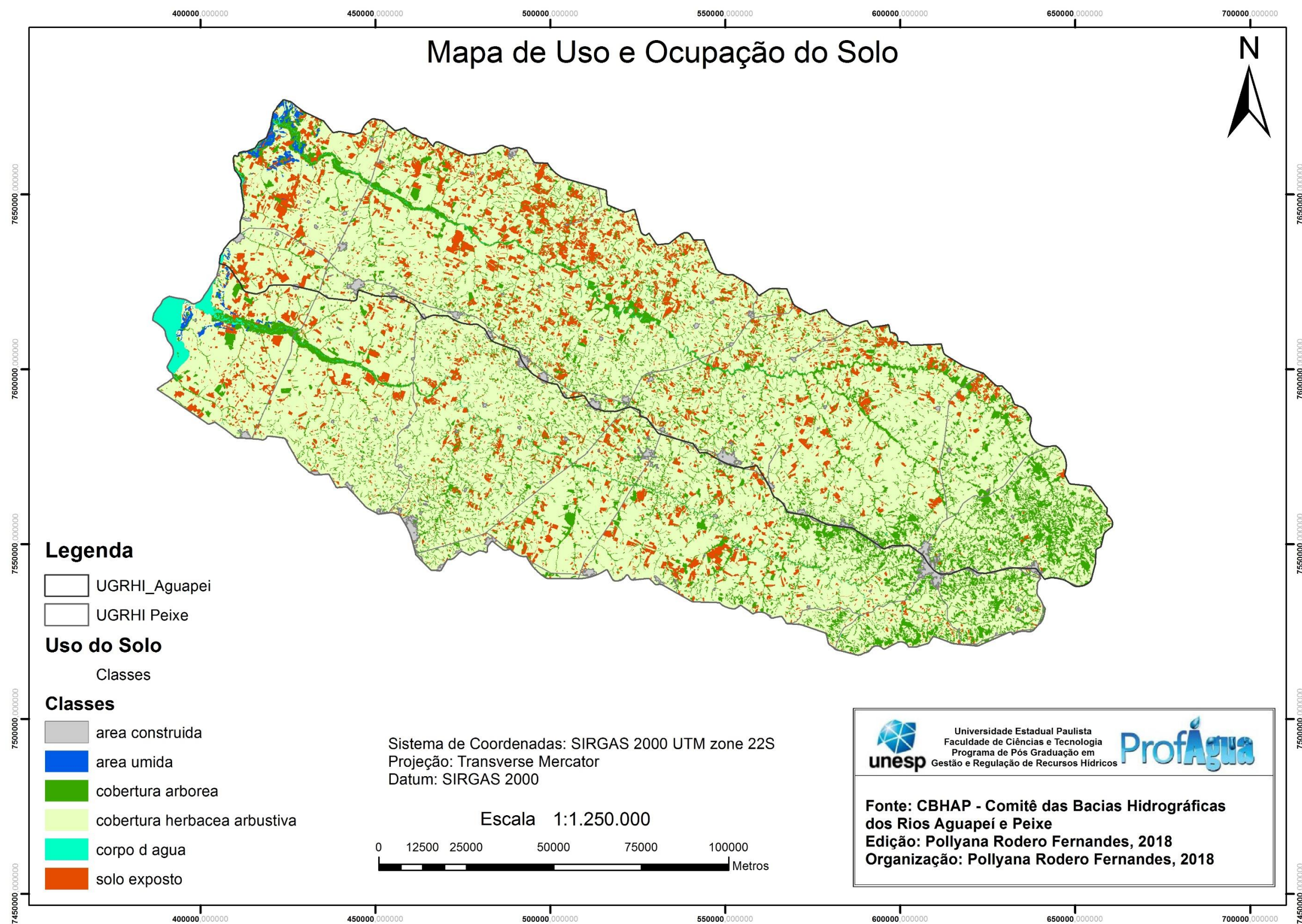


Fonte: Elaboração da própria autora.

7.3.7 Cobertura da terra

Quanto à cobertura da terra, foi confeccionado o mapa de Uso e Ocupação do Solo (FIGURA 62), foram identificadas algumas classes, de acordo com CBHAP – Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe: Área construída, área úmida, cobertura arbórea, cobertura herbácea arbustiva, corpo d'água e solo exposto.

Figura 62 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe

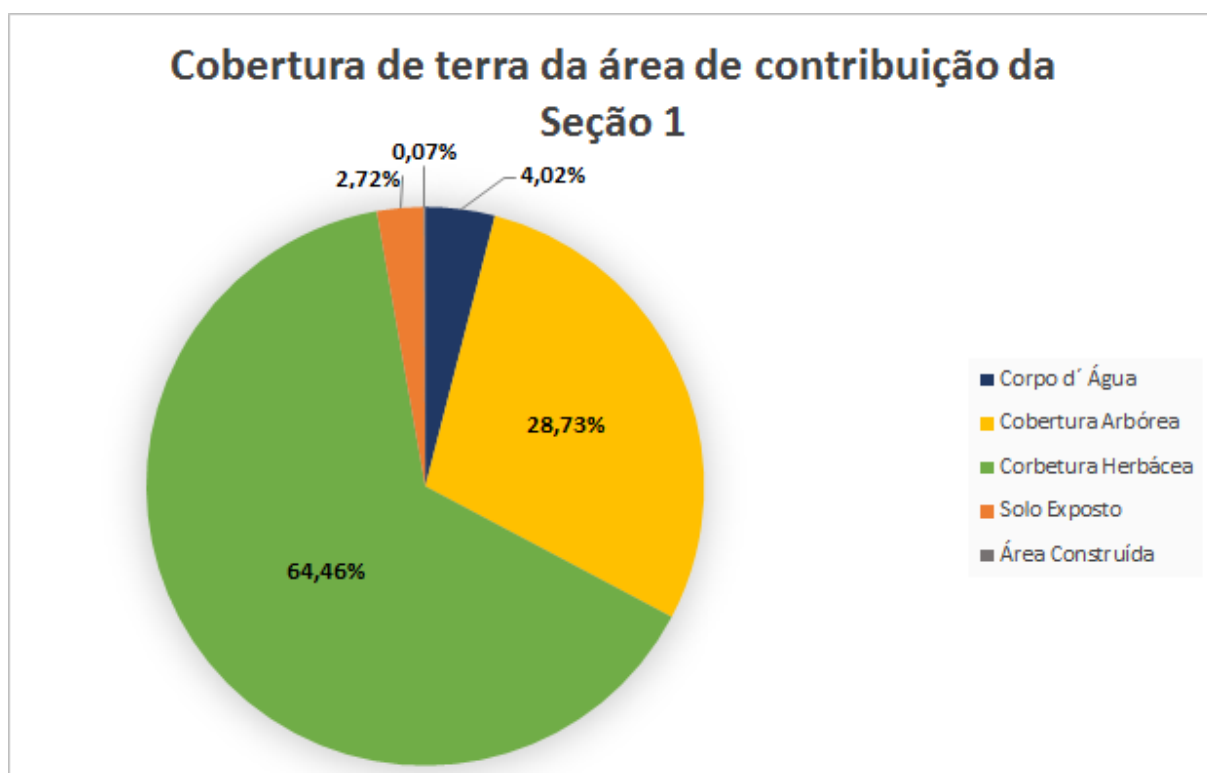


Fonte: Adaptado de Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe (2020).

7.3.7.1 Rio do Peixe

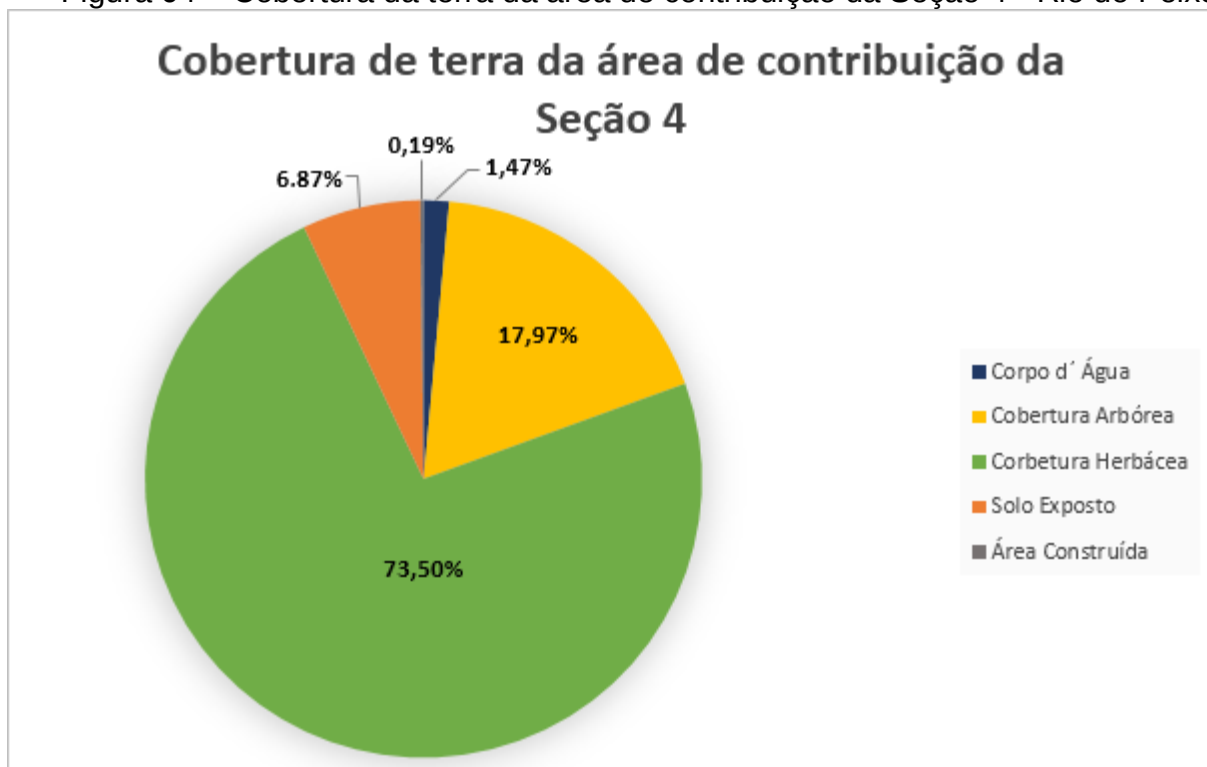
Quanto a cobertura da terra as grandes porcentagens se concentram em dois tipos de cobertura da terra: cobertura arbórea e cobertura herbácea, conforme Figura 63, Figura 64 e Figura 65. Neste ponto, realizando uma comparação com os remanescente de vegetação nota-se que essas características de cobertura da terra se referem a algum tipo de cultura agrícola, como a cana-de-açúcar, atividade muito desenvolvida na região, e a silvicultura.

Figura 63 – Cobertura da terra da área de contribuição da Seção 1 - Rio do Peixe



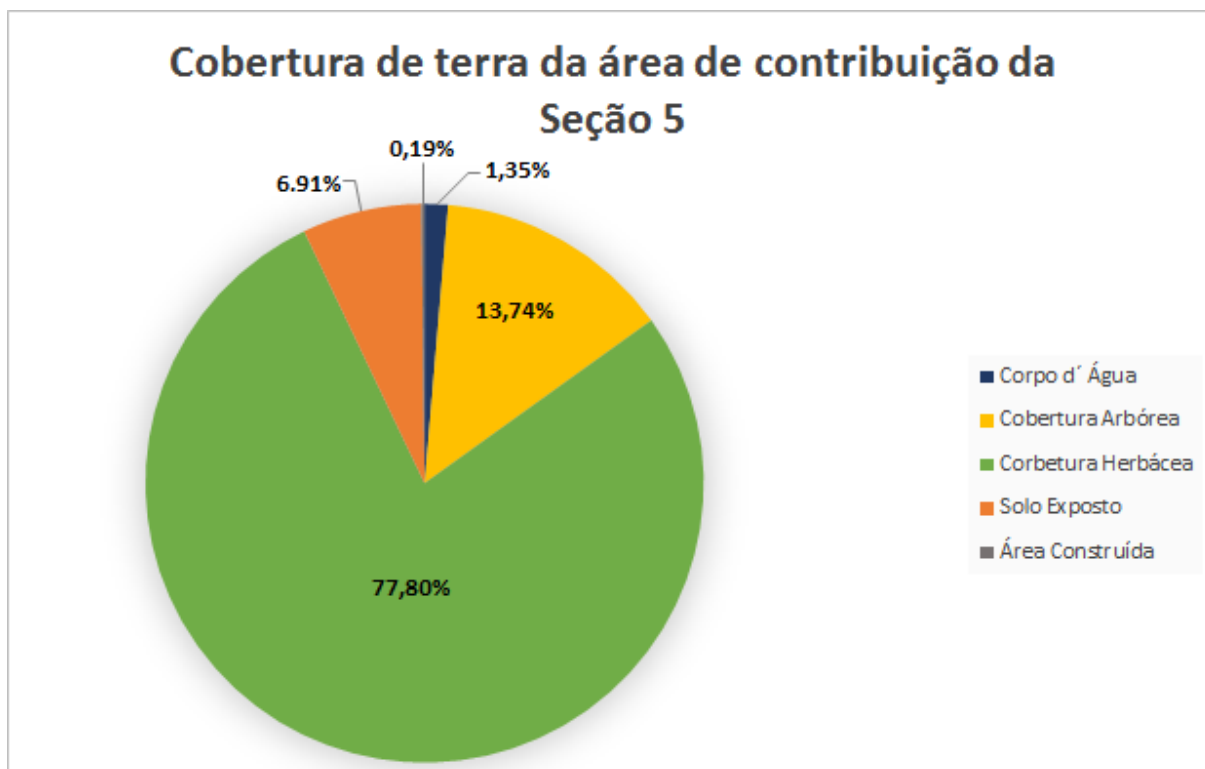
Fonte: Elaboração da própria autora.

Figura 64 – Cobertura da terra da área de contribuição da Seção 4 - Rio do Peixe



Fonte: Elaboração da própria autora.

Figura 65 – Cobertura da terra da área de contribuição da Seção 5, Rio do Peixe

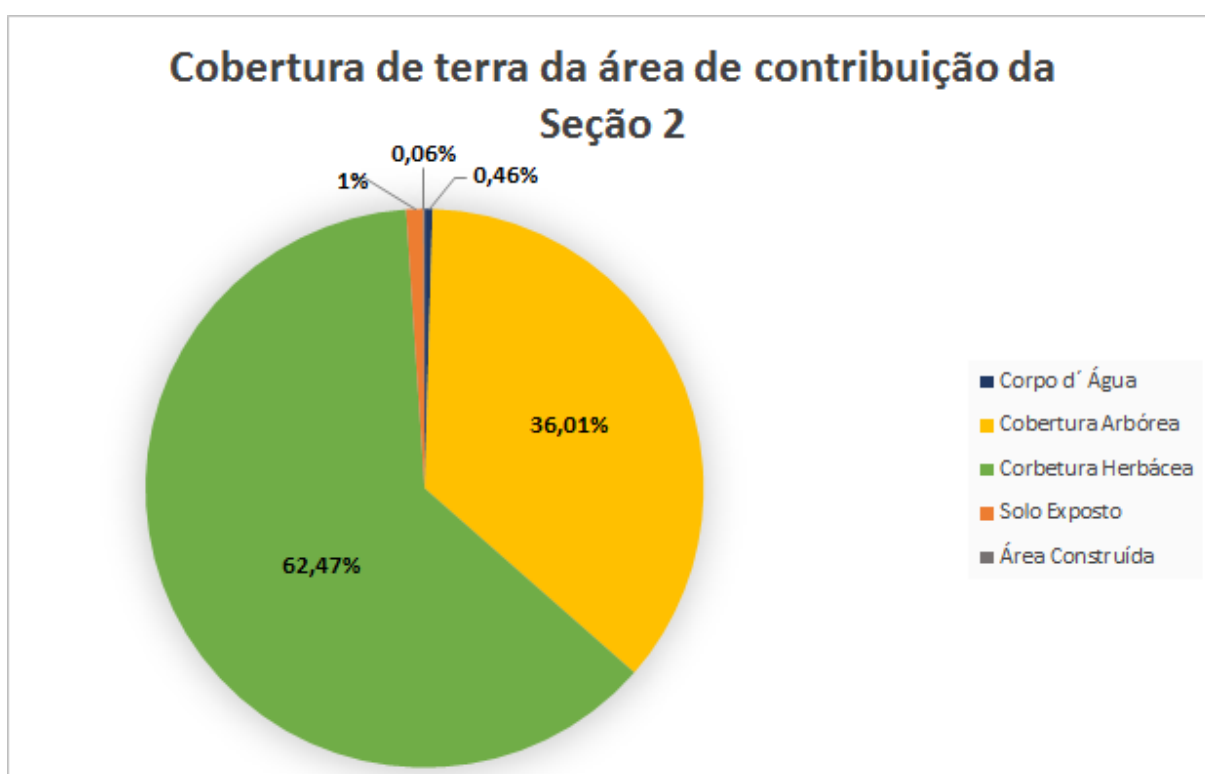


Fonte: Elaboração da própria autora.

7.3.7.2 Rio Aguapeí

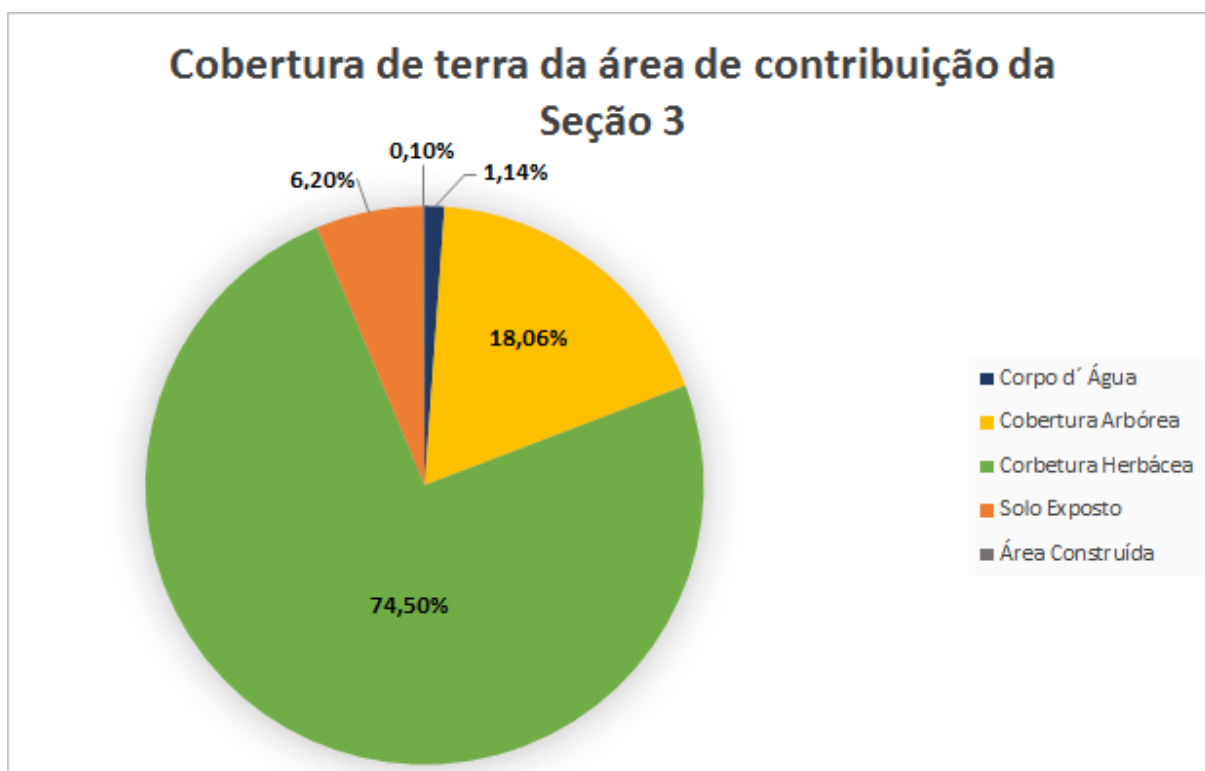
Quanto a cobertura da terra, conforme Figura 66, Figura 67 **Error! Reference source not found.** e Figura 68, o mesmo comportamento encontrado nas áreas de contribuição das Seções amostradas do Rio do Peixe, isto é, que as grandes porcentagens se concentram em dois tipos de cobertura da terra: cobertura arbórea e cobertura herbácea.

Figura 66 – Cobertura da terra da área de contribuição da Seção 2, Rio Aguapeí



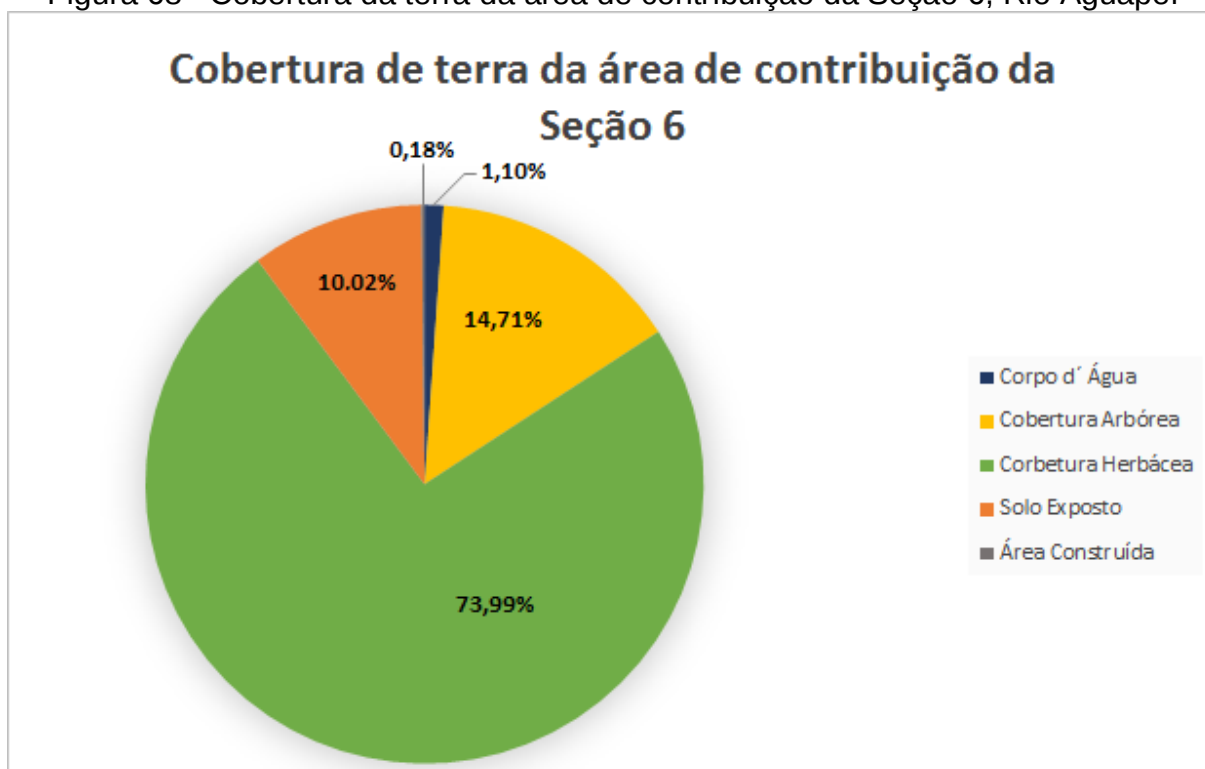
Fonte: Elaboração da própria autora.

Figura 67– Cobertura da terra da área de contribuição da Seção 3, Rio Aguapeí



Fonte: Elaboração da própria autora.

Figura 68– Cobertura da terra da área de contribuição da Seção 6, Rio Aguapeí



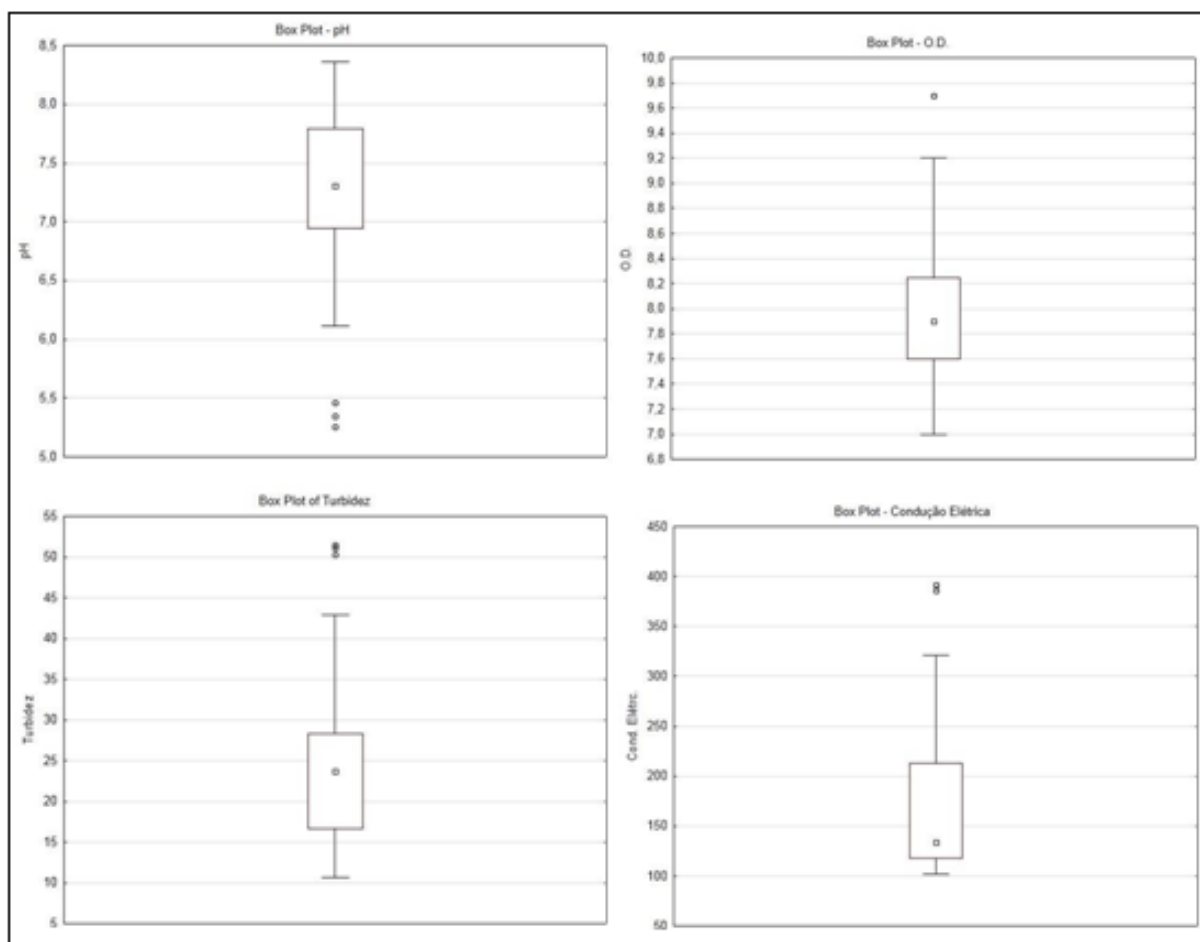
Fonte: Elaboração da própria autora.

8 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

8.1 CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS

Primeiramente, como podemos observar na Figura 69, foram extraídos os dados discrepantes, mediante a utilização de Boxplot.

Figura 69 - Gráficos BloxPlot, referente à pH, OD, Turbidez e Condutividade Elétrica



Fonte: Próprio autor.

8.1.1 Correlações entre variáveis limnológicas

A Tabela 3 - Matriz de correlação entre as variáveis limnológicas – Rio Aguapeí demonstra a matriz de correlação das variáveis limnológicas do Rio Aguapeí. Foram encontradas duas correlações moderadas, 0,4 e 0,6, e três correlações fortes, acima de 0,7.

Tabela 3 - Matriz de correlação entre as variáveis limnológicas – Rio Aguapeí

	pH	O.D	Temp.	Cond. Elétrc.	Turbidez	Velocidade	Sedimentos
pH	1	–	–	–	–	–	–
O.D	0,055	1	–	–	–	–	–
Temp.	0,054	0,315	1	–	–	–	–
Cond. Elétrc.	0,252	0,277	-0,145	1	–	–	–
Turbidez	0,069	-0,287	0,218	-0,701	1	–	–
Vazão	-0,260	-0,507	0,019	-0,847	0,745	1	–
Sedimentos	-0,040	0,066	0,130	0,400	-0,280	-0,272	1

Fonte: Elaboração da própria autora.

A correlação entre turbidez e condutividade elétrica foi alta e negativa, ou seja, tais parâmetros se correlacionam de forma inversa.

A condutividade elétrica indica salinidade resultante da concentração de sais, ácidos e bases nas águas naturais (TUNDISI e MATSUMURA TUNDISI, 2008, p. 107). Com base na correlação, pode-se afirmar que os componentes da turbidez não são de origem iônica. Porém a correlação positiva entre os sólidos dissolvidos e a condutividade elétrica significa que tais sedimentos dissolvidos são iônicos.

Houve uma forte correlação positiva entre vazão e turbidez. A turbidez é decorrente de erosão, uma vez que, quanto maior a vazão maior a energia cinética, contribuindo para o aumento da erosão e o escoamento de sedimentos. Além disso, está a turbidez pode ser relacionada a lançamento de efluentes de origem antropogênica.

Quanto as correlações entre os dados limnológicos do Rio do Peixe, Tabela 4, observou-se 6 correlações fortes.

Tabela 4 - Matriz de correlação entre as variáveis limnológicas – Rio do Peixe

	pH	O.D	Temp.	Cond. Elétrc.	Turbidez	Velocidade	Sedimentos
pH	1	–	–	–	–	–	–
O.D	-0,236	1	–	–	–	–	–
Temp.	0,171	0,200	1	–	–	–	–
Cond. Elétrc.	-0,250	0,017	-0,632	1	–	–	–
Turbidez	-0,275	-0,054	-0,630	0,705	1	–	–
Vazão	-0,020	-0,011	0,088	-0,218	-0,108	1	–
Sedimentos em suspensão	-0,289	-0,194	-0,652	0,705	0,664	-0,560	1

Fonte: Elaboração da própria autora.

No caso, da bacia do Rio do Peixe, como a turbidez está associada a grande quantidade de partículas iônicas, observa-se uma forte correlação positiva, entre turbidez e condutividade elétrica, bem como, com os sólidos dissolvidos. Também podemos observar, a baixa correlação de turbidez e vazão.

8.1.2 Correlações entre variáveis limnológicas e a precipitação

Na correlação entre os dados limnológicos e a precipitação, na bacia do Rio Aguapeí, observou-se uma correlação moderada e negativa, -0,637, entre a precipitação e o pH, ou seja, uma vez que a precipitação é elevada, o canal se torna com caráter mais ácido.

Tabela 5 - Correlação entre as variáveis limnológicas e a pluviometria – Rio Aguapeí

	pH	O.D.	Temp.	Cond. Elétrc	Turbidez	Vazão	Sedimentos em Suspensão
Pluviometria	-0,637	0,333	0,133	-0,057	-0,215	-0,039	-0,308

Fonte: Elaboração da própria autora

No caso da bacia do Rio do Peixe, também houve uma correlação moderada e negativa, -0,461, assim como houve na bacia do Rio Aguapeí, outro fato é a correlação moderada e positiva da vazão.

Tabela 6 - Correlação entre as variáveis limnológicas e a pluviometria – Rio do Peixe

	pH	O.D.	Temp.	Cond. Elétrc	Turbidez	Vazão	Sedimentos em Suspensão
Pluviometria	-0,461	0,108	-0,440	0,132	0,085	0,440	-0,019

Fonte: Elaboração da própria autora

8.1.3 Correlações entre variáveis limnológicas e a geomorfologia

Quanto à correlação das variáveis limnológicas com a geomorfologia do Rio Aguapeí (TABELA 7), observou-se uma alta correlação entre Colina Ampla, vazão, 0,857, turbidez, 0,796 e condutividade elétrica -0,730.

A correlação com vazão é decorrente da localização das colinas em relação aos corpos d'água enquanto que a correlação com a turbidez indica escoamento de materiais, tais materiais não iônicos, que indicam a correlação negativa com a condutividade elétrica.

Tabela 7 - Matriz de correlação entre as variáveis limnológicas e a geomorfologia – Rio Aguapeí

	Colina Ampla	Colina Média	Encosta Sulcada	Morrotes Alongados	Planícies Aluviais
pH	-0,141	-0,247	-0,020	0,106	-0,247
O.D	-0,273	-0,218	-0,190	-0,056	-0,218
Temp.	0,392	0,425	0,207	-0,033	0,425
Cond. Elétrc.	-0,730	-0,684	-0,448	-0,046	-0,684
Turbidez	0,796	0,550	0,601	0,246	0,550
Vazão	0,857	0,562	0,666	0,296	0,562
Sedimentos	-0,207	-0,148	-0,154	-0,060	-0,148

Fonte: Elaboração da própria autora

No que se refere à correlação entre os parâmetros limnológicos e a geomorfologia do Rio do Peixe (TABELA 8), observa-se as correlações das Escarpas Festonadas e dos Morrotes Alongados, ambos proporcionando o mesmo grau de relação, porém, de modo inverso. Em ambos os casos há uma forte correlação com a vazão, porém de modo negativo na correlação com as Escarpas Festonadas. As escarpas festonadas se localizam no alto curso do Rio do Peixe, enquanto que os Morrotes Alongados são encontrados em uma região mais baixa do rio.

Tabela 8 - Matriz de correlação entre as variáveis limnológicas e a geomorfologia – Rio do Peixe

	Colina Ampla	Colina Média	Encosta Sulcada	Encosta Sulcada	Escarpas Festonadas	Morrotes Alongados	Morros Sedimentares	Planícies Aluviais
pH	0,200	-0,208	0,208	0,208	-0,001	0,001	0,200	-0,200
O.D	-0,244	0,279	0,279	-0,279	-0,022	0,022	-0,244	0,244
Temp.	0,457	-0,075	-0,075	0,075	-0,370	0,370	0,457	-0,456
Cond. Elétrc.	-0,664	0,137	0,137	-0,137	0,511	-0,511	-0,664	0,664
Turbidez	-0,625	0,246	0,246	-0,246	0,374	-0,373	-0,624	0,624
Vazão	0,470	0,505	0,505	-0,505	-0,916	0,916	0,470	-0,470
Sedimentos	-0,660	-0,133	-0,132	0,132	0,756	-0,756	-0,660	0,660

Fonte: Elaboração da própria autora

8.1.4 Correlações entre variáveis limnológicas e a geologia

Na bacia do Rio Aguapeí, observou-se uma expressiva influência dos fatores geológicos nos parâmetros de condução elétrica, turbidez e vazão.

Observa-se uma alta correlação da formação K3, coma a vazão, 0,827, turbidez, 0,794 e de modo negativo a condutividade elétrica, -0,710. Observa-se que na condutividade elétrica a relação é negativa, em todas as formações, exceto KM, demonstrando partículas não iônicas.

Tabela 9 - Matriz de correlação entre as variáveis limnológicas e geológicas – Rio Aguapeí

	K1	K3	K4	K5	KM	QA	AS	JKseg
pH	0,005	-0,132	-0,244	-0,034	-0,088	-0,244	-0,039	-0,016
O.D	-0,213	-0,270	-0,178	-0,149	0,068	-0,169	-0,170	-0,225
Temp.	0,212	0,386	0,423	0,203	0,037	0,411	0,198	0,188
Cond. Elétrc.	-0,436	-0,710	-0,629	-0,446	0,028	-0,677	-0,433	-0,437
Turbidez	0,593	0,794	0,508	0,598	-0,209	0,526	0,577	0,576
Vazão	0,651	0,827	0,534	0,659	-0,298	0,555	0,645	0,650
Sedimentos	-0,137	-0,201	-0,168	-0,168	0,047	-0,165	-0,151	-0,139

Fonte: Elaboração da própria autora

No que se refere ao Rio do Peixe, observa-se uma alta correlação com a vazão em várias formações, exceto em K2 e KM, demonstrando que a formação da bacia apresenta grande influência na vazão. Outro ponto importante são as correlações negativas, entre as formações geológicas e condutividade elétrica, tais formações interferem na disposição de partículas não iônicas.

Há correlação moderada e negativa com a formação K1 e os sedimentos, -0,694, e negativamente forte com as formações, K4 -0,731, K5 -0,730.

Tabela 10 - Matriz de correlação entre as variáveis limnológicas e geológicas – Rio do Peixe

	K1	K2	K4	K5	KM	QA	AS
pH	0,029	0,255	0,043	0,046	0,210	-0,119	-0,107
O.D	0,033	-0,235	0,073	0,021	-0,231	0,173	0,156
Temp.	0,344	0,286	0,365	0,347	0,062	0,170	0,164
Cond. Elétrc.	-0,512	-0,439	-0,447	-0,489	-0,133	-0,215	-0,223
Turbidez	-0,299	-0,413	-0,352	-0,346	-0,185	-0,073	-0,059
Vazão	0,860	-0,108	0,855	0,854	-0,527	0,819	0,804
Sedimentos	-0,694	-0,225	-0,731	-0,730	0,167	-0,512	-0,502

Fonte: Elaboração da própria autora

8.1.5 Correlações entre variáveis limnológicas e o tipos de solo

Em termos pedológicos, as correlações demonstraram em sua grande maioria baixa, no que diz respeito ao Rio Aguapeí (TABELA 11) porém, há uma correlação moderada para os tipos de solo Argissolo e Gleissolo, negativo para a condutividade elétrica e positivos para turbidez e vazão.

Tabela 11 - Matriz de correlação entre as variáveis limnológicas e tipo de solos – Rio Aguapeí

	Argissolo	Neossolo	Latossolo	Gleissolo
pH	-0,245	-0,220	0,071	-0,243
O.D	-0,186	-0,106	-0,034	-0,182
Temp.	0,401	0,246	-0,054	0,403
Cond. Elétrc.	-0,651	-0,380	-0,053	-0,652
Turbidez	0,509	0,189	0,234	0,513
Vazão	0,541	0,158	0,289	0,540
Sedimentos	-0,155	-0,052	-0,074	-0,157

Fonte: Elaboração da própria autora

No caso da bacia do Rio do Peixe, todos os tipos de solo demonstraram uma alta correlação positiva com a vazão, exceto para o tipo de neossolo, que demonstrou uma alta correlação negativa, além disso, observou-se correlações negativas com a variável sedimentos.

Tabela 12 - Matriz de correlação entre as variáveis limnológicas e tipo de solos – Rio do Peixe

	Argissolo	Neossolo	Latossolo	Gleissolo
pH	0,049	-0,012	0,053	-0,119
O.D	0,062	-0,033	0,060	0,173
Temp.	0,344	-0,368	0,344	0,170
Cond. Elétrc.	-0,474	0,491	-0,475	-0,215
Turbidez	-0,336	0,333	-0,338	-0,073
Vazão	0,859	-0,878	0,860	0,819
Sedimentos	-0,719	0,723	-0,723	-0,512

Fonte: Elaboração da própria autora

8.1.6 Correlações entre variáveis limnológicas e a suscetibilidade à erosão

A Tabela 13, demonstra uma alta correlação com a vazão no Rio Aguapeí, independentemente do nível de suscetibilidade, e correlações negativas com os sedimentos.

Tabela 13 - Matriz de correlação entre as variáveis limnológicas e a suscetibilidade à erosão – Rio Aguapeí

	Muito Alta	Alta	Muito Baixa
pH	0,059	0,028	-0,105
O.D	0,035	0,021	0,186
Temp.	0,380	0,360	0,177
Cond. Elétrc.	-0,532	-0,482	-0,202
Turbidez	-0,291	-0,348	-0,069
Vazão	0,844	0,853	0,810
Sedimentos	-0,710	-0,716	-0,506

Fonte: Elaboração da própria autora

Diferente da bacia do Rio Aguapeí, o somente suscetibilidades alta, obteve uma alta correlação, no Rio do Peixe, de forma negativa quanto a condutividade elétrica, e positiva na turbidez e vazão.

Tabela 14 - Matriz de correlação entre as variáveis limnológicas e a suscetibilidade à erosão – Rio Aguapeí

	Muito Alta	Alta	Muito Baixa
pH	-0,233	-0,157	-0,247
O.D	-0,175	-0,273	-0,218
Temp.	0,402	0,367	0,424
Cond. Elétrc.	-0,653	-0,733	-0,684
Turbidez	0,516	0,792	0,550
Vazão	0,524	0,837	0,561
Sedimentos	-0,163	-0,205	-0,147

Fonte: Elaboração da própria autora

8.1.7 Correlações entre variáveis limnológicas e uso e ocupação do solo

Com base nos dados foi realizada a correlação entre as variáveis limnológicas e as áreas de uso e ocupação.

A Tabela 15 se refere as correlações na bacia do Rio Aguapeí. Observa-se alta correlação entre a vazão e o solo exposto, uma vez que em áreas de solo exposto o escoamento superficial é alto, contribuindo para a vazão do rio. Outro ponto é a relação negativa da condutividade elétrica e as características do uso e ocupação, isto ocorre, pois os sedimentos não são de origem iônica.

Tabela 15 - Matriz de correlação entre as variáveis limnológicas e o uso e ocupação do solo – Rio Aguapeí

	Cobertura Arbórea	Cobertura Herbácea	Solo Exposto	Área Construída
pH	-0,261	-0,275	-0,143	-0,243
O.D	-0,228	-0,179	-0,243	-0,216
Temp.	0,407	0,404	0,388	0,423
Cond. Elétrc.	-0,690	-0,661	-0,717	-0,640
Turbidez	0,557	0,490	0,774	0,512
Vazão	0,560	0,534	0,819	0,546
Sedimentos	-0,148	-0,157	-0,206	-0,142

Fonte: Elaboração da própria autora

Quanto às correlações da Bacia do Rio do Peixe, Tabela 16, observou-se um grande impacto de área construída na vazão do rio, áreas construídas são impermeáveis aumentando o escoamento superficial.

Tabela 16 - Matriz de correlação entre as variáveis limnológicas e o uso e ocupação do solo – Rio do Peixe

	Cobertura Arbórea	Cobertura Herbácea	Solo Exposto	Área Construída
pH	0,059	0,059	0,059	-0,206
O.D	0,051	0,051	0,050	0,314
Temp.	0,365	0,365	0,365	-0,091
Cond. Elétrc.	-0,472	-0,472	-0,472	0,177
Turbidez	-0,350	-0,350	-0,350	0,272
Vazão	0,666	0,819	0,763	0,803
Sedimentos	-0,740	-0,739	-0,739	-0,148

Fonte: Elaboração da própria autora.

8.1.8 Correlações entre variáveis limnológicas e remanescentes de vegetação

Após as correlações entre os parâmetros limnológicos, foi realizada a matriz de correlação entre a limnologia e os remanescente de vegetação, conforme a Tabela 17.

Foram encontrados oito correlações moderadas e sete correlações fortes. Observa-se que o coeficiente da vazão se manteve, praticamente, igual nas áreas remanescentes, porém em áreas sem remanescentes, observou-se uma forte correlação positiva, 0,857, isto se deve ao aumento do escoamento superficial em áreas sem remanescentes, outra influência das áreas sem remanescentes foi a alta correlação positiva da turbidez. Porém, tal partículas que foram escoadas não são de origem iônica, conforme já foi analisado anteriormente (Tabela 3) na correlação entre condutividade elétrica e turbidez.

Tabela 17 - Matriz de correlação entre as variáveis limnológicas e os remanescentes de vegetação da bacia – Rio Aguapeí

	Vegetação Secundária	Formação Arbórea	Floresta Estacional.	Sem Remanescente
pH	-0,258	-0,141	-0,247	-0,141
O.D	-0,222	-0,274	-0,218	-0,274
Temp.	0,420	0,392	0,424	0,401
Cond. Elétrc.	-0,677	-0,730	-0,684	-0,730
Turbidez	0,556	0,796	0,550	0,796
Vazão	0,553	0,560	0,561	0,857
Sedimentos	-0,130	-0,207	-0,148	-0,207

Fonte: Elaboração da própria autora

Quanto à bacia do Rio do Peixe, Tabela 16, observou-se 7 coeficientes moderados e 9 correlações fortes.

Tabela 18 - Matriz de correlação entre as variáveis limnológicas e os remanescentes de vegetação da bacia – Rio Aguapeí

	Vegetação Secundária	Formação Arbórea	Floresta Estacional.	Flor. Savana	Sem Remanescente
pH	0,265	0,059	0,206	0,265	0,059
O.D	-0,263	0,051	-0,314	-0,263	0,051
Temp.	0,465	0,365	0,010	0,465	0,365
Cond. Elétrc.	-0,648	-0,471	-0,177	-0,648	-0,472
Turbidez	-0,622	-0,350	-0,272	-0,622	-0,350
Vazão	-0,414	0,916	-0,502	0,414	0,917
Sedimentos	-0,591	-0,739	0,148	-0,591	-0,739

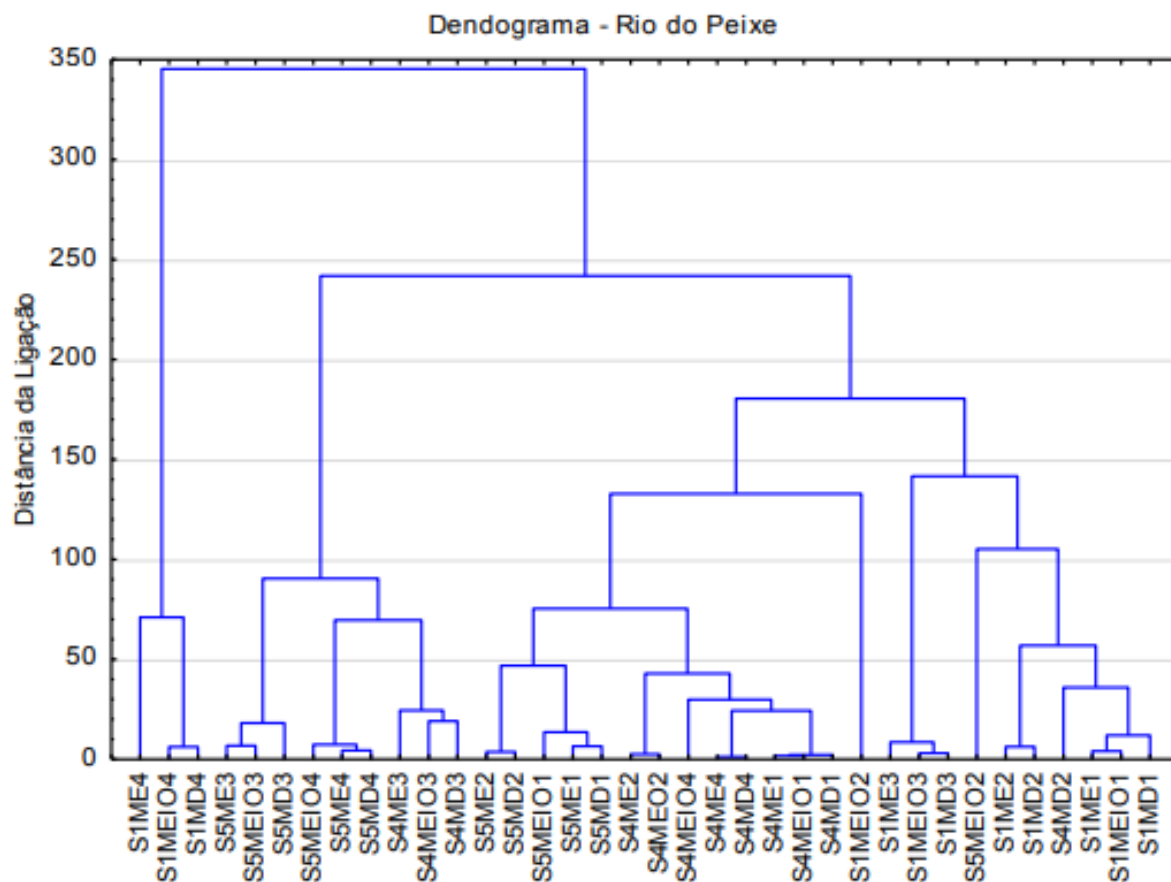
Fonte: Elaboração da própria autora

Assim como, no Rio do Peixe, as áreas sem remanescentes possuem uma forte correlação positiva com a vazão, pois o escoamento superficial é mais intenso, com isso há um aumento na vazão.

8.2 ANÁLISE DE AGRUPAMENTO ESTATÍSTICO ENTRE AS ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO

De acordo com a Figura 70, referente ao dendrograma das variáveis limnológicas, fluviométricas e pluviométricas do Rio do Peixe, observamos um agrupamento da Seção 1, para as amostras de dezembro de 2011, março e junho de 2012. A seção se localiza no alto da Bacia, e seu agrupamento se dá pela diferença dos fatores limnológicos que vão se modificando ao longo do curso do rio. Além disso, a condutividade elétrica neste ponto foi maior que das outras seções. Outro agrupamento é referente ao mês de junho de 2012, neste período houve a maior índice de precipitação.

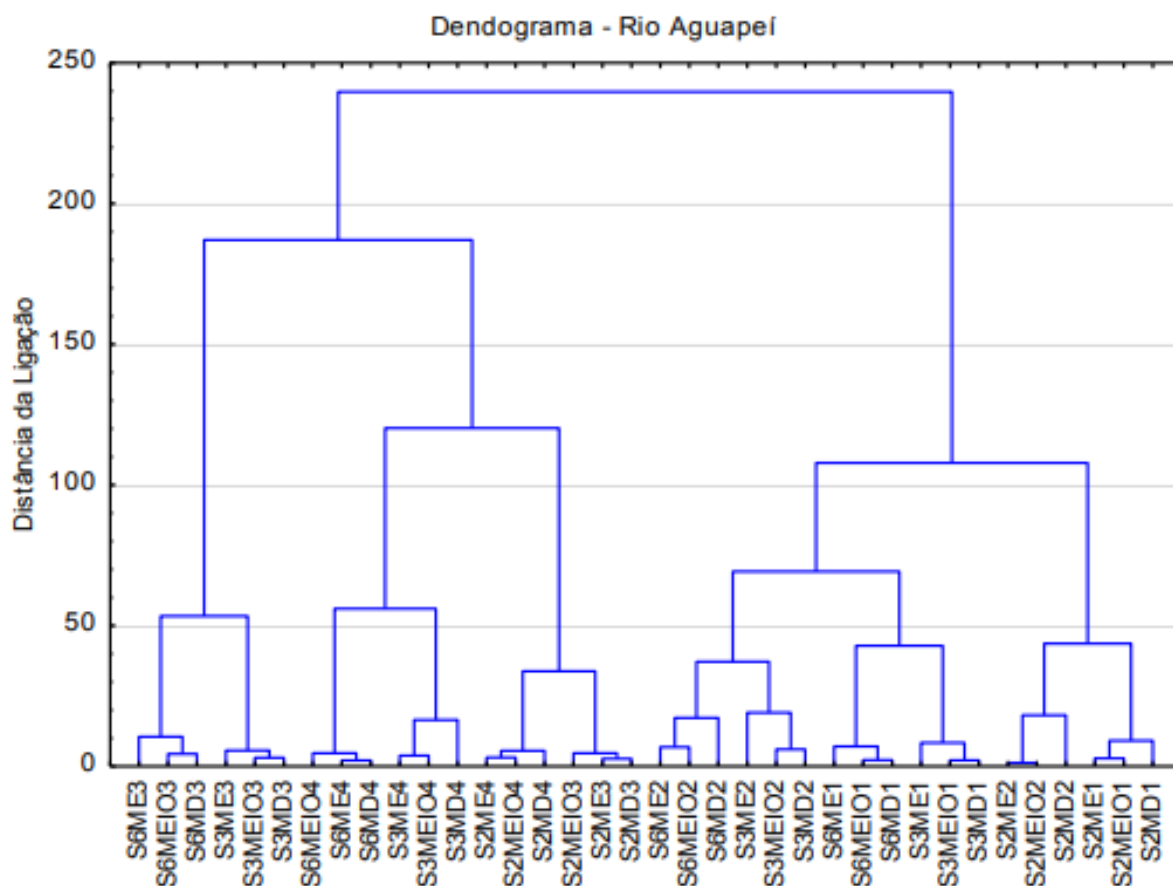
Figura 70 - Dendrograma referente ao Rio do Peixe



Fonte: Elaboração do autor.

Quanto ao dendrograma do Rio Aguapeí, observou-se um agrupamento da Seção 2 que está localizado no alto curso do rio. Outro agrupamento é dos meses de dezembro de 2011 e março de 2012, período que houve um baixo nível de precipitação.

Figura 71 - Dendrograma referente ao Rio Aguapeí

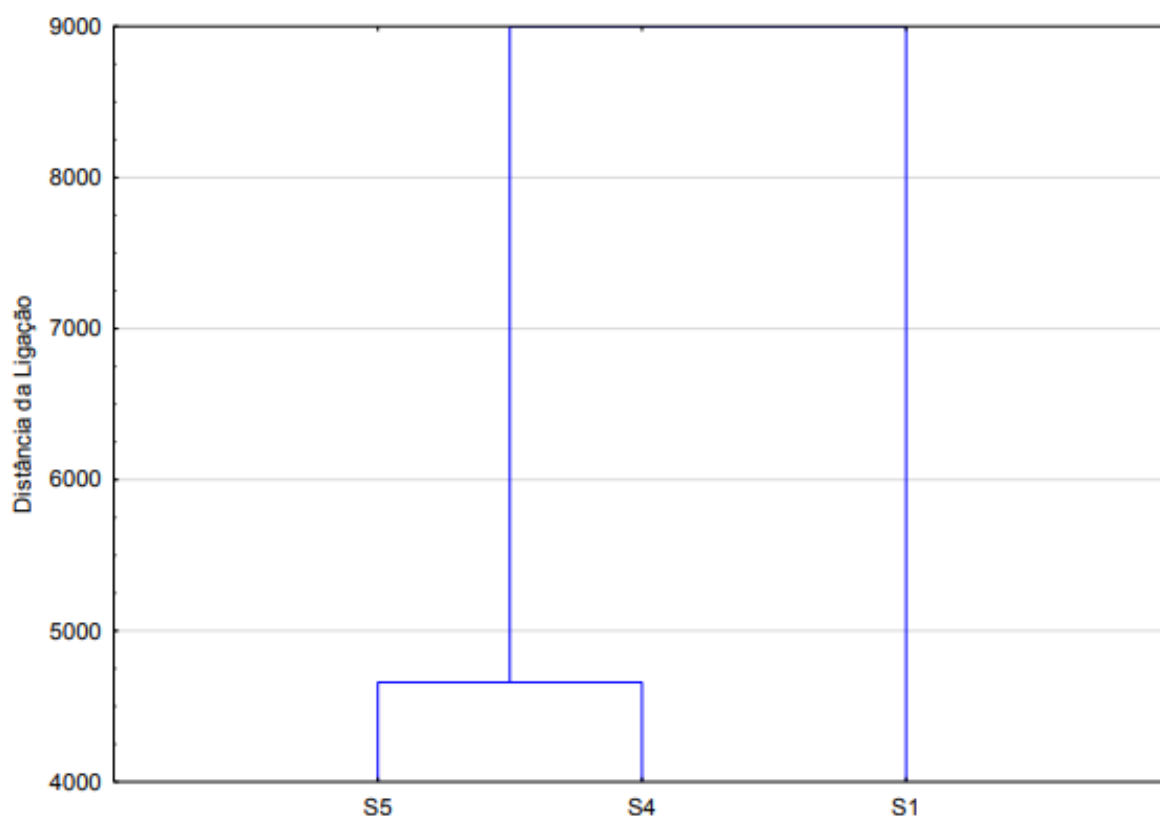


Fonte: Elaboração do autor.

Obteve-se o dendrograma com base nas variações espaciais, foi realizado a média dos padrões limnológicos de cada seção, para agrupá-las com as feições físicas.

No que se refere ao dendrograma do Rio do Peixe, Figura 72, observa-se o agrupamento entre o S5 e S4, isolado do S1 que por sua vez é o alto curso da bacia, várias características homogêneas, como geomorfológicas e do tipo de solo, são encontradas ao longo das seções S5 e S4. Na Seção 1 nota-se características físicas heterogêneas.

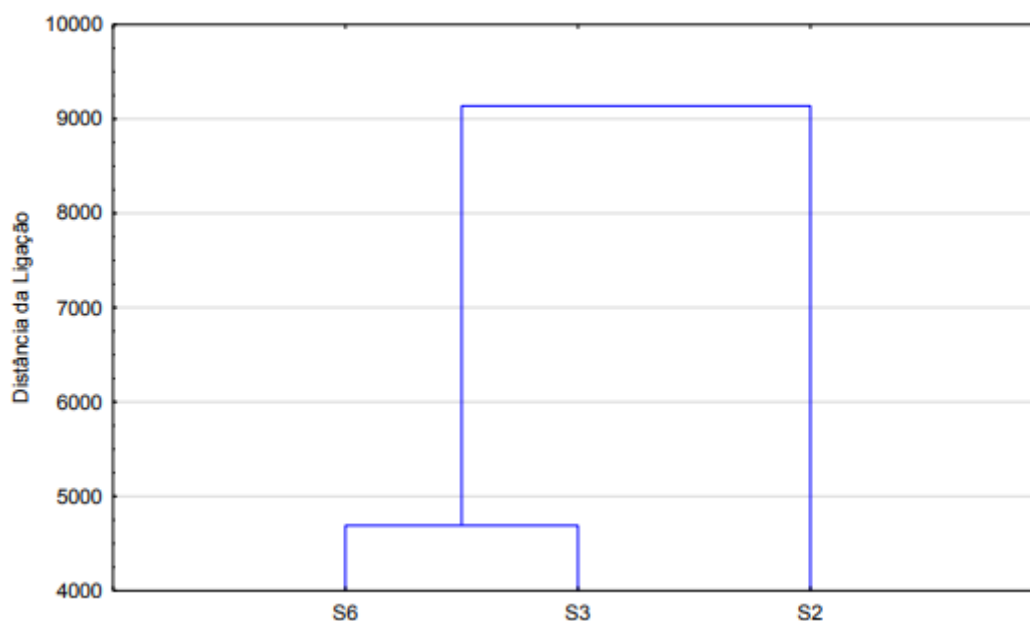
Figura 72 – Dendrograma espacial referente ao Rio do Peixe



Fonte: Elaboração do autor.

De modo similar ao Rio do Peixe, no Rio Aguapeí, observou-se também um agrupamento de S6 e S3, frente ao S2, que é o a seção da parte alta da bacia, de modo similar ao Rio do Peixe, existem heterogeneidade nas feições físicas na seção S2 (FIGURA 73).

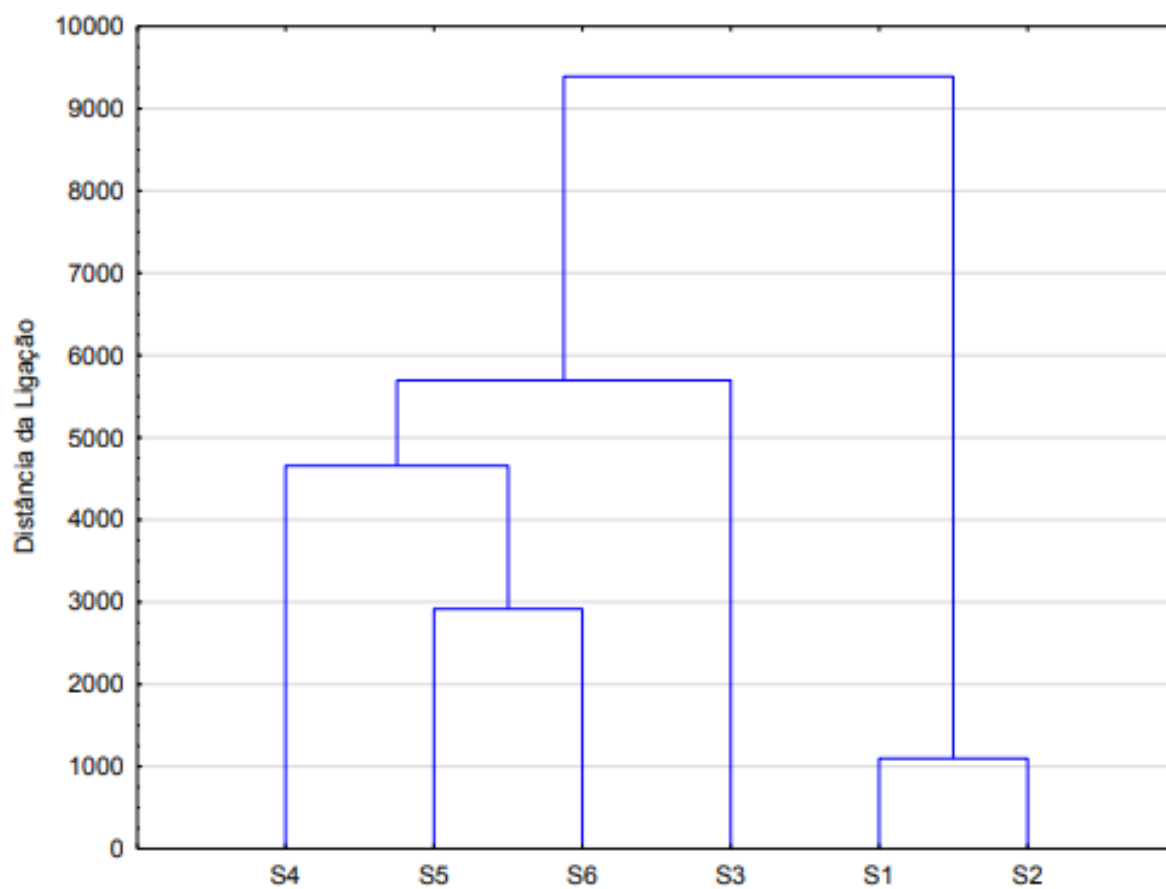
Figura 73 – Dendrograma espacial referente ao Rio Aguapeí



Fonte: Elaboração do autor.

Numa análise mais ampla observou-se agrupamento entre as bacias (Figura 74), observa-se um agrupamento S1 e S2, que são respectivamente o alto da bacia do Rio do Peixe e do Rio Aguapeí. Outro agrupamento entre as bacias são as seções S5 e S6, que são as seções localizadas no baixo curso das bacias hidrográficas.

Figura 74 - Dendograma espacial referente às bacias do Rio do Peixe e Rio Aguapeí



Fonte: Elaboração do autor.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como foi apresentado na análise das variáveis limnológicas, apesar, de alguns parâmetros de IQA, se apresentarem dentro do permitido, alguns valores se apresentaram discrepantes, ou seja, diferentes dos valores de um rio natural, demonstrando influências antropogênicas no corpo hídrico, o que pode ser constatado, quando foi realizada a matriz de correlação, como podemos observar na tabela 5.

Nota-se que, além disso, ocorreram altas correlações entre vazão e ocupação do solo e remanescentes de vegetação.

A partir dos dendogramas, também foi possível observar que a sazonalidade influencia nas características limnológicas nas duas bacias, principalmente na bacia do Rio do Peixe.

Desta forma, a partir deste trabalho concluímos, que apesar das coletas de dados terem sido realizada em um curto período de tempo, em horas e locais determinados, pudemos constatar a correlação entre as variáveis limnológicas, hidrodinâmicas, do meio físico e cobertura da terra.

Assim nota-se a relevância em análises contínuas nos corpos hídricos das Bacias Hidrográficas, relacionando alterações ambientais na bacia hidrográfica dos rios Aguapeí e Peixe, enfatizando o meio físico, as condições de uso e cobertura da terra e as características físicas e químicas da água do rio.

Portanto, a correlação entre essas variáveis, auxilia na implementação de metodologias, mediante a modelagem de situações, para avaliação das relações espaço-temporais entre as características hidrodinâmicas fluviais e os aspectos naturais e antrópicos na bacia de drenagem, contribuindo para a análise integrada e verificando a eficácia de instrumentos de gestão utilizados nas bacias hidrográficas, no que tange, por exemplo, a quantidade e qualidade das águas superficiais.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Cuidando das águas**: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Brasília, DF: ANA, 2011.

BARBOSA, J. J.; SUZUKI, M. S. **Manual de Orientação na preparação de trabalhos acadêmicos de acordo com as normas vigentes da Associação Brasileira de Normas Técnicas**. 3. ed. Ilha Solteira: Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação – STBD, 2016.

BENINI, S. M. (org.). **Uso de sistemas de informação geográfica na análise ambiental em bacias hidrográficas**. Tupã: ANAP, 2015.

BRASIL. **Lei n.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamentada o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 12 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, DF, 1990.

BRIGANTE, J.; ESPÍNDOLA, E. L. G. (org). **Limnologia fluvial**: um estudo no rio Mogi-Guaçu. São Carlos: RiMa, 2003.

COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS AGUAPEÍ E PEIXE. **Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos – 20**. [S. l.: s.], 2017. Disponível em: <http://cbhap.org/ugrhi-20/>. Acesso em: 05 maio 2017.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **Águas interiores**. São Paulo: [s. n.], 2017. Disponível em <http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/enquadramento-dos-corpos-hidricos-mapas-tematicos/>. Acesso em: 01 nov. 2017.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA.. **Resolução nº. 357, de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, DF: CONAMA, 2005.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 2. ed. 1980.

ESTEVES, F. de A. **Fundamentos de limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; ROCHA, E. C.; SILVA, JR J.; PARANHOS, R.; NEVES, J. A. B.; SILVA, M. B. Desvendando os mistérios do coeficiente de correlação de Perarson. **Leviathan Cadernos de Pesquisa Política**, [s. l.], v. 8, p. 66-95, 2014.

GONÇALVES, F.; ROCHA, P. C. Influência do meio físico em variáveis limnológicas no rio Santo Anastácio, Oeste Paulista. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM GEOGRAFIA, 9., 2011, Goiânia. **Anais [...]** [S. l.: s. n.], 2011. p. 1-9.

LEOPOLD, L.B.; MADDOCK, T. **The hydraulic geometry of stream channels and some physiographic implications**. [S. l.]: United States Geological Survey, 1953. 56 p.

LEOPOLD, L. B.; WOLMAN, M. G.; MILLER, J. P. **Fluvial processes in geomorphology**. San Francisco: Freedman, 1964. 319 p.

MONTEIRO, C.A.F. **A dinâmica climática e as chuvas do estado de São Paulo: estudo geográfico sob forma de atlas**. São Paulo: IGEOG, 1973.

NOVO, E. M. L. M.; BRAGA, C. Z. F. **Segundo relatório do projeto sensoriamento remoto de sistemas aquáticos**. São José dos Campos: Convênio CRHEA/USP-INPE/MCT, 1995. 103 p.

PETTS, G.; FOSTER, I., **Rivers and landscape**. 3 ed. New Castle: The Athenaeum, 1990.

PIROLI, E. L. **Introdução ao geoprocessamento**. Ourinhos: Universidade Estadual Paulista – Unesp, 2010.

ROCHA, P. C.; TOMMASELLI, J. T. G. Variabilidade hidrológica nas bacias dos rios Aguapeí e Peixe, região oeste paulista. **Revista Brasileira de Climatologia**, [s. l.], v. 2237, n. 8642, p. 69-84, 2012.

ROCHA, P. C.; ANDRADE, L. F. Zoneamento Hidrológico nas bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe, Região Oeste Paulista, Brasil. *In*: SILVA, A. L. C.; BENINI, S. M.; DIAS, L. S. (org.) **Fórum Ambiental: uma visão multidisciplinar da questão ambiental**. Tupã: ANAP, 2015. p. 137-158.

ROCHA, P. C.; ARAÚJO, A. P. O regime hidrológico na unidade de gerenciamento de recursos hídricos Paranapanema: variabilidade interanual e espacial. *In*: DIAS, L. S.; BENINI, S. M. **Estudos ambientais aplicados em bacias hidrográficas**. Tupã: ANAP, 2016. p. 205-218.

ROCHA, R. R. de A.; ROCHA, P. C. Sistemas rio-planície de inundação: geomorfologia e conectividade hidrodinâmica. **Revista Tópos**, [s. l.], v.1, n. 2, p. 81-112, 2007.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo**. São Paulo: DG-FFLCH-USP, IPT, FAPESP, 1997.

SÃO PAULO (estado). **Lei nº 9.034, de 27 de dezembro de 1994**. Dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos – 94/95. Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. Departamento de Águas e Energia Elétrica. Legislação de Recursos Hídricos – Consolidação 1987-2001. São Paulo: DAEE, 2002.

SÃO PAULO (estado). **Decreto nº 10755, de 22 de novembro de 1977**. Dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água receptores na classificação prevista no Decreto n. 8.468, de 8 de setembro de 1976, e dá providências correlatas. São Paulo: DAEE, 1977. Disponível em: http://www.daee.sp.gov.br/legislacao/arquivos/835/decreto_10755.pdf. Acesso em: 05 de maio de 2017.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES FLORESTAIS DO ESTADO DE SÃO PAULO – SIFESP. **Legenda RADAM**. São Paulo, 2017. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/sifesp/legenda-radam/>. Acesso em: 05 de dez. de 2017.

SISTEMA INTEGRADO DE GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO – SigRH. **Apresentação**. [S.l : s. n.], 2017. Disponível em: <http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/enquadramento-dos-corpos-hidricos-mapas-tematicos/>. Acesso em: 05 maio 2017.

TUCCI, C. E. M.; MENDES, C. A. **Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica**. Brasília: MMA, 2006.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 632 p.

VALENTIN, J. L. **Ecologia numérica**: uma introdução a análise multivariada de dados ecológicos. Rio de Janeiro: Interciências, 2000.

VANNOTE, R. L.; MINSHALL, G. W.; CUMMINS, K. W.; SEDELL, J. R. CUSHING, C. E.. The river continuum concept. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, [s. l.], v. 37, p. 130-137, 1980.

VICINI, L. **Análise multivariada da teoria à prática**. Santa Maria: UFSM, 2005.

VON SPERLING, N. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. UFMG, 1996.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.