

MAYARA BERTHOUD MARQUES
RAFAELA PRANDINA IANNONE

**Análise do potencial de inundação pela contribuição do assoreamento do
Rio Paraíba do Sul no trecho do município de Guaratinguetá-SP**

Mayara Berthoud Marques

Rafaela Prandina Iannone

**Análise do potencial de inundação pela contribuição do assoreamento do
Rio Paraíba do Sul no trecho do município de Guaratinguetá-SP**

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Clemente Vieira
Rêgo da Silva

M357a	Marques, Mayara Berthoud Análise do potencial de inundação pela contribuição do assoreamento do rio Paraíba do Sul no trecho do município de Guaratinguetá-SP / Mayara Berthoud Marques e Rafaela Prandina Iannone – Guaratinguetá, 2018. 66 f. : il. Bibliografia : f. 62 Trabalho de Graduação em Engenharia Civil – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2018. Orientador: Prof. Dr. Daniel Clemente Vieira Rêgo da Silva 1. Sedimentação e depósitos. 2. Solos - Inundação. 3. Urbanização .I. Iannone, Rafaela Prandina II.Título CDU 627.81
-------	---

Pâmella Benevides Gonçalves
Bibliotecária/CRB-8/9203



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
CAMPUS DE GUARATINGUETÁ

Mayara Berthoud Marques
Rafaela Prandina Iannone

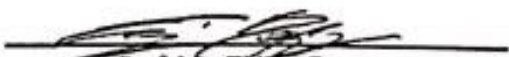
ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO PARTE DO
REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE "GRADUANDO EM
ENGENHARIA CIVIL"

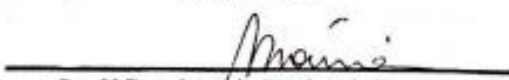
APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE GRADUAÇÃO
EM ENGENHARIA CIVIL


Prof.ª Dra. Marcia Regina de Freitas
Coordenadora

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. Daniel Clemente Vieira Rêgo da Silva
Orientador/UNIFESSPA


Prof. Me. Thiago Bazzan
UNESP-FEG


Prof.ª Dra. Marcia Regina de Freitas
UNESP-FEG

Novembro de 2018

DADOS CURRICULARES

MAYARA BERTHOUD MARQUES

NASCIMENTO 14.04.1994 – SINOP / MT

FILIAÇÃO Adeclecy Ferreira Marques Junior
Celina Mara Berthoud

2012/2018 Curso de Graduação em Engenharia Civil
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
Campus de Guaratinguetá

RAFAELA PRANDINA IANNONE

NASCIMENTO 29.03.1996 – SÃO PAULO / SP

FILIAÇÃO Paulo Henrique Rentroia Iannone
Fernanda Prandina

2012/2018 Curso de Graduação em Engenharia Civil
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
Campus de Guaratinguetá

Aos nossos pais, que nos deram todo o suporte necessário para trilharmos um caminho de sucesso e incentivo para que sempre fôssemos atrás dos nossos sonhos e daquilo que acreditamos.

AGRADECIMENTOS

A nossa família, pelo carinho, confiança e por serem persistentes em possibilitar que tivéssemos um ensino de qualidade que hoje faz com que atinjamos os nossos objetivos.

Ao membro externo, Prof. Dr. Daniel Clemente Vieira Rêgo da Silva, pela oportunidade de estudar o tema proposto, pela paciência, auxílio e persistência para chegarmos à conclusão deste trabalho.

A nossa orientadora Prof.^a Dr.^a Marcia Regina de Freitas, pelo incentivo e auxílio necessários para a conclusão deste trabalho.

Ao Prof. Me. Thiago Bazzan, por toda a disponibilidade e auxílio cedidos na coleta das informações referentes ao sensoriamento remoto do trecho estudado.

Ao Prof. Dr. Paulo Valladares Soares e demais funcionários do Departamento de Engenharia Civil, por todo o suporte referente à utilização dos laboratórios e seus equipamentos.

Aos funcionários da Secretaria do Meio Ambiente e moradores entrevistados de Guaratinguetá, pela disposição em ajudar e pelas informações cedidas, que foram fundamentais para a elaboração deste trabalho.

E, em agradecimento final, a todos os nossos amigos que fizemos durante esses anos de graduação, pessoas com as quais passamos alguns dos momentos mais felizes e importantes das nossas vidas. Especialmente à família Tá-mar, pela amizade, carinho, aprendizados e tantas histórias que jamais iremos nos esquecer.

“O futuro dependerá daquilo que fazemos no presente.”

Mahatma Gandhi

RESUMO

Ao longo dos anos, a urbanização trouxe consigo diversos impactos ambientais que influenciam diretamente nas bacias hidrográficas. O aumento dos índices pluviométricos decorrentes desse processo faz com que as cotas fluviométricas dos rios se elevem e contribuam para o fenômeno de assoreamento dos rios, tornando mais prováveis as chances de eventos de inundações ocorrerem nas cidades. Devido à falta de infraestrutura, a população que reside em zonas consideradas de risco de inundação no município de Guaratinguetá fica exposta e suscetível a perdas e acontecimentos irreversíveis. Nesse sentido, o estudo das águas do Rio Paraíba do Sul é de extrema importância para que se conheça o potencial de inundação e os riscos das áreas habitacionais próximas às margens. O presente trabalho teve como objetivo compilar informações coletadas na Secretaria do Meio Ambiente de Guaratinguetá e em questionário com moradores, bem como analisar imagens de satélite do LANDSAT 5 através do software *QGIS*. Além disso, foram estudadas as cotas fluviométricas do Rio Paraíba do Sul para que se determinassem os períodos das duas coletas de água que a pesquisa se propôs a realizar. Verificou-se que há maior possibilidade de assoreamento do rio na época de chuva, pois nesse período o valor da concentração de sólidos totais presentes na água excedeu a máxima permitida pela Resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Além disso, concluiu-se que as áreas mais afetadas com as inundações são as de baixa renda, demonstrando a importância de se realizar medidas públicas mitigadoras nos locais.

PALAVRAS-CHAVE: Urbanização. Assoreamento. Inundações. Guaratinguetá. Rio Paraíba do Sul.

ABSTRACT

Urbanization over the years has brought several environmental impacts that directly influence river basins. The increase in the rainfall levels resulting from this process causes the fluvimetric quotas of rivers to rise and contribute to the phenomenon of silting on rivers, making the chances of flood events occurring in cities more likely. Due to the lack of infrastructure, the population who lives in areas with risk of flooding in Guaratinguetá is exposed and susceptible to losses and irreversible events. Following this way of thinking, the study about the Paraíba do Sul River waters is of extreme importance in order to know the flood potential and the risks of the housing areas near the margins. The present work had as objective, compiling information collected at the Guaratinguetá Environmental Department and a questionnaire with residents, as well as analyzing satellite images of LANDSAT 5 through QGIS software. In addition, the fluvimetric quotas of the Paraíba do Sul River were studied in order to determine the periods of the two water collections that the work was proposed to perform. It was verified that there is greater possibility of silting of the river in the rainy season, because in that period the value of total solids concentration present in the water exceeded the maximum allowed by CONAMA Resolution. In addition, it was concluded that the areas most affected by flooding are those with low income, demonstrating the importance of performing public mitigating measures in the localities.

KEYWORDS: Urbanization. Sedimentation. Floods. Guaratinguetá. Paraíba do Sul River.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.....	16
Figura 2 – Município de Guaratinguetá.....	17
Figura 3 – Banco de imagens de satélite do INPE.....	19
Figura 4 – Localização da Estação Fluviométrica de Guaratinguetá.....	20
Figura 5 – Régua limnimétrica de dados hidrometeorológicos de Guaratinguetá.....	21
Figura 6 – Histórico de Precipitação Normal Mensal de Guaratinguetá entre 1941 e 1965	22
Figura 7 – Trecho de estudo do Rio Paraíba do Sul para realização das coletas.....	23
Figura 8 – Detalhe dos pontos coletados (1).....	23
Figura 9 – Detalhe dos pontos coletados (2).....	24
Figura 10 – Detalhe dos pontos coletados (3).....	24
Figura 11 – Materiais utilizados para a coleta das amostras: coletor de metal, balde de plástico e garrafas plásticas.....	25
Figura 12 – Fórmula utilizada no cálculo da concentração de sólidos totais.....	26
Figura 13 – Degradação de área de preservação permanente em Guaratinguetá.....	31
Figura 14 – Vegetação às margens do rio Paraíba do Sul.....	32
Figura 15 – Imagem aérea do trecho de Guaratinguetá-SP, com polinização e classificação da área em 100 metros a partir da altura do ponto de coleta.....	33
Figura 16 – Mapa dos bairros com histórico de inundação em Guaratinguetá segundo a Secretaria do Meio Ambiente.....	36
Figura 17 – Áreas de várzea consideradas propensas a inundações.....	38
Figura 18 – Resultados da primeira pergunta do questionário realizado.....	39
Figura 19 – Resultados da segunda pergunta do questionário realizado.....	39
Figura 20 – Resultados da terceira pergunta do questionário realizado.....	40
Figura 21 – Resultados da quarta pergunta do questionário realizado.....	40
Figura 22 – Resultados da quinta pergunta do questionário realizado.....	41
Figura 23 – Zonas de maior e menor risco de inundação no trecho estudado.....	42
Figura 24 – Imagem de satélite tirada em 10/01/2000.....	48
Figura 25 – Imagem de satélite tirada em 06/02/2010.....	48
Figura 26 – Vista aérea do Município de Guaratinguetá durante a inundação de 2010.....	49
Figura 27 – Composição das imagens no QuantumGis.....	49

Figura 28 – Comparativo da concentração de sólidos totais nos períodos de chuva e de seca.....	54
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Especificações das imagens do satélite LANDSAT-5.....	19
Tabela 2 – Dados da Estação Fluviométrica de Guaratinguetá.....	20
Tabela 3 – Faixa marginal mínima de acordo com a largura do rio.....	29
Tabela 4 – Classe de águas doces.....	35
Tabela 5 – Histórico das imagens do satélite LANDSAT-5 na área de estudo.....	43
Tabela 6– Cotas anuais máximas no período de 1999 a 2010.....	45
Tabela 7 – Cotas anuais máximas das imagens de satélite analisadas.....	50
Tabela 8 – Histórico das imagens do satélite LANDSAT 5 na área de estudo.....	51
Tabela 9 – Dados obtidos das amostras da coleta de julho.....	53
Tabela 10 – Dados obtidos das amostras da coleta de outubro.....	53

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas

APP – Área de Preservação Permanente

CDHU – Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano

CEIVAP – Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul

CEMADEN – Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CPTEC – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos

DGI – Divisão de Geração de Informação do INPE

EEAR – Escola de Especialistas de Aeronáutica

HIDROWEB – Sistema de Informações Hidrológicas

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

LANDSAT – *Land Remote Sensing Satellite*

MNDWI – *Modified Normalized Difference Water Index*

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SNIRH – Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

UNESP – Universidade Estadual Paulista

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	JUSTIFICATIVA	15
2	OBJETIVOS	16
2.1	OBJETIVO GERAL	16
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3	MATERIAIS E MÉTODOS	17
3.1	ÁREA DE ESTUDO	17
3.2	ANÁLISE DAS ZONAS COM RISCO DE INUNDAÇÃO EM GUARATINGUETÁ	18
3.2.1	Visita à Secretaria do Meio Ambiente de Guaratinguetá	18
3.2.2	Questionário com a população	19
3.2.3	Sensoriamento Remoto de Áreas Inundáveis do Rio Paraíba do Sul	19
3.3	ANÁLISE DO HISTÓRICO FLUVIOMÉTRICO EM GUARATINGUETÁ	20
3.4	COLETAS DAS AMOSTRAS DE ÁGUA NO RIO PARAÍBA DO SUL	22
3.4.1	Análise do Período de Coleta	22
3.4.2	Pontos de Coleta.....	23
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	29
4.1	O ASSOREAMENTO DE RIOS.....	29
4.2	O ASSOREAMENTO E AS INUNDAÇÕES	29
4.3	A URBANIZAÇÃO ACELERADA NO BRASIL	30
4.4	ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL NO BRASIL	30
4.5	INFLUÊNCIA DO USO DA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NA PREVENÇÃO AO RISCO DE INUNDAÇÃO	32
4.6	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL NA REGIÃO DE GUARATINGUETÁ	33
4.7	RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005	36
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
5.1	VISITA À SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DE GUARATINGUETÁ	39
5.2	QUESTIONÁRIO COM A POPULAÇÃO.....	41
5.3	SENSORIAMENTO REMOTO DAS ÁREAS INUNDÁVEIS DO RIO PARAÍBA DO SUL.....	45
5.4	HISTÓRICO FLUVIOMÉTRICO EM GUARATINGUETÁ	53
5.5	CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS TOTAIS	55

6	CONCLUSÃO.....	59
	REFERÊNCIAS.....	61
	APÊNDICE A – ENTREVISTA COM FUNCIONÁRIOS DA SECRETARIA DO	
	MEIO AMBIENTE DE GUARATINGUETÁ – SP	66
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO AOS MORADORES DE GUARATINGUETÁ	
		67
	APÊNDICE C – TABELA DE RESULTADOS DA 1ª COLETA.....	68
	APÊNDICE D – TABELA DE RESULTADOS DA 2ª COLETA.....	70
	ANEXO A – TABELA DOS LIMITES DE CLASSE DOS PARÂMETROS	
	MONITORADOS, SEGUNDO A RESOLUÇÃO CONAMA 357/05.....	72

1 INTRODUÇÃO

A urbanização pode causar diversos impactos ambientais sobre a bacia onde se encontra, os quais ocorrem devido ao aumento da produção de sedimentos, degradação da qualidade da água e contaminação dos aquíferos (FILHO; SLÉZIGA; ENOMOTO, 2000). De acordo com Luchini (2000), o Rio Paraíba do Sul vem sendo ameaçado pelo desmatamento, pela devastação da mata ciliar, pela extração de areia para a construção civil, entre outros fatores.

A região que compreende o Vale do Paraíba, principalmente entre o Rio Paraíba do Sul e a rodovia Presidente Dutra, é uma das mais críticas quanto à ocorrência de erosão acelerada, com muitas ravinas e voçorocas ao longo das íngremes encostas cobertas por ralas pastagens (MARENGO; ALVES, 2005).

Com o aumento da urbanização, aumentam os eventos pluviométricos intensos na cidade. Segundo Souza (2015), no período de chuvas intensas há um incremento do escoamento superficial das encostas, aumentando o assoreamento fluvial, o risco de transbordamento dos rios e, conseqüentemente, a inundação da região urbana.

Esse problema é percebido de forma diferenciada pelas comunidades atingidas, o que influencia as ações a serem implementadas nestas áreas (ZANELLA, 2003). Nota-se que os aspectos vivenciados e percebidos pela população das áreas de risco são muitas vezes negligenciados e, na maioria dos casos, faltam intervenções públicas que auxiliem os moradores afetados em relação à temática das inundações. Muitas dessas ocorrências, apesar de serem atribuídas a eventos chuvosos extremos, poderiam ser evitadas por meio de planejamento, estudos e execução de ações socioambientais apropriadas (CARVALHO et al., 2014, p.1).

1.1 JUSTIFICATIVA

Justifica-se este trabalho pela problemática de inundações no Rio Paraíba do Sul e pelo entendimento de como este fenômeno afeta a qualidade de vida da população que vive no município de Guaratinguetá-SP.

Ao analisar os padrões pluviométricos que ocorrem nesta cidade e as condições físicas do rio em questão relacionadas ao processo de assoreamento, torna-se possível compreender quais as áreas de risco que devem ser priorizadas e necessitam de intervenções públicas.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar o potencial de entrada de material sedimentável no trecho do Rio Paraíba do Sul que passa pela área urbana de Guaratinguetá e as potenciais áreas de risco de inundação na cidade.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

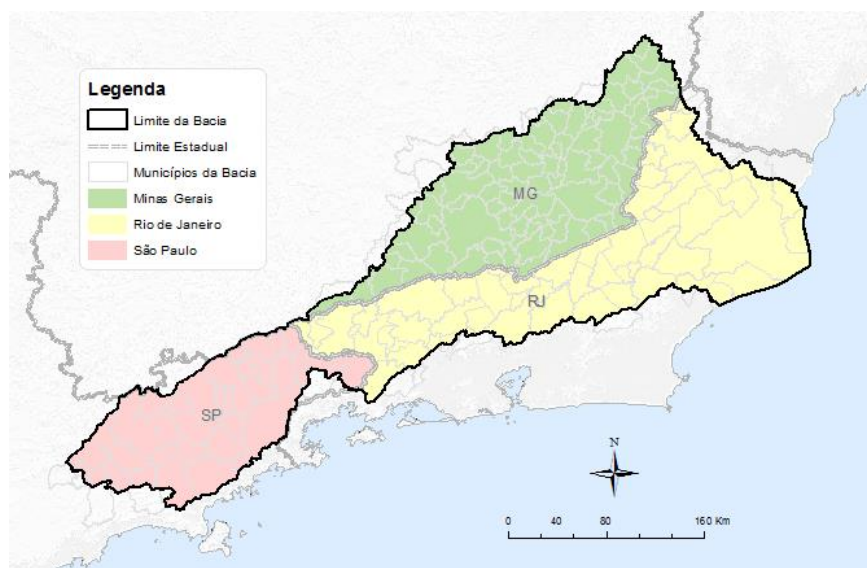
- Analisar as zonas de Guaratinguetá com riscos de inundação por meio de dados coletados em entrevista na Secretaria do Meio Ambiente, de questionário com a população que vive acerca do rio e do sensoriamento remoto da área que abrange o Rio Paraíba do Sul no trecho em questão;
- Verificar as cotas fluviométricas máximas em Guaratinguetá;
- Coletar amostras da margem do Rio Paraíba do Sul em dois períodos distintos, a fim de se analisar a concentração de sólidos totais na água.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul estende-se por territórios pertencentes a três Estados da Região Sudeste conforme mostrado na Figura 1, cuja rede de drenagem ocupa uma área de aproximadamente 57.000 km²: São Paulo (13.605 km²), Rio de Janeiro (22.600 km²) e Minas Gerais (20.500 km²). O rio Paraíba do Sul é utilizado para fins domésticos e industriais, não só como fonte de abastecimento, mas, também, como receptor de efluentes. No seu curso natural, o rio Paraíba do Sul, em território paulista, é ladeado pelas Serras do Mar e Mantiqueira. Após sua formação, pela união dos rios Paraitinga e Paraibuna, passa por todo o Vale do Paraíba e adentra o Estado do Rio de Janeiro, onde deságua no Oceano Atlântico, em São João da Barra, depois de ter percorrido 1.180 km (AMORIM; FERREIRA, 2000).

Figura 1 – Mapa da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul



Fonte: CEIVAP (2009).

O município de Guaratinguetá-SP está localizado na região do Vale do Paraíba, Estado de São Paulo, entre as coordenadas 22°48'6,48" Sul e 45°11'18,24" Oeste, com uma população aproximada de 112.072 habitantes e densidade demográfica de 148,91 hab/km² (IBGE, 2010). Conforme mostrado na Figura 2, o município encontra-se entre as cidades de Lorena-SP e Aparecida-SP.

Figura 2 – Município de Guaratinguetá



Fonte: Google Maps (2018).

3.2 ANÁLISE DAS ZONAS COM RISCO DE INUNDAÇÃO EM GUARATINGUETÁ

3.2.1 Visita à Secretaria do Meio Ambiente de Guaratinguetá

Em visita à Secretaria do Meio Ambiente do Município de Guaratinguetá, no dia 24 de abril de 2018, foram abordados os seguintes tópicos conforme as questões descritas no APÊNDICE A:

- Histórico de inundações;
- Locais mais críticos situados no trecho em que o Rio corta a cidade;
- Períodos de maior estiagem e chuva;
- Busca por estudos relacionados ao tema;
- Existência de medidas de reflorestamento na margem do Rio;
- Aplicação de sensoriamento remoto na região;
- Existência de projetos relacionados às inundações.

3.2.2 Questionário com a população

Nos meses de julho a outubro de 2018, foi realizado um questionário com uma amostra de setenta moradores ($n = 70$) de Guaratinguetá-SP que vivem próximos ao Rio Paraíba do Sul com o intuito de averiguar as regiões mais afetadas com as inundações.

A elaboração do questionário foi feita com o objetivo de compreender a realidade dos moradores que vivem nos bairros próximos às margens do rio. Conforme mostrado no APÊNDICE B, o questionário possui cinco perguntas.

A primeira questão teve como objetivo verificar há quanto tempo cada entrevistado vive na região para que, desta forma, fosse possível mensurar a relevância das demais questões respondidas pelo morador.

As questões 2, 3 e 4 referem-se a possíveis situações de inundação vivenciadas pelo morador ou por alguém conhecido que vive em Guaratinguetá.

Por fim, a última questão foi elaborada com o objetivo de compreender a opinião do entrevistado em relação aos riscos que o tema representa à população de Guaratinguetá.

3.2.3 Sensoriamento Remoto de Áreas Inundáveis do Rio Paraíba do Sul

A análise das imagens de satélite de sensoriamento remoto da região que contempla o Rio Paraíba do Sul, no trecho de Guaratinguetá, foi necessária para a elaboração do mapeamento das áreas de risco de inundação atualmente existentes no local, e posteriormente correlacionada ao histórico de inundações, com o objetivo de se definir as áreas com maior propensão ao fenômeno.

Para este objetivo foram utilizados dados sobre o histórico de inundações ocorridos entre 1999 e 2011, sendo fundamental a interpretação de imagens do satélite LAND REMOTE SENSING SATELLITE 5 (LANDSAT-5), as quais foram obtidas mediante consulta ao banco de imagens da Divisão de Geração de Informação (DGI) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), por meio do endereço eletrônico <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>, conforme a Figura 3.

Figura 3 – Banco de imagens de satélite do INPE

Fonte: INPE (2018).

Foram selecionadas as imagens com intervalo de tempo de setembro de 1999 até abril de 2010, provenientes do LANDSAT-5, cujos detalhes técnicos estão descritos nas Tabelas 1.

Tabela 1 – Especificações das imagens do satélite LANDSAT-5

Satélite	Sensor	Órbita-Ponto	Resolução espacial (m)	Fonte
LANDSAT-5	TM	218-076	30	INPE
LANDSAT-5	TM	218-076	30	INPE

Fonte: Produção do próprio autor (2018).

3.3 ANÁLISE DO HISTÓRICO FLUVIOMÉTRICO EM GUARATINGUETÁ

Os dados hidrológicos utilizados neste trabalho contemplam informações obtidas no Sistema de Informações Hidrológicas (HidroWeb) da Agência Nacional de Águas (ANA),

além da análise de dados coletados pela Estação Fluviométrica de Guaratinguetá, cujos detalhes técnicos são descritos na Tabela 2:

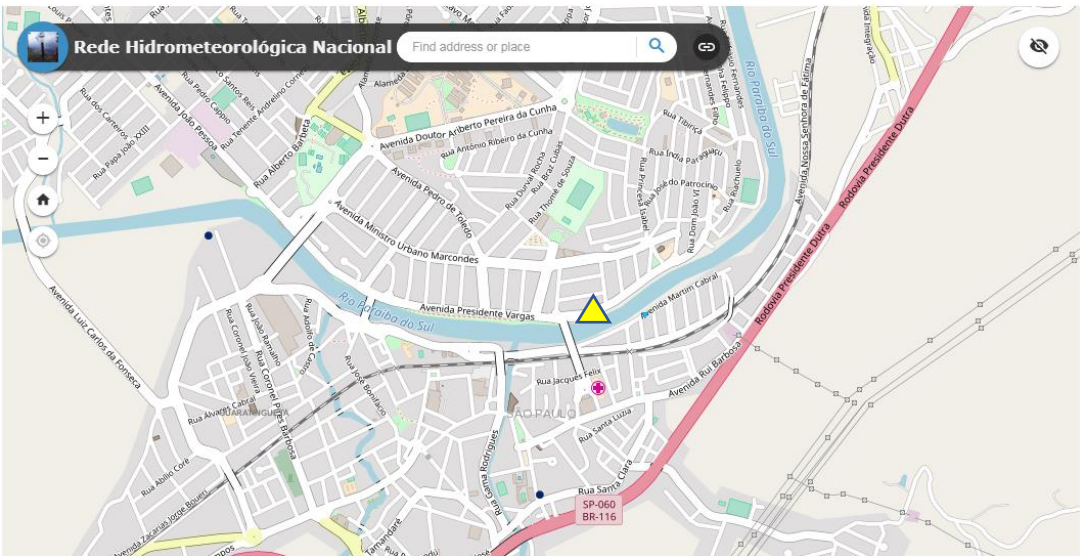
Tabela 2 – Dados da Estação Fluviométrica de Guaratinguetá

Código	58204000
Nome Estação	GUARATINGUETÁ
Bacia	5 – ATLÂNTICO, TRECHO LESTE
SubBacia	58 – RIO PARAÍBA DO SUL
Rio	RIO PARAÍBA DO SUL
Estado	SÃO PAULO
Município	GUARATINGUETÁ
Responsável	ANA
Operadora	CPRM
Latitude	S 22° 48' 42.84"
Longitude	W 45° 10' 57.00"
Altitude (m)	520.0
Área de Drenagem (Km²)	10800.0

Fonte: HidroWeb ANA (2018).

A régua limnimétrica da estação fluviométrica pode ser mapeada pela Figura 4, sendo representada pelo triângulo amarelo presente no mapa. Se encontra em um lugar de fácil acesso, tendo sido inclusive utilizada como um dos pontos das coletas nessa margem do rio.

Figura 4 – Localização da Estação Fluviométrica de Guaratinguetá



Fonte: Adaptado de HidroWeb ANA (2018).

A Figura 5 apresenta detalhes da situação atual da régua limnimétrica, a qual serviu de objeto de estudo para análise do histórico fluviométrico do trecho do Rio Paraíba do Sul estudado neste trabalho.

Figura 5 - Régua limnimétrica de dados hidrometeorológicos de Guaratinguetá



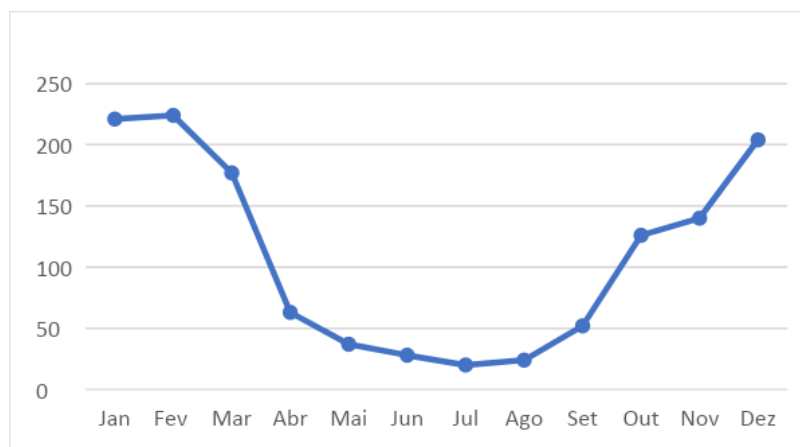
Fonte: Produção do próprio autor (2018).

3.4 COLETAS DAS AMOSTRAS DE ÁGUA NO RIO PARAÍBA DO SUL

3.4.1 Análise do Período de Coleta

Com o intuito de se obter uma análise aprofundada da concentração dos sólidos totais presentes no Rio Paraíba do Sul, foram feitas duas coletas em diferentes períodos de 2018. Baseando-se no histórico de precipitação da região (Figura 6), optou-se pelos meses de julho e outubro para a realização das coletas, pois representam cenários de seca e chuva, respectivamente.

Figura 6 – Histórico de Precipitação Normal Mensal de Guaratinguetá entre 1941 e 1965



Fonte: Adaptado de Embrapa/DAEE (2018).

Pode-se observar que o histórico de maior precipitação entre os anos de 1941 e 1965 ocorreu no mês de fevereiro, com 224 mm, e a menor precipitação ocorreu no mês de julho, com apenas 20 mm. O Mapa Interativo da Rede Observacional para Monitoramento de Risco de Desastres Naturais do CEMADEN (Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais) apresenta registros diários e mensais do histórico de precipitação de Guaratinguetá. Assim, pode-se comparar a precipitação de 35,13 mm em julho de 2018 com o histórico da Figura 6, de 25 mm, mostrando que a variação é pequena ao longo dos anos. Em comparação com o histórico de precipitação dos meses de agosto, setembro e outubro de 2018, houve um aumento significativo no índice de precipitação em relação ao período entre os anos de 1941 e 1965, sendo 170,63 mm no mês de agosto de 2018, 144,02 mm no mês de setembro de 2018 e 398,44 mm no mês de outubro de 2018. Apesar do aumento da precipitação nos meses de agosto a outubro de 2018 em relação à Figura 6, os meses de maior precipitação do ano continuam os mesmos. Enquanto isso, houve um aumento da precipitação no mês de julho, porém, ainda se trata do mês com menor potencial de precipitação ao longo dos anos analisados. Ao longo de todo o mês de outubro de 2018 houve muitas chuvas fortes, segundo relato da Defesa Civil, o qual registrou uma chuva de 11 mm no dia 03 de outubro de 2018, o que justifica o aumento da precipitação deste ano em relação ao histórico analisado.

3.4.2 Pontos de Coleta

Em ambos os meses escolhidos, foram coletadas amostras referentes a vinte pontos (n=20) ao longo do Rio Paraíba do Sul, sendo 10 em cada margem. Em cada ponto foram coletadas três amostras (n=3), de modo a garantir uma maior precisão dos resultados a serem obtidos. A Figura 7 aponta o trecho de estudo:

Figura 7 - Trecho de estudo do Rio Paraíba do Sul para realização das coletas



Fonte: Adaptado de Google Maps (2018).

Para a escolha dos pontos, optou-se por distribuí-los com distâncias similares entre si de maneira que estivessem distribuídos do início ao fim do trecho estudado, conforme mostram as Figuras 8, 9 e 10:

Figura 8 - Detalhe dos pontos coletados (1)



Fonte: Adaptado de Google Maps (2018).

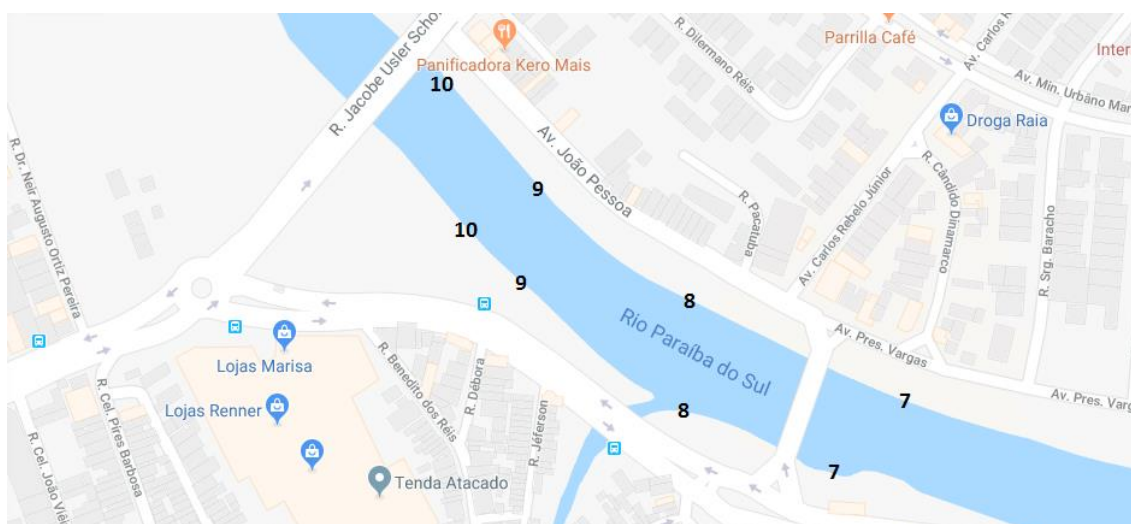
Foram escolhidas as datas para as coletas nos dias 30 de julho e 08 de outubro, ambas em 2018.

Figura 9 - Detalhe dos pontos coletados (2)



Fonte: Adaptado de Google Maps (2018).

Figura 10 - Detalhe dos pontos coletados (3)



Fonte: Adaptado de Google Maps (2018).

A metodologia utilizada para a análise dos sólidos totais foi a descrita por Wetzel Likens (1991) no Protocolo de Sólidos Totais. Para a realização de cada coleta foram executadas três etapas: preparação dos materiais, coleta em campo e análise em laboratório. As etapas de preparação e análise foram realizadas no laboratório do departamento de Engenharia Civil da UNESP no campus de Guaratinguetá.

Na preparação em laboratório, foram lavadas sessenta garrafas de plástico com água deionizada que, posteriormente, foram enumeradas com caneta permanente. Sessenta béqueres de 500 ml foram separados, lavados, enumerados e pesados para que fossem utilizados após a coleta. O coletor utilizado para a captação de água foi previamente lavado e vedado com fita isolante nos locais dos furos que este possui para que não vazasse água no momento da coleta.

Na etapa das coletas foram utilizados os seguintes materiais:

- Garrafas plásticas de 500ml;
- Coletor de metal;
- Balde de plástico;

A Figura 11 mostra três garrafas, o coletor e o balde no momento da coleta do primeiro ponto a ser analisado.

Figura 11 - Materiais utilizados para a coleta das amostras: coletor de metal, balde de plástico e garrafas plásticas



Fonte: Produção do próprio autor (2018).

Nesta etapa tomou-se o cuidado de preencher as garrafas em sua totalidade, pois o protocolo utilizado propõe que as amostras coletadas, em cada ponto, contenham um volume de 200 ml.

Por fim, na última etapa foram realizadas as medições em laboratório. Segundo o protocolo, a concentração de sólidos totais pode ser calculada por meio da relação entre o peso do béquer seco e do béquer depois da secagem dos 200 ml de amostra na estufa, conforme mostra a Figura 12.

Figura 12 - Fórmula utilizada no cálculo da concentração de sólidos totais

Cálculo

$$(P2-P1) / V \cdot 1000$$

Onde:

P1: peso do béquer seco em estufa sem a amostra

P2: peso do béquer seco em estufa com amostra

V: volume da amostra utilizado para evaporação

Fonte: Protocolo de Sólidos Totais, segundo Wetzel Likens (1991).

Foram utilizados nesta etapa os seguintes materiais:

- Béqueres;
- Balança;
- Estufa;
- Termômetro.

Foram inseridos 200 ml de cada amostra nos béqueres já enumerados e a estufa foi pré-aquecida a uma temperatura de 170°C conforme o protocolo, o qual prevê uma temperatura entre 105°C e 180°C. Então, colocou-se todos os béqueres na estufa e, após 22 horas, foram retirados já com toda a água evaporada. Aguardou-se, então, o resfriamento das amostras para que pudessem ser pesadas novamente. A partir dos valores encontrados na pesagem dos béqueres, na primeira e na terceira etapa, obtiveram-se as concentrações dos sólidos totais de cada uma delas.

Em ambas as pesagens realizadas nas etapas de preparação e análise em laboratório utilizou-se tara zero.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 O ASSOREAMENTO DE RIOS

Assoreamento é o processo de elevação de uma superfície por deposição de sedimentos. O assoreamento dos rios tem como principal causa o desmatamento da mata ciliar que ocupa as margens dos rios e lagos. As matas ciliares funcionam como filtros, retendo restos de agrotóxicos poluentes e sedimentos que seriam transportados para o curso de água, afetando diretamente a quantidade e a qualidade da água e, conseqüentemente, a fauna aquática e a população humana (MARTINS; DIAS, 2001).

Santos et. al. (2008) conclui que a mata ciliar reduz os níveis de erosão e sedimentação que representam uma séria ameaça aos recursos hídricos da água no país, sendo levados e concentrados os sedimentos para os leitos dos rios. Avaliar os impactos ambientais, as especificidades locais e a dinâmica do território são fatores condicionantes para a preservação desta área e mitigar problemas ocasionados pela pressão antrópica sobre as matas ciliares.

O processo de assoreamento demonstra-se como sendo natural, sobretudo, em áreas estuarinas e de baía. As atividades antrópicas podem desequilibrar a dinâmica natural, reduzindo a vazão dos cursos d'água ou ampliado a quantidade de sedimentos a serem transportados. Nestas condições o processo de assoreamento pode ser consideravelmente acelerado (PAULA, 2006).

4.2 O ASSOREAMENTO E AS INUNDAÇÕES

Os eventos de inundações ocorrem principalmente por frequência de ações antrópicas e falta de planejamento na ocupação do solo, ações que resultam na compactação e impermeabilização do solo. A pavimentação de ruas, construção de calçadas e edificações também contribuem para a ocorrência do fenômeno, pois reduzem a superfície de infiltração e de solo exposto. Em geral, as ações antrópicas concentram, por consequência, o escoamento de águas ao mesmo tempo em que provocam o assoreamento de rios. Resulta daí o acúmulo de detritos em galerias pluviais, canais de drenagem e cursos d'água.

As inundações em áreas urbanas são consequência de dois processos, que ocorrem isoladamente ou de forma integrada: *enchentes em áreas ribeirinhas*, fenômenos naturais que atingem a população que ocupa os leitos de rios por falta de planejamento do uso do solo, e *urbanização* (TUCCI, 2010).

4.3 A URBANIZAÇÃO ACELERADA NO BRASIL

As mudanças antrópicas realizadas na cobertura vegetal e nas formas de uso do solo urbano das bacias hidrográficas contidas nas grandes metrópoles influenciam diretamente os regimes hidrológicos, hidráulicos, sedimentológicos e de qualidade das suas águas superficiais (ARAÚJO, 2000).

Segundo Tucci e Collischonn (2002), o desenvolvimento urbano brasileiro tem produzido aumento significativo na frequência das inundações, na produção de sedimentos e na deterioração da qualidade da água. À medida que a cidade se urbaniza, em geral, ocorrem impactos indesejáveis sobre a sociedade, como o aumento da produção de sedimentos devido a desproteção das superfícies, produção de lixo e deterioração da qualidade da água.

Durante o desenvolvimento urbano, o aumento da produção de sedimentos da bacia hidrográfica é significativo, devido às construções, limpeza de terrenos para novos loteamentos, construção de ruas, avenidas e rodovias entre outras causas. Em bacias hidrográficas rurais, o cultivo do solo deixa o solo periodicamente exposto, aumentando a produção de sedimentos. A camada superficial do solo tem a estrutura alterada, tornando-se menos resistente à erosão. O mesmo pode ocorrer em bacias urbanas, durante o processo de alteração de uso do solo. Áreas de campos, florestas ou até banhados são ocupadas na periferia das cidades por loteamentos. Tradicionalmente os loteamentos urbanos são precedidos por intensa atividade de retirada da cobertura vegetal, movimentação de volumes de terra e desestruturação da camada superficial de solo.

Em bacias urbanas a alteração de uso do solo é definitiva, pois o solo fica exposto à erosão desde o início do loteamento e até o fim da ocupação. Quando a bacia urbana está completamente ocupada e o solo praticamente impermeabilizado, a produção de sedimentos tende a decrescer.

4.4 ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL NO BRASIL

A Lei de Proteção da Vegetação Nativa, também conhecida como o Novo Código Florestal Brasileiro (12.651/2012), estabeleceu novos critérios sobre a delimitação das Áreas de proteção ambiental brasileiras, em comparação ao antigo Código Florestal (4771/1965).

A nova lei permite que áreas de várzeas, mangues, matas de encostas, topos dos morros e áreas com altitude superior a 1800 metros sejam exploradas para determinadas atividades

econômicas, o que antigamente não era permitido. Com essa alteração, propõe-se reduzir a dimensão das Áreas de Proteção Ambiental no Brasil, o que trouxe preocupação aos movimentos ambientais e pesquisadores engajados na manutenção sustentável dos ecossistemas (CÓDIGO FLORESTAL, Art. 9º 12.651/2012).

Áreas de Proteção Ambiental ou Áreas de Preservação Permanente são formas de vegetação natural destinadas a proteger a fauna e flora locais, e de acordo com o Art. 3º item II da Lei 12.651/2012, da Proteção Vegetal Nativa, podem ser definidos como:

Área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (CÓDIGO FLORESTAL, Art. 9º 12.651/2012).

Em áreas ao entorno de lagos ou lagoas naturais, a largura mínima estimada para preservação permanente é definida separadamente para zonas urbanas e zonas rurais, sendo em zona rural a faixa marginal mínima de proteção de 100 metros e em zona urbana a faixa marginal mínima de proteção de 30 metros.

Consideram-se áreas de preservação permanente as faixas ao entorno de qualquer curso d'água, com medição inicial a partir do ponto da calha do leito regular, com largura mínima apresentada na Tabela 3:

Tabela 3 – Faixa marginal mínima de acordo com a largura do rio

Largura L do rio (m)	Faixa marginal mínima de proteção (m)
L < 10	30
10 < L ≤ 50	50
50 < L ≤ 200	100
200 < L ≤ 600	200
L > 600	500

Fonte: Código Florestal (2012).

4.5 INFLUÊNCIA DO USO DA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NA PREVENÇÃO AO RISCO DE INUNDAÇÃO

As Áreas de Preservação Permanente (APP) possuem uma frequência elevada de impactos por todo o Brasil, advindos das diversas atividades humanas, tais como o desmatamento para uso agropecuário ou agrícola, a instalação de redes elétricas e a construção civil. Isso significa que grande parte das APP's se encontram degradadas, e ainda as que são preservadas, sofrem pressão do constante crescimento urbano em suas proximidades e são agravados com a falta de uma fiscalização eficiente (ROSA; BUFFON; KEHL, 2010).

A modificação da vegetação natural marginal ao corpo hídrico, principalmente por ações antrópicas, pode acarretar em eventos negativos para a sociedade local, com a ocorrência de processos de dinâmica de água tais como enchentes, erosões e assoreamento dos rios (GUERRA et al, 1999), podendo destacar:

- Escoamento superficial, enchentes e inundação, devido à eliminação da floresta natural e movimentação de terra;
- Erosão pluvial e transporte de resíduos sólidos, devido à intervenção no regime das águas para agricultura e agropecuária;
- Contaminação da água, devido ao despejo de efluentes domiciliares ou industriais no solo.

Para a delimitação de áreas com permissão para expansão urbana no município de Guaratinguetá, foi criada a Lei Municipal de Uso e Ocupação do Solo, número 1.925 de 22 de outubro de 1986, com atualização do Artigo 6º no complemento de lei número 4.388 de 31 de agosto de 2012, em que as avenidas que ladeiam as margens do Rio Paraíba do Sul, no trecho estudado no trabalho, foram classificadas como pertencentes aos corredores A e B, sendo elas: Avenida Presidente Vargas, Avenida João Pessoa, Avenida Juscelino Kubitschek de Oliveira e Avenida Dr. João Batista Rangel Camargo. Os corredores comerciais A e B, de acordo com a descrição da lei necessitam de recuos entre 5 e 10 metros apenas, e, sendo estes recuos às margens do rio Paraíba do Sul, deveriam ter sido construídos respeitando a Área de Preservação Permanente.

Em reportagem divulgada pelo Jornal Atos em 21 de agosto de 2015, a Companhia de Desenvolvimento de Guaratinguetá (CODESG) foi autuada pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) por degradar uma APP de 700 mil metros quadrados para a realização de um loteamento urbano conforme mostra a Figura 13. Segundo Roberto Pimentel, ambientalista da Organização Não Governamental (ONG) Água “além da

degradação ambiental, estas infrações têm provocado o fomento de inundações em alguns bairros nos períodos chuvosos”.

Figura 13 – Degradação de área de preservação permanente em Guaratinguetá



Fonte: Jornal Atos (2015).

A relação do processo de urbanização precisa coexistir de forma sustentável com as áreas a serem preservadas, para a proteção dos recursos naturais da região no longo prazo, logo, torna-se necessária a administração da gestão ambiental urbana de forma a aplicar os princípios ecológicos no desenho urbano, respeitando a legislação ambiental (ANDRADE et al., 2005).

4.6 ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL NA REGIÃO DE GUARATINGUETÁ

A cobertura vegetal ripária é definida como o corredor ecológico composto por bancos de areia ou de terra os quais se alocam numa faixa junto ao corpo hídrico, ou seja, nas margens dos rios, a qual tem grande importância no transporte de nutrientes e sedimentos (LIMA; ZAKIA, 2000).

A presença da vegetação ripária permite a estabilização da camada de terra que ladeia o rio ou lago, o que contribui para a minimização do escoamento de sedimentos, preservando a qualidade da água nas bacias hidrográficas. Além disso, através de suas copas, equilibra a temperatura do corpo hídrico por meio da absorção da radiação solar, sendo, portanto, essencial para a preservação do ecossistema (GOIS, 2014).

Na imagem da Figura 14 é possível constatar a estreita vegetação arbórea ripária existente nas margens do rio Paraíba do Sul no trecho estudado, sendo parte da área teoricamente destinada à Área de Proteção Ambiental ocupadas por construções devido à intensa urbanização da região, e estão fora da delimitação permitida pelo Código Florestal Brasileiro.

Figura 14 – Vegetação às margens do rio Paraíba do Sul



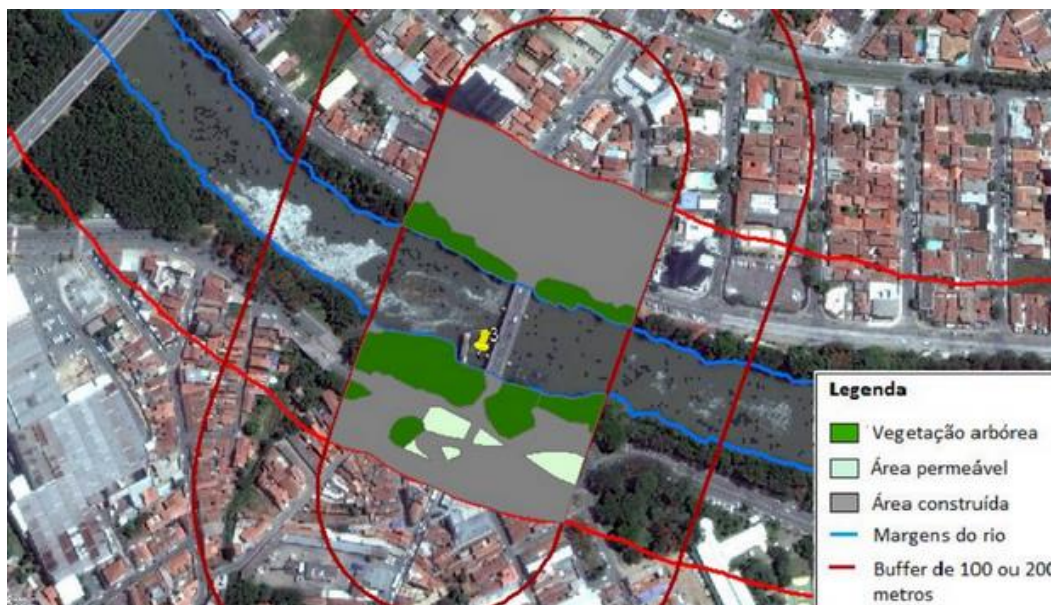
Fonte: Google Earth (2018).

A presença da cobertura de vegetação ripária no trecho do Rio Paraíba do Sul no município de Guaratinguetá foi recentemente analisada pelo método proposto por Andrade e al (2005), o qual faz uso do software ArcGIS, e tem como objetivo mensurar a quantidade desse tipo de vegetação existente nas margens do rio e, posteriormente, sendo comparada ao limite mínimo permitido pelo Código Florestal Brasileiro, como feito em estudo realizado por Damasceno (2018). Este autor conclui que a vegetação ripária existente no local não respeita as normas preestabelecidas. Para tal conclusão, o autor seleciona imagens de satélite da região, as quais foram importadas no ArcGIS para seu georreferenciamento, com inclusão do sistema de coordenadas definido como WGS_1984_UTM_Zone_22S, e, em seguida, realiza a vetorização dos cursos d'água, conforme mostra a Figura 15.

Usando o polígono do rio, foi utilizada a ferramenta *buffer* para ser desenhada uma margem de 100 metros a partir do limite do rio, o que representa a área de preservação permanente apropriada para o caso, conforme o Código Florestal. Foi traçada então uma linha transversal ao curso do rio e, exatamente sobre o ponto de coleta sinalizado, tendo começo em um limite da APP e fim no limite oposto da APP. A partir disso, foram feitos mais dois

buffer's com esta linha, um de 100 e outro de 200 metros. Deste modo, as áreas para análise do projeto estavam devidamente delimitadas (DAMASCENO, 2018).

Figura 15 – Imagem aérea do trecho de Guaratinguetá-SP, com polinização e classificação da área em 100 metros a partir da altura do ponto de coleta



Fonte: Damasceno (2018).

A largura do rio Paraíba do Sul ao longo do trecho utilizado para estudo deste trabalho varia entre 60 e 80m de acordo com a medição realizada no Google Earth (imagens de satélite). Segundo o Código Florestal de 2012, a faixa marginal mínima prevista para um rio da largura mencionada deve ser de 100 metros de proteção. No caso do trecho estudado foi constatado por meio da medição da largura da vegetação ripária que a lei fora desrespeitada, existindo atualmente cerca de 20 a 30 metros de faixa marginal mínima, e apenas parte desse limite com cobertura vegetal ripária preservada, sendo a maior parte da Área de Preservação Permanente utilizada para fins socioeconômicos, como estradas, residências e comércios.

4.7 RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005

A avaliação qualitativa dos recursos hídricos representados pelas amostras de água coletadas neste trabalho nos meses de julho e outubro pode ser realizada pela análise dos resultados obtidos em comparativo com os padrões de qualidade estabelecido por normas.

A regulamentação brasileira para análise da qualidade dos recursos hídricos é representada pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente por meio da Resolução nº 357/2005, a qual define que deve ser realizado o enquadramento de corpos hídricos em classes, levando em consideração o critério da salinidade para que a qualidade da água em estudo esteja compatível com os usos à que forem destinadas, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes na água.

De acordo com o Artigo 2 do Capítulo 1 da Resolução citada, primeiramente são adotadas as definições de águas a seguir:

- I - águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰;
 - II - águas salobras: águas com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰;
 - III - águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30 ‰.
- (Resolução nº 357/2005).

Sendo assim, pode-se classificar o Rio Paraíba do Sul, foco deste trabalho, como pertencente a classe de água doce, com salinidade igual ou inferior a 0,5%. As águas doces pertencentes ao território brasileiro são ainda classificadas segundo a qualidade necessária para seu uso preponderante, sendo cinco possíveis classes descritas no Artigo 4 do Capítulo 2, Seção 1 da Resolução, o qual divide-se em classe especial, classe 1, classe 2, classe 3 e classe 4, conforme descrição a seguir:

- Classe especial: destinada ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
- Classe 1: destinada ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
- Classe 2: destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; 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 à aquicultura e à atividade de pesca.
- Classe 3: destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; à pesca amadora; à recreação de contato secundário; e a dessedentação de animais.
- Classe 4: destinadas à navegação; e à harmonia paisagística.

Sendo a primeira Classe considerada a de melhor qualidade, podendo ser disponibilizada para consumo humano, também para preservação dos ambientes aquáticos em unidade de conservação de proteção integral. Assim como, a última Classe é considerada de pior qualidade, sendo utilizada apenas para navegação e harmonia paisagística. Esta resolução é aplicada a todos os corpos hídricos de água doce, salobra e salina (DAMASCENO, 2018).

A qualidade das águas dos rios é afetada por vários fatores, tais como o uso de produtos industriais e a produção agrícola. Esses fatores podem comprometer o corpo d'água dependendo do tratamento aplicado e sua capacidade de purificação.

Ainda conforme a Resolução CONAMA 357/2005, a análise da concentração de sólidos totais das amostras coletadas, podem ser classificadas por meio dos parâmetros definidos a seguir, extraídos do trecho da Tabela 4:

Tabela 4 – Classe de águas doces

TABELA I - CLASSE I - ÁGUAS DOCES	
PADRÕES	
PARÂMETROS	VALOR MÁXIMO
Clorofila a	10 µg/l
Densidade de cianobactérias	20.000 cel/ml ou 2mm ³
Sólidos dissolvidos totais	500mg/l

Fonte: Resolução nº 357 (2005).

Sendo assim, a análise comparativa da concentração dos sólidos totais presentes nas amostras, as quais representam todo o trecho do Rio Paraíba do Sul estudado, será classificada por meio dos parâmetros monitorados e seus limites previstos na Resolução nº 357/2005, descritos no ANEXO A.

Espaciais de Cachoeira Paulista e *Site* da Defesa Civil de Guaratinguetá. Como não há grandes registros armazenados na Secretaria, a orientação dos entrevistados foi buscar artigos e notícias sobre as inundações em jornais locais.

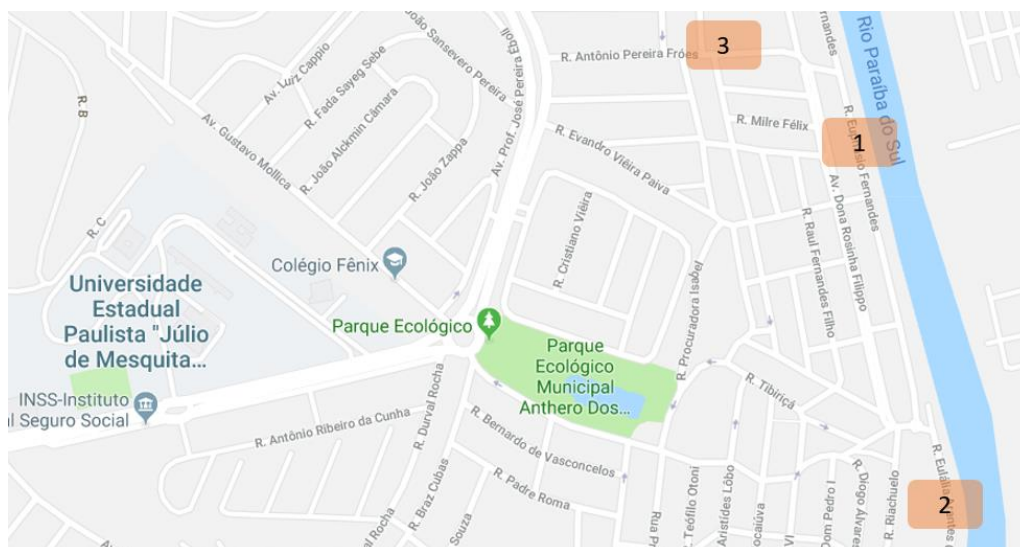
Há uma enorme preocupação com a população ribeirinha que vive às margens do Rio Paraíba que, sem dúvida, é a maior impactada pelo problema. Apesar dos riscos, ainda não havia projetos para retirada da população até o ano de 2019. Ainda em 2018, serão entregues algumas casas do CDHU (Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano) para que algumas dessas famílias saiam das áreas de risco. Essa ação mitigadora para auxiliar a população afetada pelo fenômeno da inundação ainda não é suficiente, pois grande parte das famílias que recebem as casas do CDHU retornam às áreas de risco. Isso acontece porque a concentração de empregos disponíveis no município concentra-se na região central de Guaratinguetá e a população de baixa renda não possui meios de transporte disponíveis para transitar entre o local de trabalho e as novas casas fornecidas, pois estas se localizam numa área afastada da cidade.

Conforme a análise do histórico de precipitação presente na Figura 6 citada anteriormente, pode-se afirmar que os meses com maior e menor índice de precipitação são respectivamente os meses de fevereiro e julho. Segundo relato dos entrevistados e informes da Prefeitura de Guaratinguetá, no período chuvoso são relatados o maior número de ocorrências de inundação do município.

Por fim, os entrevistados citaram algumas áreas em que julgam ser de maior risco por serem áreas de várzea, conforme mostra a Figura 17. Também chamadas de planície de inundação, são áreas naturalmente inundadas durante a cheia de cursos d'água e caracterizam-se pelo revezamento anual entre períodos de seca e cheia (regimes hidrológicos) nessas planícies muito bem marcado (MESSAGE; BAUMGARTNER; SANTOS, 2016). São elas:

- Rua Eulália Arantes Cassinha (2);
- Rua Euphasio Fernandes (1);
- Bairro Beira Rio (3).

Figura 17 – Áreas de várzea consideradas propensas a inundações



Fonte: Adaptado de Google Maps (2018).

Em algumas áreas do município há a realização anual de drenagem urbana, como em Ribeirão dos Motta e São Gonçalo.

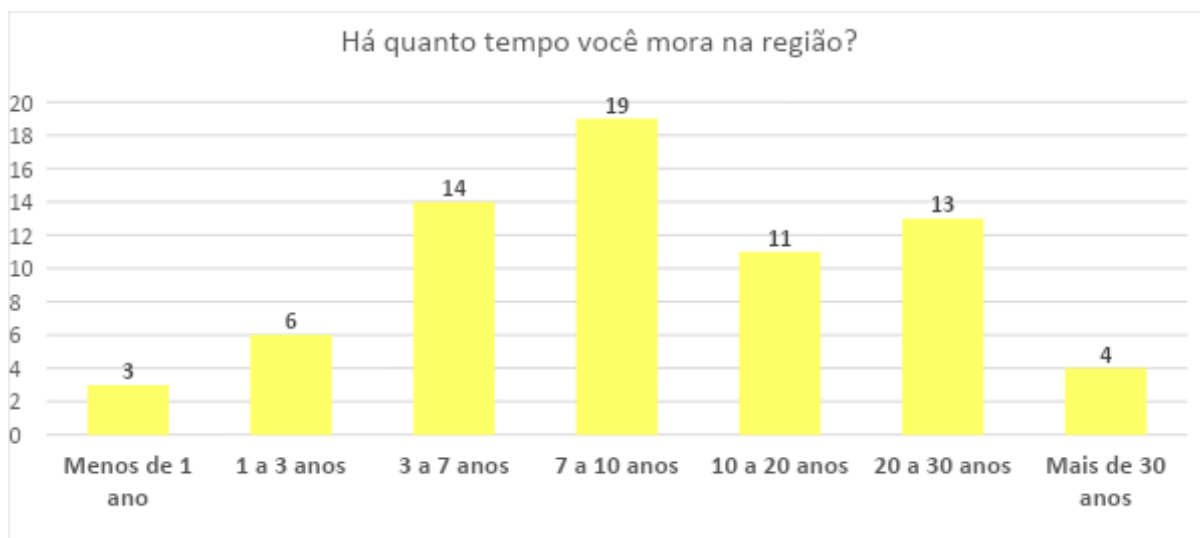
Os entrevistados afirmam que atualmente não há projetos aprovados ou em execução que previnam o fenômeno da inundação ou protejam a população ribeirinha que ali vive, apesar de ser um assunto recorrente nos órgãos públicos do município.

5.2 QUESTIONÁRIO COM A POPULAÇÃO

O critério de escolha dos entrevistados baseou-se no local que estes vivem, ou seja, de acordo com a proximidade de sua residência em relação à margem do Rio Paraíba do Sul. Além disso, preocupou-se em definir uma amostra que se distribuisse ao longo do trecho estudado para que, assim, se obtivessem resultados mais próximos da realidade.

Após a realização do questionário (APÊNDICE A), foi possível obter gráficos informativos conforme mostram as Figuras 18 a 22:

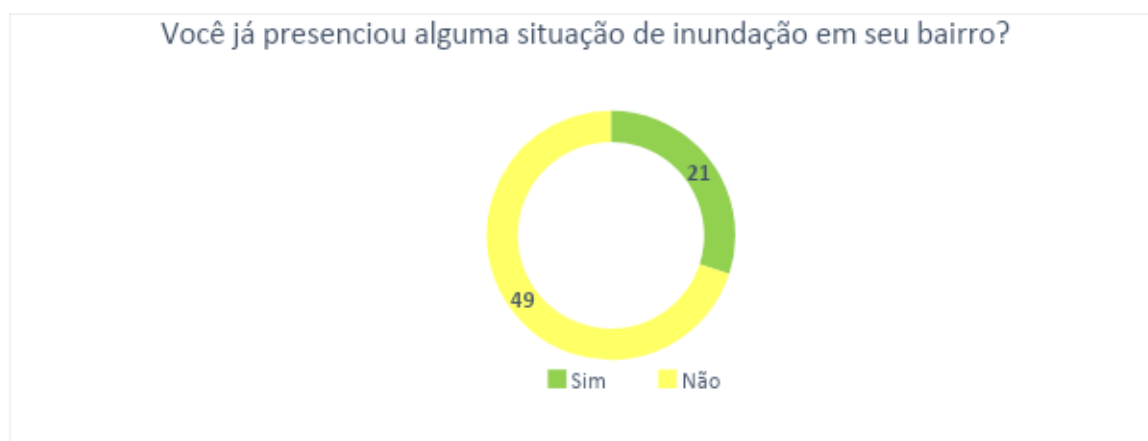
Figura 18 – Resultados da primeira pergunta do questionário realizado



Fonte: Produção do próprio autor (2018).

Os resultados da primeira pergunta do questionário realizado mostram que vinte e cinco das setenta pessoas entrevistadas moram na região há mais de dez anos, sendo que apenas nove pessoas moram na região há menos de três anos.

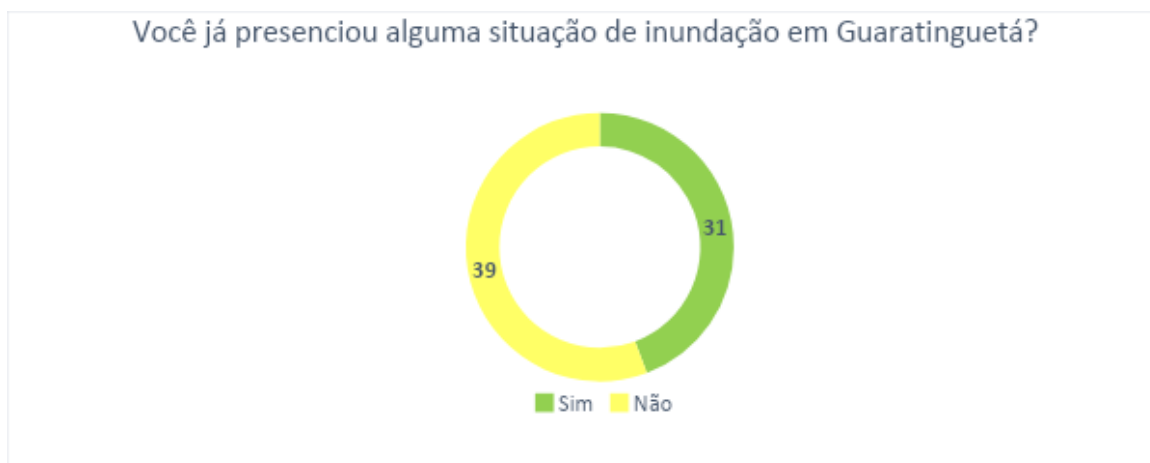
Figura 19 – Resultados da segunda pergunta do questionário realizado



Fonte: Produção do próprio autor (2018).

Os resultados da segunda pergunta do questionário mostram que vinte e um de setenta entrevistados já presenciaram alguma situação de inundação em seu bairro, enquanto quarenta e nove afirmam não terem presenciado esse fenômeno.

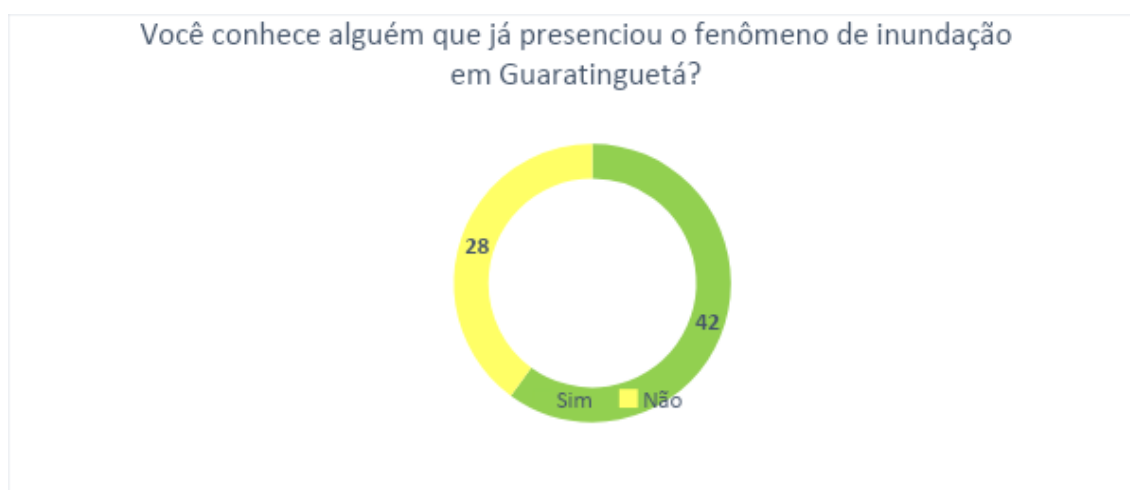
Figura 20 – Resultados da terceira pergunta do questionário realizado



Fonte: Produção do próprio autor (2018).

Os resultados da terceira pergunta do questionário mostram que trinta e um entre os setenta entrevistados já presenciaram alguma situação de inundação em algum local do município de Guaratinguetá, enquanto trinta e nove afirmam que não presenciaram esse fenômeno no município.

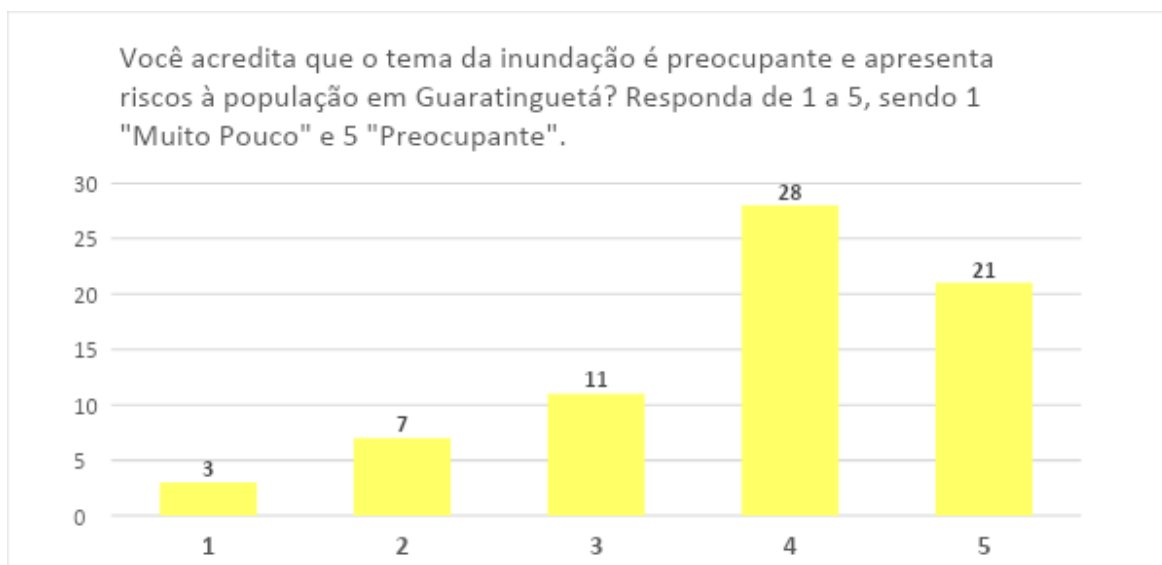
Figura 21 – Resultados da quarta pergunta do questionário realizado



Fonte: Produção do próprio autor (2018).

Os resultados da quarta pergunta do questionário mostram que quarenta e duas pessoas, entre os setenta entrevistados conhecem alguém que já presenciou o fenômeno de inundação em Guaratinguetá, enquanto vinte e oito afirmam que nunca presenciaram esse fenômeno no município.

Figura 22 – Resultados da quinta pergunta do questionário realizado



Fonte: Produção do próprio autor (2018).

Os resultados da quinta pergunta do questionário mostram que vinte e um dos entrevistados acreditam que o tema da inundação é preocupante e pode trazer riscos à população do município de Guaratinguetá.

A partir das respostas do questionário foi possível correlacionar os dados obtidos entre si e, ainda, notar que há uma relação com as informações obtidas na visita à Secretaria do Meio Ambiente. Como os eventos mais relevantes de inundação na cidade de Guaratinguetá ocorreram no período de 1999 a 2010, justifica-se o fato das respostas das questões 1 e 4 serem similares: a amostra de entrevistados que vivem na região de sete a trinta anos totaliza um número de 47, enquanto o número de moradores que conhecem alguém que já presenciou o fenômeno é de 42.

Notou-se também que a população mais afetada é aquela que não possui infraestrutura devido à baixa renda. Na quinta questão foi perguntado a cada morador se em sua opinião o tema das inundações apresentava riscos à população de Guaratinguetá e, dos 10 entrevistados que assinalaram as opções 1 e 2, todos residiam em um local com boas condições de infraestrutura. Apesar disso, muitos dos entrevistados que possuem uma condição adequada de moradia assinalaram as opções 3, 4 e 5, pois alegaram saber dos riscos que a população de baixa renda vive e de casos onde famílias foram bastante impactadas após terem suas casas inundadas.

A partir dos dados obtidos na segunda questão e da observação da infraestrutura das moradias dos entrevistados, chegou-se a uma definição das áreas mais propensas a riscos de

inundações, bem como aos locais que sofreriam maiores impactos ao ocorrer o fenômeno. Na Figura 23 evidencia-se os pontos de maiores e menores riscos e impactos observados:

Figura 23 – Zonas de maior e menor risco de inundação no trecho estudado



Fonte: Adaptado de Google Earth (2018).

A área em vermelho destacada na imagem de satélite acima representa o local com maiores riscos de inundação, possuindo moradias com infraestrutura extremamente precária pois foram construídas sem preparação do terreno e sem uma margem mínima de proteção da vegetação ripária que está presente na margem do rio, não possuindo também nenhum tipo de barragem entre a área úmida e o início das construções. A área amarela representa uma zona que, apesar de ter uma infraestrutura precária, possui uma distância pequena até a margem do rio de cerca de 10 metros. Já a zona azul apresenta menor risco tendo em vista que as casas possuem uma boa infraestrutura, ou seja, apesar de também serem impactadas com o fenômeno da inundação, as consequências de degradação da construção civil existente são menores em relação às consequências sofridas pela inundação em construções precárias. Além disso, existe uma distância maior entre o rio e o início das construções, de cerca de 30 metros entre as casas e a margem do rio, ainda que não esteja de acordo com a distância prevista na Lei nº 1925, de 22 de outubro de 1986 (Lei de Uso e Ocupação do Solo de Guaratinguetá-SP). Vale ressaltar que, mesmo estando fora do trecho estudado, a área destacada em roxo representa uma zona de extremo risco aos moradores.

5.3 SENSORIAMENTO REMOTO DAS ÁREAS INUNDÁVEIS DO RIO PARAÍBA DO SUL

Para a análise do sensoriamento remoto das áreas com potencial de inundação Rio Paraíba do Sul no trecho de Guaratinguetá, escolheu-se uma série de imagens de satélite do

LANDSAT-5 entre os anos de 1999 e 2010, por possuírem manchas de água em sua análise. Posteriormente, fez-se uso do programa Quantum GIS para que pudesse se confirmar áreas propensas à inundação. Este estudo foi realizado por meio da interpretação das bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7 de cada imagem de satélite da Tabela 5, as quais foram escolhidas para análise.

Tabela 5 – Histórico das imagens do satélite LANDSAT-5 na área de estudo

(continua)

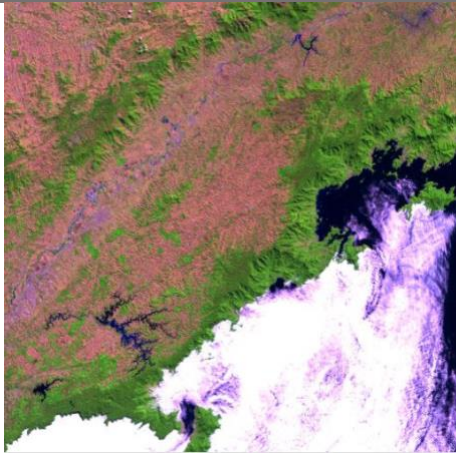
	
04/09/1999	21/08/2000
	
09/09/2001	04/03/2002

Tabela 5 – Histórico das imagens do satélite LANDSAT-5 na área de estudo

(continuação)

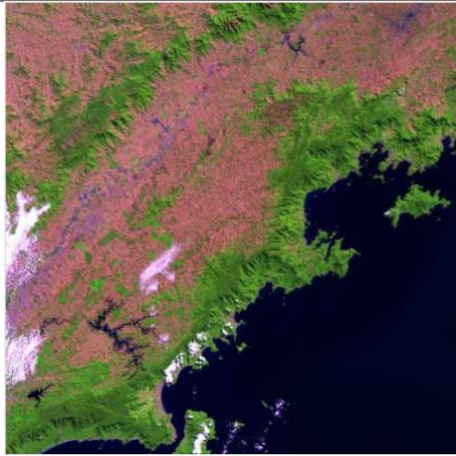
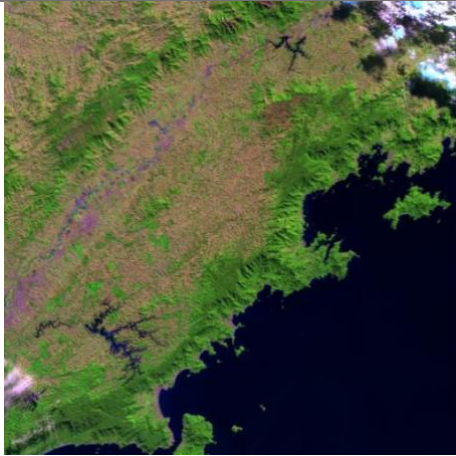
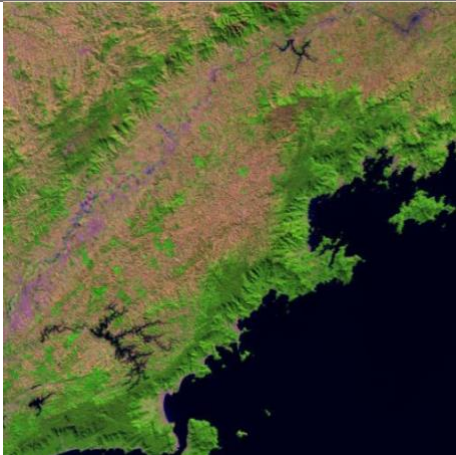
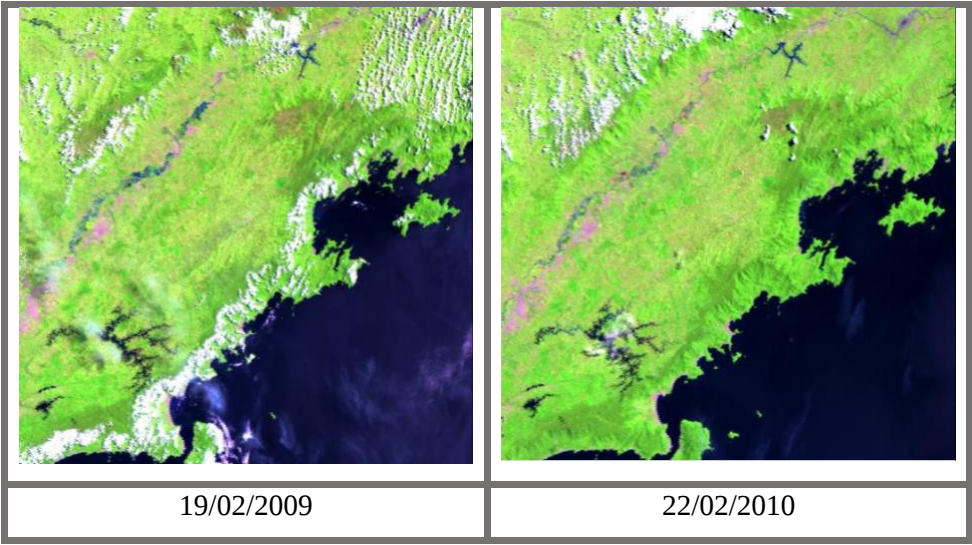
	
14/08/2003	31/07/2004
	
03/08/2005	21/07/2006
	
10/09/2007	12/09/2008

Tabela 5 – Histórico das imagens do satélite LANDSAT-5 na área de estudo
(conclusão)



Fonte: INPE (2018).

A composição utilizada no software QuantumGis foi a composição falsa-cor 3B4G5R, na qual a banda vermelha relaciona-se à banda 5, a banda verde relaciona-se à banda 4 e por fim, a banda azul relaciona-se à banda 3. Essa composição foi escolhida por se tratar da melhor composição para visualização e análise de áreas inundáveis. Por meio da sobreposição das bandas analisadas em cada uma das imagens de satélite acima, pode-se apresentar as imagens de composição falsa-cor, conforme a Tabela 6:

Tabela 6 – Composição das imagens de satélite no software QuantumGis:
(continua)



Tabela 6 – Composição das imagens de satélite no software QuantumGis:

(continuação)

	
09/09/2001	04/03/2002
	
14/08/2003	31/07/2004
	
03/08/2005	21/07/2006

Tabela 6 – Composição das imagens de satélite no software QuantumGis:

(conclusão)

	
10/09/2007	12/09/2008
	
19/02/2009	22/02/2010

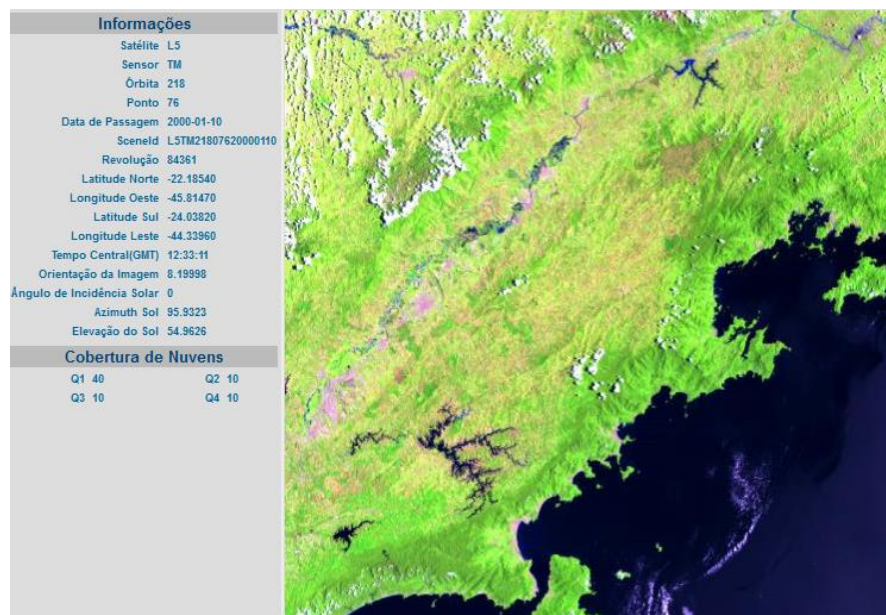
Fonte: QuantumGIS (2018).

A interpretação das imagens de composição falsa-cor apresentadas na Tabela 5 foi realizada de forma qualitativa, com base na presença de água mostrada na imagem e relacionada ao período de chuva ou seca em que a imagem ocorreu. A análise quantitativa poderia ser realizada futuramente por meio da análise do MNDWI nas imagens por meio do QuantumGIS. Dessa forma, a análise qualitativa realizada indicou que há maior propensão de ter ocorrido inundação nas datas a seguir:

- 19/02/2009
- 09/09/2001
- 04/03/2002
- 10/09/2007
- 22/02/2010

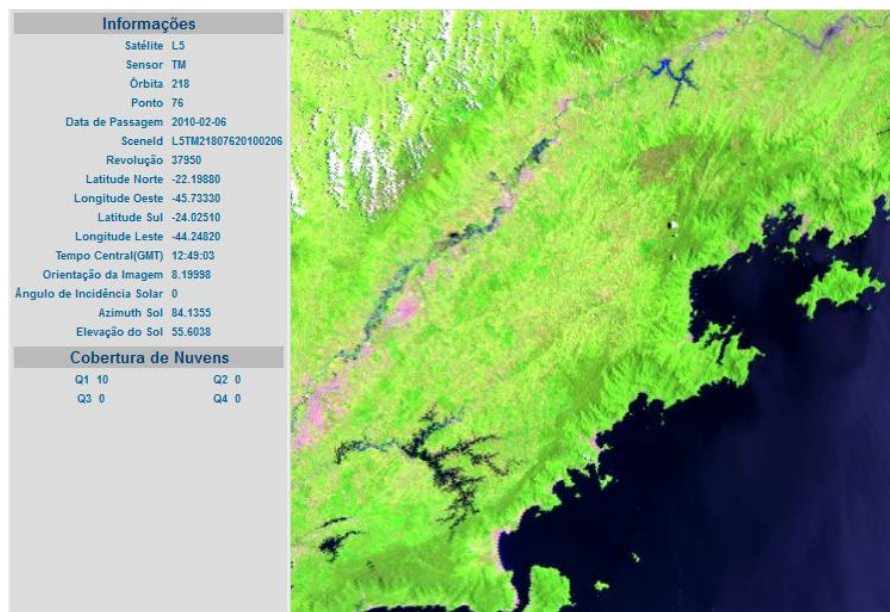
Além da interpretação das imagens de satélite citadas anteriormente, optou-se também pela escolha de duas outras imagens para objeto de estudo do potencial de inundação da região nas datas de 10/01/2000 e de 06/02/2010, pois os relatos sobre o histórico de inundações de acordo com a entrevista realizada a Secretaria do Meio Ambiente e pela realização do questionário com a população citaram episódios de inundações que ocorreram nesses dois anos. Ambas as imagens de satélite do ano de 2000 e 2010 são apresentadas nas Figuras 24 e 25:

Figura 24 – Imagem de satélite tirada em 10/01/2000



Fonte: INPE (2018).

Figura 25 – Imagem de satélite tirada em 06/02/2010



Fonte: INPE (2018).

Fez-se a escolha de duas imagens do LANDSAT 5, as quais indicam sinais característicos de tendência de inundação em datas próximas à passagem do satélite na área estudada. As imagens datam de 10/01/2010 e 06/02/2010, sendo que a última imagem citada enfatiza a inundação que ocorreu no município de Guaratinguetá no início de 2010, conforme a Figura 26:

Figura 26 (a e b): Vista aérea do Município de Guaratinguetá durante a inundação de 2010
(a) em 10/01/2010 e (b) em 06/02/2010



Fonte: Siqueira (2006).

No período analisado foi identificada a ocorrência frequente de inundação por meio das imagens de satélite com todas as bandas sobrepostas, sendo elas as bandas de um a cinco, além da banda sete, conforme a Figura 27, extraídas do programa Quantum GIS:

Figura 27 (a e b): Composição das imagens no QGIS (a) em 10/01/2000 e (b) em 06/02/2010



Fonte: Software QGIS (2018).

Pode-se relacionar as Figuras 26 e 27, as quais explicitam as áreas com potencial de inundação no sensoriamento remoto, com os relatos da população entrevistada no

questionário presente neste trabalho no APÊNDICE B. Nas perguntas dois e três do questionário procurou-se mapear o número de moradores que já presenciaram algum evento do fenômeno de inundação. Quando perguntados na segunda questão sobre ter ou não presenciado o fenômeno de inundação no bairro em que vivem, apenas vinte e um dos setenta entrevistados afirmaram que sim. Enquanto isso, quando perguntados sobre a ocorrência de inundação em toda a Guaratinguetá o número cresceu para trinta e um. Isso acontece porque parte dos entrevistados reside em bairros próximos às margens do Rio Paraíba do Sul em que há melhor infraestrutura das construções, além de ser uma região em que a vegetação de várzea fica em uma área de maior altitude em relação ao nível do rio. Sendo assim, esta parte da população sofre menor impacto em seu próprio bairro quanto ao fenômeno, porém são conscientes de que a população ribeirinha de bairros adjacentes está exposta diariamente a riscos devido aos relatos de inundação na região.

5.4 HISTÓRICO FLUVIOMÉTRICO EM GUARATINGUETÁ

A Tabela 7 apresenta as cotas fluviométricas anuais máximas registradas na régua limnimétrica do município de Guaratinguetá e as respectivas datas em que ocorreram, entre os anos de 1999 e 2010:

Tabela 7 – Cotas anuais máximas no período de 1999 a 2010

Data	Cota Fluviométrica (m)
08/01/1999	3,07
05/01/2000	4,79
30/08/2001	2,98
10/02/2002	2,77
24/01/2003	2,62
26/02/2004	3,74
05/02/2005	2,97
16/02/2006	4,30
26/10/2007	2,60
15/03/2008	3,40
17/02/2009	4,36
03/01/2010	4,99

Fonte: Dados da régua fluviométrica de Guaratinguetá/SP (2018).

A cota máxima anual dentro o período analisado foi registrada em 03 de janeiro de 2010, onde o nível da água atingiu a cota fluviométrica de 4,99 metros. Já a menor cota anual registrada neste período aconteceu em 26 de outubro de 2007, em que o nível da água atingiu a cota fluviométrica de 2,60 metros.

Analisaram-se ainda as cotas fluviométricas máximas correlacionadas às datas das imagens de satélite selecionadas na Tabela 7 anteriormente, como mostra a Tabela 8:

Tabela 8 – Cotas anuais máximas das imagens de satélite analisadas

Data	Cota (m)
04/09/1999	1,94
10/01/2000	1,99
21/08/2000	1,66
09/09/2001	1,34
04/03/2002	1,90
14/08/2003	1,28
31/07/2004	0,98
03/08/2005	1,09
21/07/2006	1,63
10/09/2007	1,50
12/09/2008	1,23
19/02/2009	3,40
06/02/2010	3,86
22/02/2010	2,47

Fonte: Dados da régua fluviométrica de Guaratinguetá/SP (2018).

Pode-se analisar que as maiores cotas anuais fluviométricas ocorreram nos meses de fevereiro dos anos de 2009 e 2010, enquanto as menores ocorreram nos meses de julho e agosto. No histórico fluviométrico, pode-se confirmar o aumento da cota em períodos de chuva, e a diminuição da cota fluviométrica em períodos de seca, o que é possível relacionar à concentração de sólidos totais analisados nas coletas de julho e outubro presentes neste trabalho, trazendo a análise de que em períodos de maior precipitação, a concentração de sólidos totais aumenta, o qual também estão relacionados aos períodos de maior risco do fenômeno da inundação.

Além disso, analisou-se que a média anual coletada na estação fluviométrica é muito semelhante tanto no mês com maior precipitação como no mês de menor precipitação. Isso acontece porque a Bacia do Rio Paraíba do Sul tem sua vazão mínima controlada durante todos os meses do ano por meio de usinas hidrelétricas instaladas ao longo de todo o território. Segundo a Agência Nacional de Águas, órgão responsável por monitorar e analisar a evolução das chuvas, dos níveis e da vazão dos principais rios, reservatórios e bacias hidrográficas do país, no leito do Rio Paraíba do Sul estão localizados os reservatórios de usinas hidrelétricas de Paraibuna, Santa Branca e Funil. Em 2004, a bacia do Rio Paraíba do Sul apresentou a primeira crise hídrica desde a criação da ANA, e mais recentemente entre 2014 e 2016, a bacia apresentou novamente vazões e precipitações abaixo da média esperada, impactando o nível dos reservatórios.

A Resolução Conjunta ANA/DAEE/IGAM/INEA nº 1382/2015, de 07 de dezembro de 2015, estabeleceu novos limites mínimos de vazão a jusante dos aproveitamentos, os quais foram implementados apenas no início de dezembro de 2016, esperando a recuperação do armazenamento dos reservatórios da bacia (ANA, 2018).

O Boletim de Monitoramento dos Reservatórios do Sistema Hidráulico do Rio Paraíba do Sul se propõe a divulgar mensalmente o histórico de vazão de cada uma das usinas que compõem o sistema hidráulico em questão, a qual é administrada para que a vazão se mantenha constante, mesmo em períodos em que acúmulo de precipitação divergem.

A Usina Hidrelétrica de Paraibuna é a maior em tamanho de reservatório da região, com 224 km², e está situada na cabeceira do Rio Paraíba do Sul e ocupa uma área de aproximadamente 56.600 km². Segundo Lima e Batista (2010), o objetivo de sua construção foi regularizar a vazão do Rio Paraíba do Sul em busca do controle de enchentes a jusante, possuindo uma potência energética de 85 MW.

5.5 CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS TOTAIS

As coletas foram realizadas em 30 de julho de 2018 e 08 de outubro de 2018, os quais representam, respectivamente, os períodos de seca e de chuva de acordo com o histórico do balanço hídrico situado no Banco de Dados Climáticos do Brasil realizado pela EMBRAPA (2018). O período da coleta ocorreu de 11h às 14h30 no mês de julho e de 13h às 16h no mês de outubro, seguindo os pontos descritos anteriormente. As Tabelas 9 e 10 mostram os dados obtidos de alguns dos pontos coletados em ambos os períodos. A relação das 60 amostras de cada coleta encontra-se nos APÊNDICES C e D.

Tabela 9 - Dados obtidos das amostras da coleta de julho

Coleta de Julho						
Ponto	Bécker	Peso 1 (g)	Peso 2 (g)	Volume (ml)	$(P2-P1)/V*1000$ (g/L)	Desvio Padrão
1A	1	90,689	90,711	200	0,110	0,028
1A	2	136,770	136,782	200	0,060	0,028
1A	3	114,899	114,912	200	0,065	0,028
2A	4	133,619	133,641	200	0,110	0,049
2A	5	113,263	113,266	200	0,015	0,049
2A	6	95,439	95,447	200	0,040	0,049
3A	7	115,931	115,942	200	0,055	0,028
3A	8	123,446	123,464	200	0,090	0,028
3A	9	133,091	133,113	200	0,110	0,028

Fonte: Produção do próprio autor (2018).

Tabela 10 - Dados obtidos das amostras da coleta de outubro

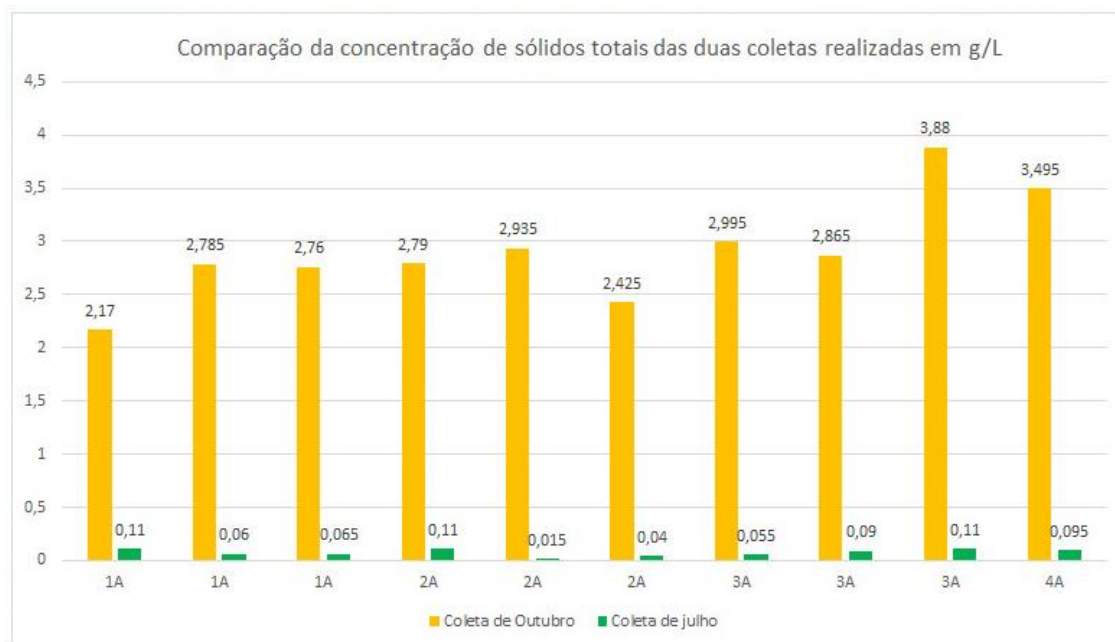
Coleta de Outubro						
Ponto	Bécker	Peso 1 (g)	Peso 2 (g)	Volume (ml)	$(P2-P1)/V*1000$ (g/L)	Desvio Padrão
1A	1	88,3	88,700	200	2,170	0,348
1A	2	99,6	100,200	200	2,785	0,348
1A	3	108,7	109,300	200	2,760	0,348
2A	4	107,2	107,800	200	2,790	0,263
2A	5	107,6	108,200	200	2,935	0,263
2A	6	99,2	99,700	200	2,425	0,263
3A	7	143,5	144,100	200	2,995	0,552
3A	8	100,6	101,200	200	2,865	0,552
3A	9	134,1	134,900	200	3,880	0,552

Fonte: Produção do próprio autor (2018).

Segundo Arcova e Cicco (1999), com o aumento da precipitação e consequente aumento dos sólidos em suspensão, ocorrem picos nos valores de turbidez nos meses chuvosos, pois eles impedem o feixe de luz de penetrar na água.

Na Figura 28 pode-se comparar a concentração de sólidos totais obtidas nos primeiros dez pontos das coletas, confirmando a premissa de que o aumento das chuvas, ou seja, o aumento da precipitação, eleva consequentemente a concentração de sólidos totais, pois os valores encontrados da concentração de sólidos totais em todas as sessenta amostras foram maiores na coleta do mês de outubro em comparação com a coleta do mês de julho.

Figura 28 – Comparativo da concentração de sólidos totais nos períodos de chuva e de seca



Fonte: Produção do próprio autor (2018).

A avaliação da qualidade dos recursos hídricos pode ser realizada pela análise dos resultados obtidos das amostras com os padrões de qualidade estabelecidos por resoluções. No Brasil, a classificação das águas em relação à qualidade requerida para seus usos, é estabelecida pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente pela Resolução nº 357/2005 (BRASIL, 2005), sendo muito utilizada para comparar o nível de qualidade das águas brasileiras para as diversas classes de usos (VALLE e al., 2013).

Segundo a Tabela dos Limites de Classe dos Parâmetros monitorados da Resolução CONAMA 357/2005 presente no ANEXO A, a presença de sólidos totais em água doce deve respeitar o limite de concentração de 500 mg/L. Sendo assim, pode-se analisar que a concentração de sólidos totais encontrada em todas as amostras realizadas na coleta de outubro, ou seja, no período de chuva, não estão de acordo com a concentração máxima de sólidos totais permitida pela CONAMA, ao contrário do que se pode notar na concentração de sólidos totais analisados nas amostras da coleta de julho, as quais estão muito abaixo do limite do parâmetro abordado.

Segundo estudo realizado pela Agência Nacional de Águas (ATLAS IRRIGAÇÃO, 2017), o Brasil é um dos dez países com maior área irrigada do mundo, sendo que sua maior concentração está na região sudeste do país. Por conta do potencial de irrigação do solo no Vale do Paraíba do Sul, a agricultura da região atualmente se baseia no cultivo do arroz.

(DAMASCENO, 2018). Contudo, o cultivo sob inundação do solo traz impactos significativos à qualidade da água que drena dos quadros de arroz (DEVIDE, 2013).

Na região de Guaratinguetá, a área de irrigação está concentrada na região da Colônia do Piaguí. A boa estrutura organizacional da colônia contribui para a manutenção e o crescimento da atividade de irrigação, que não cede facilmente às pressões provocadas pelas mudanças de uso da terra como ocorreu em outras regiões do Vale do Paraíba. Apesar desta organização, a análise multitemporal com imagens de satélite e fotografias aéreas mostrou que algumas áreas de plantio de arroz estão sendo substituídas por loteamentos urbanos (PAES JUNIOR, SIMÕES, 2006). A criação de loteamentos urbanos em áreas antigamente utilizadas para irrigação deve ser antecedida de um estudo para assegurar a construção neste local pois são áreas mais propensas à inundação.

De acordo com Simões et al. (2011) foram avaliados os diferentes usos de ocupação do solo na região da sub-bacia do ribeirão Guaratinguetá e foram comparados com o que estabelece o Código Florestal vigente e a Resolução CONAMA nº 303/2002 para estas áreas de preservação. Estes autores delimitaram as APPs por meio do ArcGis, considerando-se as encostas com declividade superior a 45 graus, o que equivale a 100 metros de projeção horizontal. Além disso, os autores utilizaram a metodologia proposta por Andrade et al (2005) para sobrepor o mapa de uso e ocupação do solo com a áreas delimitadas para as APPs e então delimitar as áreas que deveriam estar sendo preservadas.

Os resultados mostram que 56,15% de toda a área delimitada como APP está sendo explorada de forma indevida, principalmente por pastagens e atividades agrícolas, que não atendem ao que estabelece a legislação vigente. Conforme o Código Florestal estas áreas, cobertas ou não por vegetação nativa, deveriam estar protegidas nos termos dos artigos 2º e 3º, assegurando, não só a qualidade da água e do solo, mas também a qualidade de vida da população (SIMÕES et al, 2011).

6 CONCLUSÃO

Após finalizar os estudos e análises que este trabalho se propôs a realizar, pôde-se chegar às conclusões abaixo seguindo os objetivos específicos determinados anteriormente.

O município de Guaratinguetá possui zonas de risco propensas a inundações por conta da contribuição do processo de assoreamento das margens do Rio Paraíba do Sul. Após as coletas de informações na Secretaria do Meio Ambiente, foi possível concluir que o tema das inundações é um assunto discutido pelos órgãos públicos da cidade devido os acontecimentos já relatados em anos anteriores. Foram citadas na entrevista propostas de remanejamento de famílias da população ribeirinha que sofreram drásticas consequências com este fenômeno no passado.

O questionário realizado posteriormente com a população só reforça o fato de que existem zonas que ainda não possuem infraestrutura o suficiente para que os moradores se sintam seguros e com a devida qualidade de moradia. Como já evidenciado anteriormente. A partir de dados e imagens, as regiões que mais são afetadas ou de maior risco são as de baixa renda. A maior parte da população de alta renda mostrou saber a respeito do risco que a população ribeirinha tem, tanto por saber das condições precárias que vivem como por já terem ouvido algum relato de pessoas que tiveram suas casas danificadas após casos de inundação.

O sensoriamento remoto realizado por meio do programa QGIS para o trecho estudado do município de Guaratinguetá permitiu a análise de áreas com maior potencial de inundação de um período histórico entre os anos de 1999 e 2010, o qual foi correlacionado à recorrência dos períodos de maior cota fluviométrica do rio Paraíba do Sul quando se tratava de períodos de chuva. Essa relação nos permitiu mapear as áreas com maior frequência de inundação, o que pode ser utilizado como critério para futuras ações para prevenção deste fenômeno na região.

Por meio da análise do histórico das cotas máximas atingidas na estação fluviométrica de Guaratinguetá foi possível perceber que, apesar da média das cotas sofrerem pouca variação entre os períodos de maior e menor precipitação, os períodos em que há recorrência das cotas máximas fluviométricas são também os períodos em que a coleta de amostras de água do Rio Paraíba do Sul apontou maior concentração de sólidos totais, contribuindo para o assoreamento no trecho estudado.

Após a realização das duas coletas, foi possível constatar que no mês de outubro a concentração de sólidos totais é muito maior do que a medida no mês de julho. Isso ocorre

devido ao fato de que o aumento da precipitação no mês de outubro leva ao aumento da erosão, o que aumenta a sedimentação e consequentemente contribui para o processo de assoreamento nas margens do rio, elevando desta maneira a concentração de sólidos em suspensão. Ainda em relação às análises obtidas em laboratório, constatou-se que a concentração de sólidos totais no mês chuvoso, ultrapassa o limite permitido segundo a resolução CONAMA 357/2005.

Sendo assim, existe uma necessidade imediata de intervenções públicas que auxiliem tanto na retirada de lixo das margens periodicamente como no grande problema que as inundações representam para a comunidade que ali vive. Pelo fato de estarem expostos diariamente ao fenômeno, os moradores podem sofrer danos e consequências irreversíveis se não implementada alguma ação.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada**. Brasília: ANA, 2017. Disponível em: <http://atlasirrigacao.ana.gov.br/>. Acesso em: 25 set. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Séries históricas de estações**. Brasília: ANA. Disponível em: http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/medicoes_historicas_abas.jsf. Acesso em: 06 set. 2018.

AMORIM, D. D.; FERREIRA, M. E. Um estudo sobre a qualidade das águas do Rio Paraíba do Sul no Vale Paraíba do Sul no período de 1978 a 1994. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS*, 13., 2000, Belo Horizonte. **Resumos** [...]. Belo Horizonte: ABRH, 2000.

ANDRADE FILHO, Alceu Gomes; SZÉLIGA, Marcos Rogério; ENOMOTO, Carolina Ferreira. **Estudo de medidas não-estruturais para controle de inundações urbanas**. 2000. 69 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2000.

ANDRADE, Jocéli de; SANQUETTA, Carlos; UGAYA, Cassia. Identificação de áreas prioritárias para recuperação da mata ciliar na UHE de Salto Caxias. **Revista Espaço Energia**, Salto de Caxias, n. 3, p. 2-4, 2005. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/240618827_Identificacao_de_Areas_Prioritarias_para_Recuperacao_da_Mata_Ciliar_na_UHE_Salto_Caxias. Acesso em: 10 jul. 2018.

ARAÚJO, Alex Maurício. Evolução do processo de assoreamento em reservatório urbano. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE SEDIMENTOS*, 4., ENCONTRO DE ENGENHARIA DE SEDIMENTOS DO MERCOSUL, 1., 2000, Santa Maria. **Anais** [...]. Santa Maria: UFPE, 2000.

ARCOVA, Francisco Carlos Soriano; CICCIO, Valdir de. Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, Estado de São Paulo. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 56, p. 125-134, 1999. Disponível em: http://bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/17446/Scientia_Forestalis_n56_p125-134_1999.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 10 jul. 2018.

BRASIL. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. **Código florestal**. Disponível em: <http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/1032082/lei-12651-12>. Acesso em: 21 jul. 2018.

BRASIL. Lei n. 4.771, de 15 de setembro de 1965. **Código florestal**. Disponível em: <http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/1032082/lei-4771-65>. Acesso em: 20 jul. 2018.

CARVALHO, José Carlos Tavares *et al.* Enchentes, alagamentos e inundações: causas, consequências e soluções. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DAS ROCHAS E ENGENHARIA GEOTÉCNICA*, 17., 2014, Goiânia. **Anais** [...]. Goiânia: COBRAMSEG, 2014.

COMITÊ DE INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL. **Observatório:** bacia do Rio Paraíba do Sul. Resende, 2017. Disponível em: <http://sigaceivap.org.br/observatorioEstado>. Acesso em: 19 ago. 2018.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5046>. Acesso em: 13 out. 2018.

DAMASCENO, Karolina. **Análise da influência da vegetação ripária sobre o índice de estado trófico em um trecho em paulista do Rio Paraíba do Sul**. 2018. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2018.

DEVIDE, Antonio Carlos Pires. **História ambiental do Vale do Paraíba**. 2013. 22 f. Revisão de Literatura para Qualificação (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Rio De Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Monitoramento por satélite:** banco de dados climáticos do Brasil. Disponível em: <https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/bdclima/balanco/resultados/sp/323/balanco.html>. Acesso em: 11 set. 2018.

EXCEL. **Editor de planilhas**. Disponível em: <https://products.office.com/pt-br/excel>. Acesso em: 10 maio 2018.

FERREIRA, Mariana Cassiano *et al.* Sistema de informações geográficas aplicado à análise do uso e ocupação do solo em áreas de preservação permanente da Bacia Hidrográfica do Ribeirão, Guaratinguetá. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO SP, 15., Curitiba, 2011. **Anais [...]**. Curitiba: SBSR, 2011.

GOIS, Suzilane Santos. **Recomposição da floresta ripária na margem do rio São Francisco**. 2014. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2014.

GOOGLE EARTH. **Guaratinguetá, São Paulo**. Disponível em: <https://earth.google.com/web/@-22.79224085,45.2036523,540.61695246a,21431.78430495d,35y,0h,0t,0r/data=ChcaFQoNL2cvMTFiYzV6YmJ5ZBgCIAEoAg>. Acesso em: 14 set. 2018.

GOOGLE MAPS. **Guaratinguetá, São Paulo**. Disponível em <https://www.google.com.br/maps/preview>. Acesso em: 22 ago. 2018.

GOOGLE MAPS. **Residência edificada em um terreno de 600 m², localizado no bairro Pricumã, Boa Vista**. Disponível em: <https://goo.gl/maps/EiyzkksAtu32>. Acesso em: 03 set. 2018.

GUERRA, Antonio José Teixeira *et al.* **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. 340 p.

HIDROWEB. **Séries históricas de estações**. Brasília: ANA. Disponível em http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/medicoes_historicas_abas.jsf. Acesso em: 20 ago. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Panorama Guaratinguetá**. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/guaratingueta/panorama>. Acesso em: 17 set. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Catálogo de imagens de satélite**. São José dos Campos: INPE, 2018. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso em: 25 ago. 2018.

LIMA, Suely Franco Siqueira; BATISTA, Getulio Teixeira. Impacto da represa da usina hidrelétrica de Paraibuna. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 5, n. 3, p. 208-221, 2010. Disponível em: http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/download/485/pdf_376. Acesso em: 25 ago. 2018.

LIMA, Walter de Paula; ZAKIA, M J B. Hidrologia de matas ciliares. In: LIMA, Walter de Paula; ZAKIA, M J B. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2000.

LUCHINI, Adriana de Mello. O arranjo institucional proposto para a gestão dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. **Cadernos EBAP**, Rio de Janeiro, n. 104, 2000. Disponível em: http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/12922/000091142_104.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 25 ago. 2018.

MARENGO, José Antônio; ALVES, Lincoln Muniz. Tendências hidrológicas da bacia do Rio Paraíba do Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Cachoeira Paulista, v. 20, n. 2, p. 215-226, 2005. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/281421718_Tendencias_hidrologicas_da_bacia_do_rio_Paraiba_do_Sul. Acesso em: 25 ago. 2018.

MARTINS, Sebastião Venâncio. **Recuperação de matas ciliares**. Viçosa: Centro de Produções Técnicas, 2011. 246 p.

MESSAGE, Hugo *et al.* Planícies de inundação: a biodiversidade do rio Paraná ameaçada. **Ciência Hoje**, Campinas, v. 334, p. 36-39, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/299482743_Planicies_de_Inudacao_A_biodiversidade_do_rio_Parana_ameacada. Acesso em: 21 jul. 2018.

MINITAB 17. **Software estatístico**. Disponível em: <http://www.minitab.com/>. Acesso em: 17 out. 2018.

PAES JUNIOR, Nilton Santos; SIMÕES, Silvio Jorge Carlos. Evolução espacial de áreas irrigadas com base em sensoriamento remoto o médio Vale do Paraíba do Sul, Sudeste do Brasil. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 1, n. 1, p. 72-83, 2006. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/f5ae/e380653d2a950d5a6b3be66ff5c40187f393.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2018.

PAULA, Eduardo Vedor de. O assoreamento da Baía de Antonina: aspectos naturais e antrópicos relevantes para a sua compreensão. **Revista Eletrônica Geografar**, Paraná, v. 1, n. 1, 2006. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/geografar/article/view/7368/5272>. Acesso em: 21 jul. 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE GUARATINGUETÁ. Lei n.º 1.925, de 22 de outubro de 1986. **Lei municipal de uso e ocupação do solo de Guaratinguetá, São Paulo**. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/SP/GUARATINGUETA/LEI-4388-2012-GUARATINGUETA-SP.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2018.

ROSA, Emerson Mücke da; BUFFON, Iuri; KEHL, Lucas Guilherme Hahn. Avaliação da qualidade de áreas de preservação permanente ripárias em São Francisco de Paulo, RS: uma abordagem metodológica. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v. 4, n. 2, p. 17-30, 2010. Disponível em: https://revistas.unilasalle.edu.br/documentos/documentos/Rbca/V4_N2/02_Emerson_Rosa.pdf. Acesso em: 25 ago. 2018.

SANTOS, Devanir Garcia dos; DOMINGOS, Antônio Félix; GISLER, Cristianny Villela Teixeira. Gestão de Recursos Hídricos na Agricultura: O Programa Produtor de Água. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 17., Rio de Janeiro, 2008. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: ANA, 2008.

SCOPUS. **Base de dados bibliográfica**. Disponível em: <https://www.scopus.com>. Acesso em: 14 fev. 2018.

SIQUEIRA, Meire Regina de Almeida *et al.* Mapeamento das áreas de inundações das planícies aluviais de Guaratinguetá através de técnicas de geoprocessamento. In: PRIMEIRO SEMINÁRIO DE GEOPROCESSAMENTO REMOTO DO VALE DO PARAÍBA, 1., Taubaté, 2006. **Anais [...]**. Taubaté: GEOVAP, 2006.

SOFTWARE QUANTUMGIS. **Mapas e capturas de tela**. Disponível em: https://www.qgis.org/pt_BR/site/. Acesso em: 15 set. 2018.

SOUZA, Tania Machado Knaack de; OTTONI, Adacto Benedicto. Análise crítica das causas e soluções sustentáveis para o controle de enchentes urbanas: o caso prático da bacia hidrográfica da Praça da Bandeira (estudo de caso). **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, São Paulo, v. 03, n. 17, p. 60-76, 2015. Disponível em: https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/view/1009. Acesso em: 15 set. 2018.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Gerenciamento da drenagem urbana. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 5-27, 2002. Disponível em: https://abrh.s3.amazonaws.com/Sumarios/99/6137a1ef8fc1c04f81a9a6b46a3093dd_c80b83451c8ed0911a8b63bc1f8850cd.pdf. Acesso em: 15 set. 2018.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **Inundações urbanas**. Porto Alegre: ABRH/RHAMA, 2007. 393 p.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Urbanização e recursos hídricos. *In*: BICUDO, Carlos Eduardo de Mattos; TUNDISI, José Galizia; SCHEUENSTUHL, Marcos Cortesao Barnsley. **Águas do Brasil: análises estratégicas**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2010. 224 p.

VALIM, Juliana. Codesg é autuada pela CETESB por degradar área de preservação em Guaratinguetá. **Jornal Atos**, Guaratinguetá, 2015. Disponível em: <http://jornalatos.net/regiao/cidades/guaratingueta/codesg-e-autuada-pela-cetesb-por-degradar-area-de-preservacao-em-guaratingueta/>. Acesso em: 10 set. 2018.

VALLE JUNIOR, Renato Farias *et al.* Diagnóstico temporal e espacial da qualidade das águas superficiais do Rio Uberaba - MG. **Caminhos da Geografia**, Uberlândia, v. 14, n. 45, p. 1-11, 2013. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/17554>. Acesso em: 10 set. 2018.

WETZEL, Robert G. LIKENS, Gene Elden. **Limnological analyses**. New York: Springer-Verlag, 1991. 391 p.

ZANELLA, Luiz Carlos. **Manual de organização de eventos: planejamento e operacionalização**. São Paulo: Atlas, 2003. 384 p.

APÊNDICE A – ENTREVISTA COM FUNCIONÁRIOS DA SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DE GUARATINGUETÁ – SP

Questões:

- Já ocorreram inundações provenientes do Rio Paraíba do Sul no trecho do município? Quais as datas mais relevantes?
- Quais são os locais mais críticos situados no trecho do rio? Quais os bairros mais afetados?
- Quais são meses com maior e menor índice de precipitação?
- Já foi apresentada para vocês alguma ação mitigadora para o fenômeno de inundação proveniente do assoreamento do rio? Alguma vez algum estudante veio procurar informações sobre o tema para algum trabalho de graduação?
- Vocês sabem da existência de alguma medida de reflorestamento nas margens do rio?
- Vocês possuem algum material com imagens do sensoriamento remoto do trecho do rio que passa por Guaratinguetá?
- Existe algum projeto relacionado às áreas afetadas pelas inundações?

**APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO AOS MORADORES DE GUARATINGUETÁ
ACERCA DO TEMA DE INUNDAÇÕES PROVENIENTES DO RIO PARAÍBA DO
SUL**

Bairro: _____

1. Há quanto tempo você mora na região?

Menos de 1 ano

☐

1 a 3 anos

☐

3 a 7 anos

☐

7 a 10 anos

☐

10 a 20 anos

☐

20 a 30 anos

☐

Mais de 30 anos

☐

2. Você já presenciou alguma situação de inundação em seu bairro?_____.

3. Você já presenciou alguma situação de inundação em Guaratinguetá?_____.

4. Você conhece alguém que já presenciou o fenômeno de inundação em Guaratinguetá?_____.

5. Você acredita que o tema da inundação é preocupante e apresenta riscos à população aqui em Guaratinguetá? Responda de 1 a 5, sendo 1 “*Muito Pouco*” e 5 “*Preocupante*”.

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

5
☐

APÊNDICE C – TABELA DE RESULTADOS DA 1ª COLETA

Coleta de julho

Ponto	Becker	Peso 1 (g)	Peso 2 (g)	Volume (ml)	$(P2-P1)/V \cdot 1000$ (g/L)	Desvio Padrão
1A	1	90,689	90,711	200	0,11	0,028
1A	2	136,770	136,782	200	0,06	0,028
1A	3	114,899	114,912	200	0,065	0,028
2A	4	133,619	133,641	200	0,11	0,049
2A	5	113,263	113,266	200	0,015	0,049
2A	6	95,439	95,447	200	0,04	0,049
3A	7	115,931	115,942	200	0,055	0,028
3A	8	123,446	123,464	200	0,09	0,028
3A	9	133,091	133,113	200	0,11	0,028
4A	10	107,616	107,635	200	0,095	0,081
4A	11	103,714	103,721	200	0,035	0,081
4A	12	122,371	122,410	200	0,195	0,081
5A	13	78,640	78,645	200	0,025	0,059
5A	14	87,076	87,088	200	0,06	0,059
5A	15	95,901	95,929	200	0,14	0,059
6A	16	108,756	108,758	200	0,01	0,015
6A	17	133,805	133,813	200	0,04	0,015
6A	18	100,699	100,705	200	0,03	0,015
7A	19	116,308	116,311	200	0,015	0,032
7A	20	84,519	84,534	200	0,075	0,032
7A	21	88,285	88,298	200	0,065	0,032
8A	22	143,419	143,431	200	0,06	0,178
8A	23	126,283	126,315	200	0,16	0,178
8A	24	91,843	91,924	200	0,405	0,178
9A	25	111,177	111,193	200	0,08	0,030
9A	26	99,664	99,690	200	0,13	0,030
9A	27	119,148	119,163	200	0,075	0,030
10A	28	114,135	114,152	200	0,085	0,010
10A	29	102,227	102,246	200	0,095	0,010
10A	30	133,873	133,888	200	0,075	0,010
1B	31	103,737	103,805	200	0,34	0,028
1B	32	124,751	124,813	200	0,31	0,028
1B	33	105,596	105,653	200	0,285	0,028

2B	34	116,005	116,007	200	0,01	0,021
2B	35	107,262	107,270	200	0,04	0,021
2B	36	94,305	94,315	200	0,05	0,021
3B	37	98,827	98,832	200	0,025	0,051
3B	38	95,303	95,324	200	0,105	0,051
3B	39	96,995	96,997	200	0,01	0,051
4B	40	132,303	132,311	200	0,04	0,248
4B	41	143,008	143,102	200	0,47	0,248
4B	42	161,214	161,222	200	0,04	0,248
5B	43	104,509	104,517	200	0,04	0,020
5B	44	97,398	97,410	200	0,06	0,020
5B	45	99,239	99,255	200	0,08	0,020
6B	46	115,208	115,216	200	0,04	0,009
6B	47	111,634	111,645	200	0,055	0,009
6B	48	123,654	123,665	200	0,055	0,009
7B	49	126,499	126,512	200	0,065	0,014
7B	50	128,991	129,009	200	0,09	0,014
7B	51	105,718	105,736	200	0,09	0,014
8B	52	102,239	102,252	200	0,065	0,013
8B	53	113,737	113,747	200	0,05	0,013
8B	54	113,842	113,857	200	0,075	0,013
9B	55	134,162	134,182	200	0,1	0,031
9B	56	133,742	133,750	200	0,04	0,031
9B	57	103,195	103,211	200	0,08	0,031
10B	58	113,622	113,639	200	0,085	0,010
10B	59	100,652	100,665	200	0,065	0,010
10B	60	132,713	132,729	200	0,08	0,010

APÊNDICE D – TABELA DE RESULTADOS DA 2ª COLETA

Coleta de outubro

Ponto	Becker	Peso 1 (g)	Peso 2 (g)	Volume (ml)	(P2-P1)/V*1000 (g/L)	Desvio Padrão
1A	1	88,3	88,7	200	2,170	0,348
1A	2	99,6	100,2	200	2,785	0,348
1A	3	108,7	109,3	200	2,760	0,348
2A	4	107,2	107,8	200	2,790	0,263
2A	5	107,6	108,2	200	2,935	0,263
2A	6	99,2	99,7	200	2,425	0,263
3A	7	143,5	144,1	200	2,995	0,552
3A	8	100,6	101,2	200	2,865	0,552
3A	9	134,1	134,9	200	3,880	0,552
4A	10	133,7	134,4	200	3,495	0,209
4A	11	105,7	106,3	200	3,125	0,209
4A	12	116,0	116,6	200	3,140	0,209
5A	13	94,3	94,8	200	2,605	0,311
5A	14	97,0	97,6	200	3,165	0,311
5A	15	114,9	115,5	200	3,120	0,311
6A	16	90,7	91,1	200	2,190	0,837
6A	17	115,9	116,15	200	1,145	0,837
6A	18	113,2	113,8	200	2,800	0,837
7A	19	100,7	101,2	200	2,555	0,723
7A	20	84,5	85	200	2,485	0,723
7A	21	133,8	134,6	200	3,770	0,723
8A	22	114,1	114,7	200	2,850	0,240
8A	23	132,3	132,9	200	3,070	0,240
8A	24	97,4	97,9	200	2,590	0,240
9A	25	116,3	116,9	200	3,015	0,373
9A	26	133,1	133,8	200	3,595	0,373
9A	27	119,1	119,7	200	2,900	0,373
10A	28	115,2	115,8	200	3,005	0,336
10A	29	129,0	129,6	200	3,105	0,336
10A	30	95,4	95,9	200	2,480	0,336
1B	31	123,6	124,3	200	3,355	0,403
1B	32	133,6	134,3	200	3,500	0,403
1B	33	111,2	111,7	200	2,740	0,403

2B	34	103,7	104,2	200	2,600	0,637
2B	35	102,2	102,7	200	2,400	0,637
2B	36	132,7	133,4	200	3,590	0,637
3B	37	122,4	123	200	3,140	0,300
3B	38	104,5	105	200	2,540	0,300
3B	39	103,7	104,3	200	2,855	0,300
4B	40	123,4	124,1	200	3,285	0,654
4B	41	136,8	137,5	200	3,720	0,654
4B	42	98,8	99,3	200	2,435	0,654
5B	43	91,9	92,4	200	2,595	0,320
5B	44	105,6	106,1	200	2,550	0,320
5B	45	126,3	126,9	200	3,125	0,320
6B	46	124,7	125,4	200	3,300	0,236
6B	47	113,8	114,4	200	2,87	0,236
6B	48	113,6	114,2	200	2,915	0,236
7B	49	102,2	102,7	200	2,420	0,049
7B	50	95,9	96,4	200	2,515	0,049
7B	51	95,3	95,8	200	2,490	0,049
8B	52	78,6	79,1	200	2,355	0,636
8B	53	126,5	127,2	200	3,625	0,636
8B	54	113,7	114,3	200	3,035	0,636
9B	55	103,2	103,7	200	2,610	0,761
9B	56	143,1	143,8	200	3,585	0,761
9B	58	161,2	162	200	4,110	0,761
10B	57	87,1	87,5	200	2,110	0,698
10B	59	113,8	114,5	200	3,495	0,698
10B	60	111,6	112,2	200	2,955	0,698

**ANEXO A – TABELA DOS LIMITES DE CLASSE DOS PARÂMETROS MONITORADOS
SEGUNDO A RESOLUÇÃO CONAMA 357/05**

Parâmetro	Águas doces			Águas salinas			Águas salobras		
	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 1	Classe 2
Salinidade			≤0,50 ‰			≥30 ‰			>0,5 ‰ a <30 ‰
Efeito tóxico	Não verificado efeito crônico	Não verificado efeito crônico	Não verificado efeito agudo	-	Não verificado efeito crônico	Não verificado efeito agudo	-	Não verificado efeito crônico	Não verificado efeito agudo
Clorofila a	≤10	≤30	≤60	-	-	-	-	-	-
Densidade de Cianobactérias	≤20.000	≤50.000	≤100.000, dessedimentação de animais ≤50.000	-	-	-	-	-	-
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6,5 a 8,5	6,5 a 8,5	6,5 a 8,5	6,5 a 8,5	6,5 a 8,5
OD	≥6	≥5	≥4	≥2	≥6	≥5	≥4	≥5	≥4
DBO	≤3	≤5	≤10	-	-	-	-	-	-
Nitrogênio amoniacal total	3,7-pH≤7,5 2,0-7,5<pH≥8,0 1,0-8,0<pH≥8,5 0,5-pH>8,5	3,7-pH≤7,5 2,0-7,5<pH≥8,0 1,0-8,0<pH≥8,5 0,5-pH>8,5	13,3-pH≤7,5 5,6-7,5<pH≥8,0 2,2-8,0<pH≥8,5 1,0-pH>8,5	-	≤0,40mg/L	≤0,70mg/L	-	≤0,40mg/L	≤0,70mg/L
Fósforo total	lênticos≤0,02 intermediário e tributário de lênticos≤0,025 lêntico e tributário de intermediários≤0,1	lênticos≤0,03 intermediário e tributário de lênticos≤0,05 lêntico e tributário de intermediários≤0,1	lênticos≤0,05 intermediário e tributário de lênticos≤0,075 lêntico e tributário de intermediários≤0,15	-	≤0,062mg/L	≤0,093mg/L	-	≤0,124mg/L	≤0,186mg/L
Coliforme termotolerante	≤200 em 80% de 6 amostras/ano	≤1000 em 80% de 6 amostras/ano	≤2.500 contatos secundários ≤1.000 animais confinados ≤4.000 demais usos	-	≤1.000 em 80% de 6 amostras/ano	≤2.500 em 80% de 6 amostras/ano	≤4.000 em 80% de 6 amostras/ano	≤200 irrigação ≤1.000 em 80% de 6 amostras/ano	≤4.000 em 80% de 6 amostras/ano
Sólidos totais	≤500	≤500	≤500	-	-	-	-	-	-
Cor	-	≤75	≤75	-	-	-	-	-	-
Turbidez	≤40	≤100	≤100	-	-	-	-	-	-
Nitrato	≤10	≤10	≤10	-	≤0,40mg/L	≤0,70mg/L	-	≤0,40mg/L	≤0,70mg/L
Nitrito	≤1,0	≤1,0	≤1,0	-	≤0,07mg/L	≤0,20mg/L	-	≤0,07mg/L	≤0,20mg/L
Ferro dissolvido	≤0,3	≤0,3	≤5,0	-	≤0,3mg/L	≤0,3mg/L	-	≤0,3mg/L	≤0,3mg/L
Cádmio total	≤0,001	≤0,001	≤0,01	-	≤0,005	≤0,04	-	≤0,005	≤0,04
Chumbo total	≤0,01	≤0,01	≤0,033	-	≤0,01	≤0,21	-	≤0,01	≤0,21
Cobre dissolvido	≤0,009	≤0,009	≤0,013	-	≤0,005	≤7,8ug/L	-	≤0,005	≤7,8ug/L
Cromo total	≤0,05	≤0,05	≤0,05	-	≤0,05	≤1,1mg/L	-	≤0,05	≤1,1mg/L
Manganês total	≤0,1	≤0,1	≤0,5	-	≤0,1	≤0,1	-	≤0,1	≤0,1
Zinco total	≤0,18	≤0,18	≤5	-	≤0,09	≤0,12	-	≤0,09	≤0,12
Níquel total	≤0,025	≤0,025	≤0,025	-	≤0,025mg/L	≤74ug/L	-	≤0,025mg/L	≤74ug/L

Fonte: CONAMA (2005).