

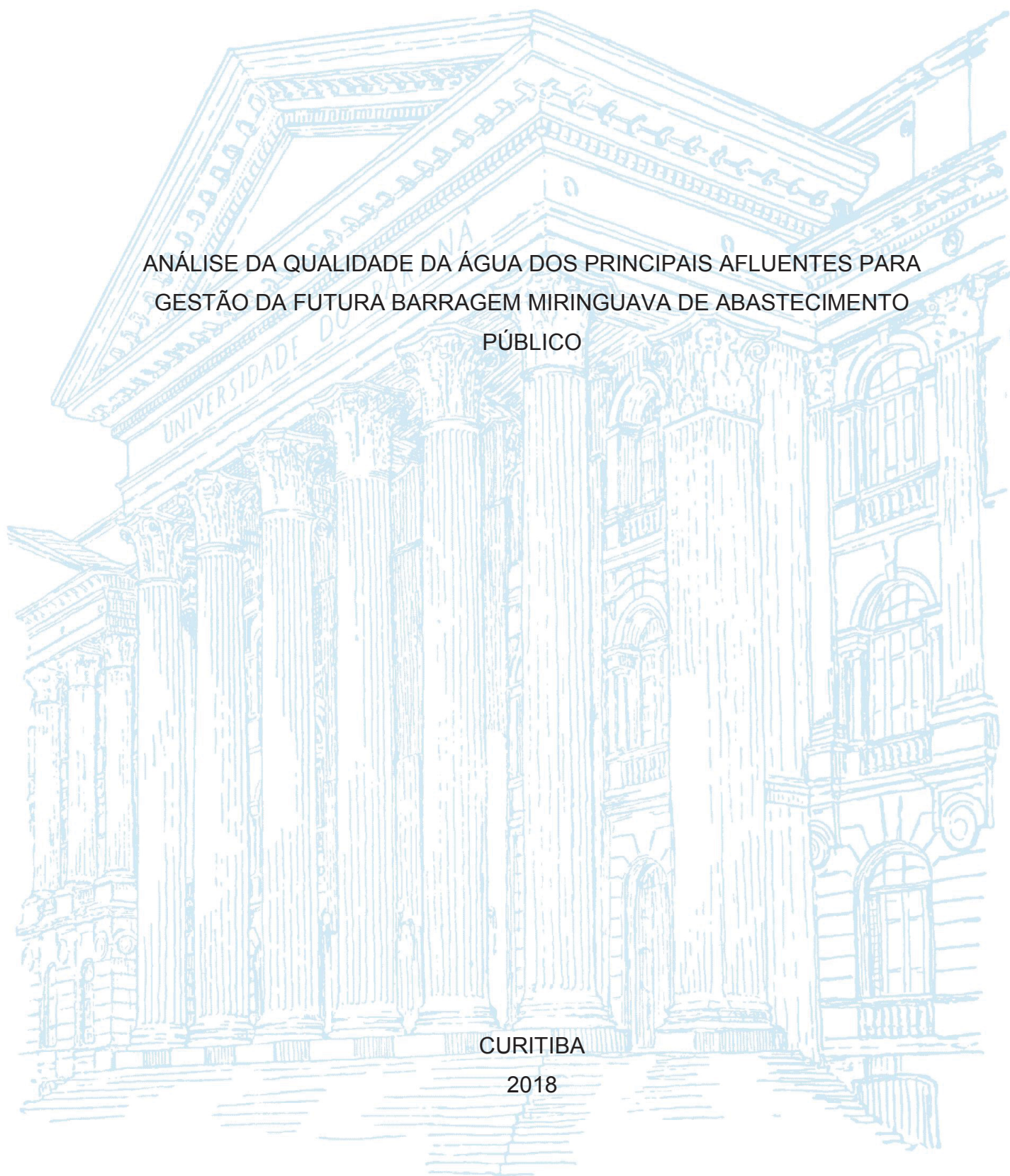
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PAULO ANTONIO DO VALE JUNIOR

ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DOS PRINCIPAIS AFLUENTES PARA
GESTÃO DA FUTURA BARRAGEM MIRINGUAVA DE ABASTECIMENTO
PÚBLICO

CURITIBA

2018



PAULO ANTONIO DO VALE JUNIOR

ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DOS PRINCIPAIS AFLUENTES PARA
GESTÃO DA FUTURA BARRAGEM MIRINGUAVA DE ABASTECIMENTO
PÚBLICO

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Meio Ambiente Urbano e Industrial (PPGMAUI), departamento de Engenharia Química, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Universität Stuttgart e SENAI, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Meio Ambiente Urbano e Industrial.

Orientadora: Profa. Dra. Daniela Neuffer
Coorientadora: Profa. Dra. Regina Maria Matos Jorge

CURITIBA

2018

Catálogo na Fonte: Sistema de Bibliotecas, UFPR
Biblioteca de Ciência e Tecnologia

V149a

Vale Junior, Paulo Antônio do
Análise da qualidade da água dos principais afluentes para gestão da
futura barragem Miringuava de abastecimento público [recurso eletrônico] /
Paulo Antonio do Vale Junior. – Curitiba, 2018.

Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia,
Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente Urbano e Industrial, 2018.

Orientador: Daniela Neuffer – Coorientador: Regina Maria Matos Jorge.

1. Água – Qualidade. 2. Monitoramento Ambiental. 3. Água – Poluição. 4.
Abastecimento de água. 5. Desenvolvimento de recursos hídricos. 6.
Miringuava, Rio, Baía (PR). I. Universidade Federal do Paraná. II. Neuffer,
Daniela. III. Jorge, Regina Maria Matos. IV. Título.

CDD: 551.48

Bibliotecário: Elias Barbosa da Silva CRB-9/1894



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR SETOR DE TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MEIO AMBIENTE
URBANO E INDUSTRIAL

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em MEIO AMBIENTE URBANO E INDUSTRIAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de PAULO ANTONIO DO VALE JUNIOR intitulada: ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DOS PRINCIPAIS AFLUENTES PARA GESTÃO DA FUTURA BARRAGEM MIRINGUAVA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO, após terem inquirido o aluno e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo Colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 14 de Setembro de 2018.


DANIELA NEUFFER

Presidente da Banca Examinadora (UFPR)


EDUARDO FELGA GOBIN
Avaliador Interno (UFPR)


CHARLES CARNEIRO
Avaliador Externo (UNEPAR)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer ao PPGMAUI pela oportunidade de poder desenvolver minhas habilidades e técnicas com um corpo docente do mais alto nível. À Prof^a Dra. Mônica Kolicheski, coordenadora do curso, pelo apoio e auxílio. Aos colegas da Turma de Mestrado PPGMAUI 2016.

Um especial agradecimento às minhas orientadoras Prof^a Dra. Daniela Neuffer e Prof^a Dra. Regina Maria Matos Jorge, pela compreensão em algumas situações e o grande auxílio em diversas outras ocasiões, além de todo o ensinamento.

Agradeço ao Prof Dr. Eduardo Felga Gobbi, com todo seu conhecimento, pelas proposições colocadas para a melhoria deste trabalho.

Ao Prof Dr. Charles Carneiro, pelo pronto aceite nesta obra, é um imensurável prazer poder contar com tamanha experiência e conhecimento em minha banca.

À Prof^a Dra. Karen do Amaral, pela colaboração na construção desta pesquisa.

À SANEPAR, por possibilitar a realização deste trabalho, por meio de sua infraestrutura de alto nível e corpo técnico dos mais capacitados e qualificados. Aos colegas da USHI, pelo convívio diário de grande aprendizado.

Ao DAAD (Deustcher Akademischer Austauschdienst), pela possibilidade de ampliar meus conhecimentos, por meio do Curso de Extensão Internacional em Meio Ambiente.

Aos meus pais, pelo exemplo de determinação e conduta, meus eternos agradecimentos.

E por último, mas em primeiro lugar em tudo, meus amarecos, Giovana e Karina, que me deram o maior apoio e suporte e são meus alicerces, amo vocês infinitamente.

RESUMO

O presente estudo faz uma análise da qualidade da água dos principais afluentes da futura barragem Miringuava, que está em fase de construção no município de São José dos Pinhais (Região Metropolitana de Curitiba) para garantir a qualidade e quantidade do abastecimento. O reservatório fará parte do sistema de abastecimento integrado de Curitiba e região e terá capacidade de armazenamento de 38 bilhões de litros de água. Esta pesquisa identifica as principais relações entre as atividades humanas desenvolvidas na bacia hidrográfica do rio Miringuava, com a qualidade dos recursos hídricos a serem utilizados no abastecimento público, com o objetivo de analisar a qualidade da água durante o período de 4 anos e propor medidas de gestão dos recursos hídricos. Para isso, foi realizado o monitoramento ambiental dos rios que fazem parte da bacia hidrográfica e formarão a futura barragem com uma frequência amostral de três meses, com um total de 6 pontos amostrais distribuídos ao longo do reservatório, por meio de análises laboratoriais que mensuraram parâmetros físico-químicos, microbiológicos, metais pesados e poluentes orgânicos, com a somatória de 56 parâmetros e um total de 784 análises efetuadas e o uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica de contribuição ao reservatório, com ênfase nas sub-bacias estudadas. À luz da legislação ambiental vigente, os resultados encontrados mostram que alguns parâmetros os índices encontrados estão fora do limite máximo estabelecido por lei, sendo que estes podem comprometer a qualidade do abastecimento público e sua sustentabilidade. Pode-se concluir que a área da bacia hidrográfica de contribuição ao futuro reservatório possui seu maior uso do solo classificado com a tipologia de cobertura florestal em estágio intermediário/avançado, mas as atividades antrópicas desenvolvidas na região da bacia hidrográfica do rio Miringuava, sobretudo a produção agrícola está impactando eventualmente na qualidade dos corpos d'água, sendo este manancial primordial na manutenção do sistema integrado de abastecimento de água da capital e região.

Palavras-chave: Qualidade da água. Monitoramento Ambiental. Poluentes Aquáticos. Abastecimento Público. Gestão Recursos Hídricos.

ABSTRACT

The present study analyzes the water quality of the main tributaries of the future Miringuava dam, which is under construction in the municipality of São José dos Pinhais (Metropolitan Region of Curitiba), and proposes measures to manage water resources to ensure the quality and supply. The reservoir will be part of the integrated supply system of Curitiba and region and will have a storage capacity of 38 billion liters of water. This research identifies the main relationships between the human activities developed in the Miringuava river basin, with the quality of the water resources to be used in the public supply, with the objective of analyzing the water quality during the 4 years period and proposing measures of management of water resources. For this, the environmental monitoring of the rivers that form part of the hydrographic basin was made and will form the future dam with a sampling frequency of three months, with a total of 6 sampling points distributed along the reservoir, through laboratory analyzes that measured parameters physical-chemical, microbiological, heavy metals and organic pollutants, with the sum of 56 parameters and a total of 784 analyzes and the use and occupation of the soil in the basin of contribution to the reservoir, with emphasis on the sub-basins studied. In light of current environmental legislation, the results found show that some parameters the indexes found are outside the maximum limit established by law, and these can compromise the quality of public supply and its sustainability. It can be concluded that the river basin area contributing to the future reservoir has its greater use of the soil classified with the type of forest cover in intermediate / advanced stage, but the anthropic activities developed in the region of the Miringuava river basin, agricultural production is impacting eventually on the quality of the water bodies, being this primordial source in the maintenance of the integrated system of water supply of the capital and region.

Keywords: Water Quality. Environmental Monitoring. Water Pollutants. Public Supply. Water Resources Management.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 - MUNICÍPIOS ATENDIDOS PELO SAIC.....	26
FIGURA 3.1 - LOCALIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MIRINGUAVA.....	65
FIGURA 3.2- IMAGENS COM DIFERENTES USOS E OCUPAÇÕES DO SOLO DA ÁREA DA BACIA HIDROGRÁFICA ESTUDADA.....	68
FIGURA 3.3 - MAPA COM DIFERENTES TIPOS DE SOLO NA ÁREA ESTUDADA.....	70
FIGURA 3.4 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E PONTOS DE MONITORAMENTO.....	76
FIGURA 3.5 - IMAGENS DOS PONTOS DE MONITORAMENTO.....	78
FIGURA 3.6 - TRABALHOS DE AMOSTRAGENS DE ÁGUAS SUPERFICIAIS.....	80
FIGURA 4.1 - IMAGENS AÉREAS DO PONTO DE MONITORAMENTO PM110 AO LONGO DOS ANOS 2010 (a), 2013(b) e 2017 (c).....	84
FIGURA 4.2 - MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO ANO DE 2006.....	85
FIGURA 4.3 - MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO ANO DE 2013.....	86
FIGURA 4.4 - MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BH DO PM114.....	88
FIGURA 4.5 - VISTA AÉREA PARCIAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PM114 EM 2018.....	89
FIGURA 4.6 - MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BH DO PM115.....	90
FIGURA 4.7 - VISTA AÉREA PARCIAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PM115 EM 2018.....	91
FIGURA 4.8 - MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BH DO PM116.....	92
FIGURA 4.9 - VISTA AÉREA PARCIAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PM116 EM 2018.....	93
FIGURA 4.10 - MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BH DO PM117.....	94
FIGURA 4.11 - VISTA AÉREA PARCIAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PM117 EM 2018.....	95

FIGURA 4.12 - MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BH DO PM118.....	96
FIGURA 4.13 - VISTA AÉREA PARCIAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PM118 EM 2018.....	97

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 3.1 - SÉRIE HISTÓRICA COM OS VALORES DE PRECIPITAÇÃO NO PERÍODO DE REALIZAÇÃO DOS ESTUDOS.....	72
GRÁFICO 4.1 - VALORES DO PARÂMETRO OD NOS PONTOS AMOSTRAIS AO LONGO DA SÉRIE HISTÓRICA DE FEVEREIRO DE 2014 A NOVEMBRO DE 2017, COM VMP EM DESTAQUE.....	99
GRÁFICO 4.2 - VALORES DO PARÂMETRO PH NOS PONTOS AMOSTRAIS AO LONGO DA SÉRIE HISTÓRICA DE FEVEREIRO DE 2014 A NOVEMBRO DE 2017, COM A FAIXA DO VMP EM DESTAQUE...	101
GRÁFICO 4.3 - VALORES DO PARÂMETRO DQO NOS PONTOS AMOSTRAIS AO LONGO DA SÉRIE HISTÓRICA DE FEVEREIRO DE 2014 A NOVEMBRO DE 2017, COM VMP EM DESTAQUE.....	104
GRÁFICO 4.4 - VALORES DO PARÂMETRO N NOS PONTOS AMOSTRAIS AO LONGO DA SÉRIE HISTÓRICA DE FEVEREIRO DE 2014 A NOVEMBRO DE 2017, COM VMP EM DESTAQUE.....	106
GRÁFICO 4.5 - VALORES DO PARÂMETRO FÓSFORO NOS PONTOS AMOSTRAIS AO LONGO DA SÉRIE HISTÓRICA DE FEVEREIRO DE 2014 A NOVEMBRO DE 2017, COM O VMP EM DESTAQUE.....	107
GRÁFICO 4.6 - VALOR DO PARÂMETRO SÓLIDOS DISSOLVIDOS NOS PONTOS AMOSTRAIS AO LONGO DA SÉRIE HISTÓRICA DE FEVEREIRO DE 2014 A NOVEMBRO DE 2017, COM VMP EM DESTAQUE.....	108
GRÁFICO 4.7 - VALOR DO PARÂMETRO TURBIDEZ NOS PONTOS AMOSTRAIS AO LONGO DA SÉRIE HISTÓRICA DE FEVEREIRO DE 2014 A NOVEMBRO DE 2017, COM VMP EM DESTAQUE.....	109
GRÁFICO 4.8 - VALORES DO PARÂMETRO E. COLI NOS PONTOS AMOSTRAIS AO LONGO DA SÉRIE HISTÓRICA DE FEVEREIRO DE 2014 A NOVEMBRO DE 2017, COM VMP EM DESTAQUE.....	111
GRÁFICO 4.9 - VALORES DO PARÂMETRO ALUMÍNIO NOS PONTOS AMOSTRAIS AO LONGO DA SÉRIE HISTÓRICA DE FEVEREIRO	

DE 2014 ATÉ NOVEMBRO DE 2017, COM O VMP EM DESTAQUE.....	114
GRÁFICO 4.10 - VALORES DO PARÂMETRO COBRE NOS PONTOS AMOSTRAIS DE FEVEREIRO DE 2014 ATÉ NOVEMBRO DE 2017, COM O VMP.....	116
GRÁFICO 4.11 - VALORES PARA O PARÂMETRO FERRO NOS PONTOS AMOSTRAIS DURANTE A REALIZAÇÃO DO ESTUDO, COM O VMP INDICADO EM VERMELHO.....	119
GRÁFICO 4.12 - VALORES PARA O PARÂMETRO ALDRIN NOS PONTOS AMOSTRAIS DURANTE A REALIZAÇÃO DO ESTUDO, COM O VMP INDICADO EM VERMELHO.....	122
GRÁFICO 4.13 - VALORES PARA O PARÂMETRO ENDRIN NOS PONTOS AMOSTRAIS DURANTE A REALIZAÇÃO DO ESTUDO, COM O VMP INDICADO EM VERMELHO.....	124
GRÁFICO 4.14 - VALORES PARA O PARÂMETRO DDT NOS PONTOS AMOSTRAIS DURANTE A REALIZAÇÃO DO ESTUDO, COM O VMP INDICADO EM VERMELHO.....	125
GRÁFICO 4.15 - VALORES PARA O PARÂMETRO PAH's NOS PONTOS AMOSTRAIS DURANTE A REALIZAÇÃO DO ESTUDO, COM O VMP INDICADO EM VERMELHO.....	127

LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1 - CLASSIFICAÇÕES E USOS DAS ÁGUAS DOCES DE ACORDO COM RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005.....	37
TABELA 3.1 - PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS GERAIS DA FUTURA BARRAGEM MIRINGUAVA E BACIA DE DRENAGEM.....	68
TABELA 3.2 - CARACTERÍSTICAS DAS COMUNIDADES RURAIS NA ÁREA DA FUTURA BARRAGEM MIRINGUAVA EM RELAÇÃO À PRODUÇÃO DE FRANGO.....	73
TABELA 3.3 - CARACTERÍSTICAS DAS COMUNIDADES RURAIS NA ÁREA DA FUTURA BARRAGEM MIRINGUAVA EM RELAÇÃO À AGRICULTURA.....	74
TABELA 3.4 - NÚMERO DE ANIMAIS EM FUNÇÃO DA COMUNIDADE E TIPO DE REBANHO NA ÁREA DA FUTURA BARRAGEM MIRINGUAVA	74
TABELA 3.5 - IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS DE MONITORAMENTO COM RESPECTIVOS NÚMEROS E LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA (UTM).....	77
TABELA 3.6 - DATAS DAS AMOSTRAGENS.....	79
TABELA 3.7 - PARÂMETROS ANALISADOS COM OS VALORES MÁXIMOS E MÍNIMOS PERMITIDOS E LIMITES QUÍMICOS DO MÉTODO	81
TABELA 3.8 - CLASSES DE USOS E OCUPAÇÕES DO SOLO PROPOSTAS PARA ANÁLISE ESPACIAL.....	82
TABELA 4.1 - VARIAÇÃO AO LONGO DO TEMPO (2006-2013) NO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA DO FUTURO RESERVATÓRIO MIRINGUAVA.....	86
TABELA 4.2 - USO E OCUPAÇÃO DO SOLO ÁREA E PORCENTAGEM DAS DIFERENTES TIPOLOGIAS NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA PM114.....	88

TABELA 4.3 - USO E OCUPAÇÃO DO SOLO ÁREA E PORCENTAGEM DAS DIFERENTES TIPOLOGIAS NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA PM115.....	90
TABELA 4.4 - USO E OCUPAÇÃO DO SOLO ÁREA E PORCENTAGEM DAS DIFERENTES TIPOLOGIAS NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA PM116.....	92
TABELA 4.5 - USO E OCUPAÇÃO DO SOLO ÁREA E PORCENTAGEM DAS DIFERENTES TIPOLOGIAS NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA PM117.....	94
TABELA 4.6 - USO E OCUPAÇÃO DO SOLO ÁREA E PORCENTAGEM DAS DIFERENTES TIPOLOGIAS NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA PM118.....	96
TABELA 4.7 - VALORES MÉDIOS, MÁXIMOS E MÍNIMOS EM DIFERENTES LITERATURAS E SUAS RESPECTIVAS CARACTERÍSTICAS PARA O ALUMÍNIO.....	114
TABELA 4.8 - VALORES ENCONTRADOS EM DIFERENTES REFERÊNCIAS DO PARÂMETRO COBRE, COM AS CARACTERÍSTICAS DOS LOCAIS ESTUDADOS.....	117
TABELA 4.9 - VALORES MÉDIOS, MÁXIMOS E MÍNIMOS ENCONTRADOS EM DIFERENTES REFERÊNCIAS PARA O PARÂMETRO FERRO, COM AS CARACTERÍSTICAS DOS LOCAIS ESTUDADOS.....	120
TABELA 4.10 - VALORES ENCONTRADOS EM DIFERENTES REFERÊNCIAS DO PARÂMETRO ALDRIN, COM AS CARACTERÍSTICAS DOS LOCAIS ESTUDADOS.....	122

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

ADAPAR	- Agência de Defesa Agropecuária do Paraná
ANVISA	- Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APP	- Área de Preservação Permanente
BH	- Bacia Hidrográfica
CETESB	- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
COALIAR	- Comitê das Bacias do Alto Iguaçu e afluentes do Alto Ribeira
CONAMA	- Conselho Nacional de Meio Ambiente
CPRA	- Centro Paranaense de Referência em Agroecologia
DBO	- Demanda Bioquímica de Oxigênio
DDT	- Diclorodifeniltricloroetano
DQO	- Demanda Química de Oxigênio
EIA	- Estudo de Impacto Ambiental
ETA	- Estação de Tratamento de Água
FDA	- Food and Drug Administration
HC	- Hidrocarboneto
HCH	- Hexaclorociclohexano
IAP	- Instituto Ambiental do Paraná
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IQA	- Índice de Qualidade da Água
IT/LAB	- Instrução de Trabalho Laboratorial
MS	- Ministério da Saúde
OC	- Organoclorados
OD	- Oxigênio Dissolvido
ODS	- Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OMS	- Organização Mundial de Saúde
ONU	- Organização das Nações Unidas
PAH's	- Hidrocarboneto Policíclico Aromático
pH	- Potencial Hidrogeniônico
PM	- Ponto de Monitoramento
POP's	- Poluentes Orgânicos Persistentes
RMC	- Região Metropolitana de Curitiba

SAA	- Sistema de Abastecimento de Água
SAIC	- Sistema de Abastecimento Integrado de Curitiba e Região
SANEPAR	- Companhia de Saneamento do Paraná
SENAI-PR	- Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – Paraná
SISAGUA	- Sistema de Informações sobre Qualidade da Água para Consumo Humano
SNS	- Sistema Normativo Sanepar
SUS	- Sistema Único de Saúde
THM	- Trihalometanos
USAV	- Unidade de Avaliação e Conformidade
UTM	- Universal Transversa de Mercator
VIGIAGUA	- Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano
VMP	- Valor Máximo Permitido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
1.1	OBJETIVOS.....	22
1.1.1	Objetivo Geral.....	22
1.1.2	Objetivos Específicos.....	22
2	REVISÃO DE LITERATURA	23
2.1	IMPORTÂNCIA DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	23
2.2	POLUIÇÃO AMBIENTAL E OS IMPACTOS NOS AMBIENTES AQUÁTICOS.....	28
2.3	MONITORAMENTO AMBIENTAL DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	31
2.4	PADRÕES DE CONTROLE E PARAMÊTROS DA QUALIDADE DA ÁGUA.....	36
2.4.1	Parâmetros Físicos	39
2.4.1.1	Turbidez.....	39
2.4.1.2	Temperatura	40
2.4.1.3	Condutividade.....	40
2.4.1.4	Transparência	40
2.4.2	Parâmetros Químicos.....	41
2.4.2.1	Oxigênio Dissolvido (OD).....	41
2.4.2.2	Demanda Química de Oxigênio (DQO).....	41
2.4.2.3	Potencial Hidrogeniônico (pH).....	41
2.4.3	Parâmetros Microbiológicos.....	42
2.4.4	Nutrientes.....	42
2.4.4.1	Nitrogênio	43
2.4.4.2	Fósforo.....	43
2.4.5	Metais Pesados.....	44
2.4.5.1	Metais	44
2.4.5.1.1	Alumínio	44
2.4.5.1.2	Bário.....	45
2.4.5.1.3	Berílio.....	45
2.4.5.1.4	Cádmio.....	46

2.4.5.1.5	Cobalto.....	46
2.4.5.1.6	Cobre.....	46
2.4.5.1.7	Cromo.....	47
2.4.5.1.8	Chumbo.....	47
2.4.5.1.9	Ferro.....	48
2.4.5.1.10	Lítio.....	49
2.4.5.1.11	Manganês.....	49
2.4.5.1.12	Mercúrio.....	50
2.4.5.1.13	Níquel.....	50
2.4.5.1.14	Prata.....	50
2.4.5.1.15	Urânio.....	51
2.4.5.1.16	Vanádio.....	51
2.4.5.1.17	Zinco.....	51
2.4.5.2	Não Metais.....	51
2.4.5.2.1	Fósforo.....	51
2.4.5.2.2	Selênio.....	52
2.4.5.3	Semimetais (Metaloides).....	52
2.4.5.3.1	Antimônio.....	52
2.4.5.3.2	Arsênio.....	52
2.4.5.3.3	Boro.....	53
2.4.6	Parâmetros Orgânicos.....	53
2.4.6.1	Hidrocarbonetos.....	54
2.4.6.1.1	Estireno.....	54
2.5.6.1.2	Etilbenzeno.....	54
2.5.6.1.3	Tetracloroeto de Carbono.....	54
2.5.6.1.4	Tetracloroetano.....	54
2.5.6.1.5	Tolueno.....	55
2.5.6.1.6	Triclorobenzeno.....	55
2.5.6.1.7	Tricloroetano.....	55
2.5.6.1.8	Xileno.....	55
2.5.6.2	Hidrocarboneto Policíclico Aromático (HPA's).....	55

2.5.6.3	Organoclorados.....	57
2.5.6.3.1	1,1 Dicloroetano.....	57
2.5.6.3.2	1,2 Dicloroetano.....	57
2.5.6.3.3	Alaclor.....	58
2.5.6.3.4	Aldrin + Dieldrin.....	58
2.5.6.3.5	Atrazina.....	59
2.5.6.3.6	Clordano (Isômeros).....	59
2.5.6.3.7	DDT (Isômeros Totais DDE/DDD/DDT).....	59
2.5.6.3.8	Diclorometano.....	60
2.5.6.3.9	Dodecacloropentaciclodecano (Mirex).....	60
2.5.6.3.10	Endossulfan (I+II+sulfato).....	60
2.5.6.3.11	Endrin.....	61
2.5.6.3.12	Heptacloro e Heptacloro Epóxido.....	62
2.5.6.3.13	Hexaclorobenzeno.....	62
2.5.6.3.14	Lindano.....	62
2.5.6.3.15	Metoxicloro.....	63
2.5.6.3.16	Permetrina.....	64
2.5.6.3.17	Simazina.....	64
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	65
3.1	ÁREA DE ESTUDO.....	65
3.2	CARACTERÍSTICAS GERAIS.....	68
3.3	AMOSTRAGEM.....	75
3.4	ANÁLISE DOS DIFERENTES USOS E OCUPAÇÕES DO SOLO.....	82
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	84
4.1	ANÁLISE ESPACIAL DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DA FUTURA BARRAGEM MIRINGUAVA.....	84
4.1.1	Uso e ocupação do solo na BH do PM114.....	87
4.1.2	Uso e ocupação do solo na BH do PM115.....	89
4.1.3	Uso e ocupação do solo na BH do PM116.....	91
4.1.4	Uso e ocupação do solo na BH do PM117.....	93
4.1.5	Uso e ocupação do solo na BH do PM118.....	95

4.2 ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA NOS PRINCIPAIS AFLUENTES NA FUTURA BARRAGEM MIRINGUAVA.....	97
4.2.1 Oxigênio Dissolvido (OD).....	98
4.2.2 Potencial Hidrogeniônico (pH).....	100
4.2.3 DQO.....	102
4.2.4 Nitrogênio.....	104
4.2.5 Fósforo.....	106
4.2.6 Sólidos Dissolvidos	107
4.2.7 Turbidez.....	108
4.2.8 Escherichia Coli	110
4.2.9 Alumínio.....	112
4.2.10 Cobre.....	115
4.2.11 Ferro.....	118
4.2.12 Aldrin + Dieldrin.....	121
4.2.13 Endrin.....	123
4.2.14 DDT.....	125
4.2.15 PAH.....	126
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	128
5.1 SUGESTÕES E ORIENTAÇÕES FUTURAS	130
5.1.1 AGROECOLOGIA.....	130
5.1.2 EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....	131
5.1.3 SUB-BACIAS PRIORITÁRIAS.....	132
6 CONCLUSÕES.....	135
REFERÊNCIAS	136

1 INTRODUÇÃO

A população paranaense está em crescimento, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE). No censo realizado pelo Instituto em 2010, o Paraná tinha 10.444.526 habitantes, sendo que na estimativa populacional realizada em 2017 a população subiu para 11.320.892 habitantes (IBGE, 2017). O crescimento populacional, principalmente quando se dá de modo desordenado e não planejado em sinergia com o desenvolvimento e aperfeiçoamento das atividades humanas, coloca em risco a qualidade do meio ambiente, em especial os recursos hídricos.

O ser humano é totalmente dependente da água, necessitando deste recurso para uma diversa gama de usos, como alimentação, higiene, produção, e também o afastamento e a diluição dos efluentes, tanto domésticos como industriais. Sendo o recurso natural mais utilizado pelo homem, com seu uso crescendo com o aumento populacional e consumo per capita, desenvolvimento industrial e outras atividades antrópicas (ANDREOLI et al., 2011).

Anido (2002) relata a importância da conservação do meio ambiente e dos recursos naturais, o extremo valor de conhecer em detalhes o funcionamento dos ecossistemas e os diversos fatores que atuam sobre ele, a fim de obter referenciais que permitam a avaliação da magnitude dos impactos ambientais decorrentes das intervenções humanas sobre os mesmos. A ação antrópica e fenômenos naturais influenciam diretamente na qualidade da água, que é determinada em função das condições naturais e do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica (VON SPERLING, 2005). Com a forma de uso, ocupação e manejo da bacia hidrográfica refletindo diretamente na qualidade da água (MERTEN; MINELLA, 2002; ANDREOLI et al., 2011).

A utilização da água para um determinado propósito deve evitar conflitar com os diversos usos possíveis, entre os quais figuram aspectos culturais, atividades recreativas e a preservação da diversidade biológica. Surgindo assim, a necessidade de monitorar os cursos hídricos a fim de disponibilizar informações que permitam propor medidas adequadas de manejo para manter os ambientes aquáticos com qualidade ecológica e garantia para todos os usos. A avaliação da qualidade das águas numa bacia hidrográfica é de fundamental importância para

assegurar o gerenciamento sustentado dos recursos hídricos e seus múltiplos usos (STRIEDER et al., 2003).

Para poder suprir a crescente demanda pelos recursos hídricos, principalmente em locais com grandes pressões impostas pelo crescimento urbano, industrial e agrícola com a demanda crescendo em maior proporção que o crescimento populacional e com a disponibilidade hídrica irregular e restrita, (ANDREOLI et al., 2011), faz-se necessária a construção de barragens de acumulação de água com seus respectivos reservatórios, para regularizar a vazão de abastecimento durante períodos críticos.

Com a construção da barragem do rio Miringuava, cuja conclusão está prevista para 2019, com investimentos na ordem de R\$ 147.800.000,00 (Cento e quarenta e sete milhões e oitocentos mil reais) e o completo enchimento do reservatório, previsto para 2020, o Sistema de Abastecimento de Água (SAA) passa a receber a contribuição de 2,00 m³/s projetado para essa barragem (SANEPAR, 2002).

Sendo assim, o presente trabalho traz uma análise da qualidade da água nos principais afluentes da futura barragem do rio Miringuava, conforme estipulados no licenciamento ambiental do empreendimento, realiza uma avaliação temporal do uso e ocupação do solo da bacia de contribuição da barragem, com ênfase nas sub-bacias monitoradas e fornece subsídios para tomadas de decisões que busquem a gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos, tanto em quesitos de qualidade como de quantidade.

Muitos mananciais utilizados para o abastecimento público têm apresentado um crescente e progressivo grau de deterioração das suas águas, tanto qualitativa quanto quantitativamente. De acordo com ANDREOLI e LARA (2003); VIEIRA et al., (2005), a diminuição da qualidade da água bruta tem como algumas consequências, o aumento do consumo de produtos químicos utilizados nos processos de tratamento e um maior tempo de detenção hidráulica e de manutenção nos sistemas de filtragem. Tal situação acaba tornando o tratamento mais dispendioso, aumentando os custos de operação e o consumo de recursos, podendo acarretar em um incremento na formação de subprodutos e na produção de resíduos.

O monitoramento da qualidade da água dos principais afluentes do futuro reservatório Miringuava é parte condicionante do licenciamento ambiental, e consta nas condicionantes da Licença de Instalação nº 29270, datada de 16/01/2014, do

Instituto Ambiental do Paraná - IAP de acordo com a legislação vigente. Entre as condicionantes destacam-se: a) Programa de Monitoramento da Qualidade da Água; b) Programa de Monitoramento Limnológico; c) Detalhamento no PBA – Programa de Monitoramento e Avaliação da Água, a metodologia que será adotada, frequência de coletas, números e localizações das estações de amostragem, definição dos parâmetros a serem analisados e apontar os critérios na escolha das estações de monitoramento; d) Realização de análises das águas do rio Miringuava e dos efluentes e identificar a existência de agrotóxicos e/ou outros produtos tóxicos.

Desta maneira a concretização deste trabalho de pesquisa possui importância, tanto ambiental, quanto em atendimento às exigências legais do órgão licenciador, justificando-se a sua realização para gerar conhecimentos, indagações e respostas referentes às diferentes situações inerentes à qualidade da água naquela situação.

Como a área onde está sendo construído o futuro reservatório Miringuava possui um perfil voltado basicamente para atividades agrícolas, a maior preocupação com a qualidade da água é com possíveis impactos de contaminantes, tais como agrotóxicos, hidrocarbonetos, metais pesados e nutrientes que possam gerar problemas na qualidade da água para abastecimento público.

1.1 OBJETIVOS

Objetivo geral

Analisar a qualidade da água dos principais afluentes da futura barragem para abastecimento público Miringuava.

Objetivos específicos

- a) Levantar os resultados dos parâmetros de qualidade da água no período de 2014 – 2017;
- b) Avaliar a qualidade da água dos afluentes da barragem;
- c) Identificar as diferentes variáveis e inter-relações que influenciam nas condições da qualidade da água;
- d) Fornecer elementos para subsidiar a tomada de decisões visando a gestão ambiental dos recursos hídricos;

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 IMPORTÂNCIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

Segundo UNEP (2017), os ecossistemas de água doce, como rios, aquíferos e lagos são indispensáveis para a vida em nosso planeta, fornecem uma série de serviços fundamentais e benefícios para a sociedade, o ambiente e a economia, que incluem: água para alimentos e bebida, produção e fabricação de energia; serviços reguladores como purificação de água e regulação do clima e do risco natural; serviços de habitat e serviços culturais como recreação, turismo e experiências espirituais. Como tal, os ecossistemas de água doce são essenciais para o desenvolvimento sustentável, a paz e a segurança e o bem-estar humano.

A água é um elemento vital à vida humana, constituindo um bem natural (HELLER, 2006), representando cerca de 70% da crosta terrestre. Além disso, é, segundo Corbi et al. (2006), um item essencial à existência da vida no planeta, sendo necessário para a sobrevivência de diversas espécies. Porém, o uso dos recursos hídricos com a qualidade comprometida pode comprometer a saúde pública, uma vez que conforme explica Andreoli; Lara (2003), os seres vivos refletem as peculiaridades do meio em que vivem, onde através do processo de bioacumulação concentram-se as substâncias existentes na água que a sociedade utiliza.

Assim, Marmitt;Hupffer (2016), preconizam que o Estado deve tutelar a água de maneira particular, devido à sua função extremamente fundamental à vida e ao bem estar das pessoas. Para garantir o acesso a todos com qualidade a função preventiva deve ser empregada, evitando riscos e qualquer dano que a água contaminada, fora dos padrões de qualidade, pode originar, através de exigências legais e planos públicos de proteção e cuidados ambientais.

Loucks et al. (2005) descreve que os recursos hídricos são especiais, naturalmente bonitos, que as pessoas gostam de morar e passar férias perto de rios, lagos e costas. A água também é poderosa, segundo o autor, pode erodir a rocha, alterar paisagens existentes e formar novas. Ele destaca que a vida no planeta depende da água. A maioria das atividades econômicas consome água, todos os alimentos que são cultivados, processados e consumidos demandam o uso de água.

Grande parte dos resíduos produzidos pela sociedade é transportado e assimilado pela água. A importância da água para o bem-estar da sociedade é essencial.

De acordo com a Política Nacional de Recursos Hídricos, conhecida como Lei das Águas, no seu art. 1º, a água é um bem de domínio público, limitado, dotado de valor econômico, consumo humano e dessedentação de animais como prioridade, a bacia hidrográfica como unidade territorial e a gestão deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas e ser descentralizada (BRASIL, 1997).

A manutenção da qualidade e da quantidade dos recursos hídricos é de suma importância para o sucesso da vida humana. Devendo honrar o compromisso de manter prioritariamente o abastecimento humano em caso de falta de água. O constituinte inorgânico mais abundante na matéria viva, mais de 60% do peso de um ser humano é constituído por água em alguns animais aquáticos esta porcentagem pode chegar a 98% (VON SPERLING, 2005).

Os recursos hídricos possuem uma disposição variável ao longo do tempo e do espaço na Terra, mas com um volume relativamente constante e uma distribuição bastante desequilibrada entre os diferentes compartimentos como rios, aquíferos, oceanos e lagos. A distribuição da água disponível na Terra, que possui um volume total de aproximadamente $1,36 \times 10^{18} \text{ m}^3$, se dá da seguinte maneira: 97% da água nos mares e oceanos; 2,2 % nas geleiras e apenas 0,8% é de água doce; que pode ser utilizada para o abastecimento mais facilmente. E dentro deste pequeno percentual restante, as águas superficiais representam apenas 3% do total das águas doces, com o remanescente sendo água subterrânea, o que ressalta a grande importância de preservar os recursos hídricos e evitar a poluição da menor porcentagem mais facilmente disponível (VON SPERLING, 2005; LOUCKS et al, 2005; HELLER 2006, BRAGA et al, 2007).

A importância da água para a localização, sobrevivência e o desenvolvimento das sociedades é de conhecimento unânime, bem como a disponibilidade insuficiente para atender à demanda crescente e necessária em algumas regiões do planeta (HELLER, 2006; ARENAS et al, 2017).

Estudos sobre as ruínas do povo Inca demonstraram o conhecimento adquirido em engenharia sanitária, com eficientes sistemas de esgotamento sanitário e drenagem pluvial, reservatórios de água e casas de banho, condutos

escavados nas rochas transportavam a água às instalações, melhorando a saúde da população, gerando prosperidade e desenvolvimento (HELLER, 2006).

As diferentes necessidades de uso da água, tanto em qualidade como em quantidade, foram se tornando cada vez mais exigentes e diversificadas ao longo dos tempos, constatando múltiplos usos exigidos pelas populações e atividades econômicas, atendendo a diferentes interesses. (ANDREOLI: LARA, 2003; HELLER, 2006).

Macedo (2006) indica os principais usos das águas: abastecimento público e industrial, irrigação, dessedentação de animais, aquicultura, preservação da flora e da fauna, recreação e lazer, harmonia paisagística, geração de energia elétrica, navegação, diluição e transporte de despejos. Ressaltando que os usos consuntivos de abastecimento doméstico, industrial, irrigação e dessedentação de animais, levam à retirada de água do recurso hídrico, já os demais usos são realizados dentro do próprio recurso hídrico e denominados não consultivo. Desta forma, os diferentes usos do abastecimento devem ser avaliados nas condições de menor disponibilidade hídrica (ANDREOLI et al., 2011).

O abastecimento humano é o uso mais nobre e prioritário, com a água devendo exibir condições toxicológicas e sanitárias adequadas, tais como isenta de substâncias tóxicas e organismos patogênicos para preservar o bem-estar e evitar danos à saúde humana (BRAGA et al., 2007). Heller (2006) expõe que o sistema de fornecimento deve ser adequado à distribuição de forma acessível de água de qualidade e com regularidade, devendo garantir a oferta durante situações críticas, evitando conflitos entre os diferentes tipos de usos na bacia do manancial e levando em consideração as presentes e futuras gerações.

Segundo SANEPAR (2013) no ano de 1975, foi desenvolvido pela primeira vez, o Plano Diretor de Abastecimento de Água e Controle de Poluição para a RMC, com um horizonte de projeto de 30 anos, apresentando uma sequência de obras de aproveitamento hídrico, como barramento nos rios Piraquara I, Passaúna, Miringuava, entre outras.

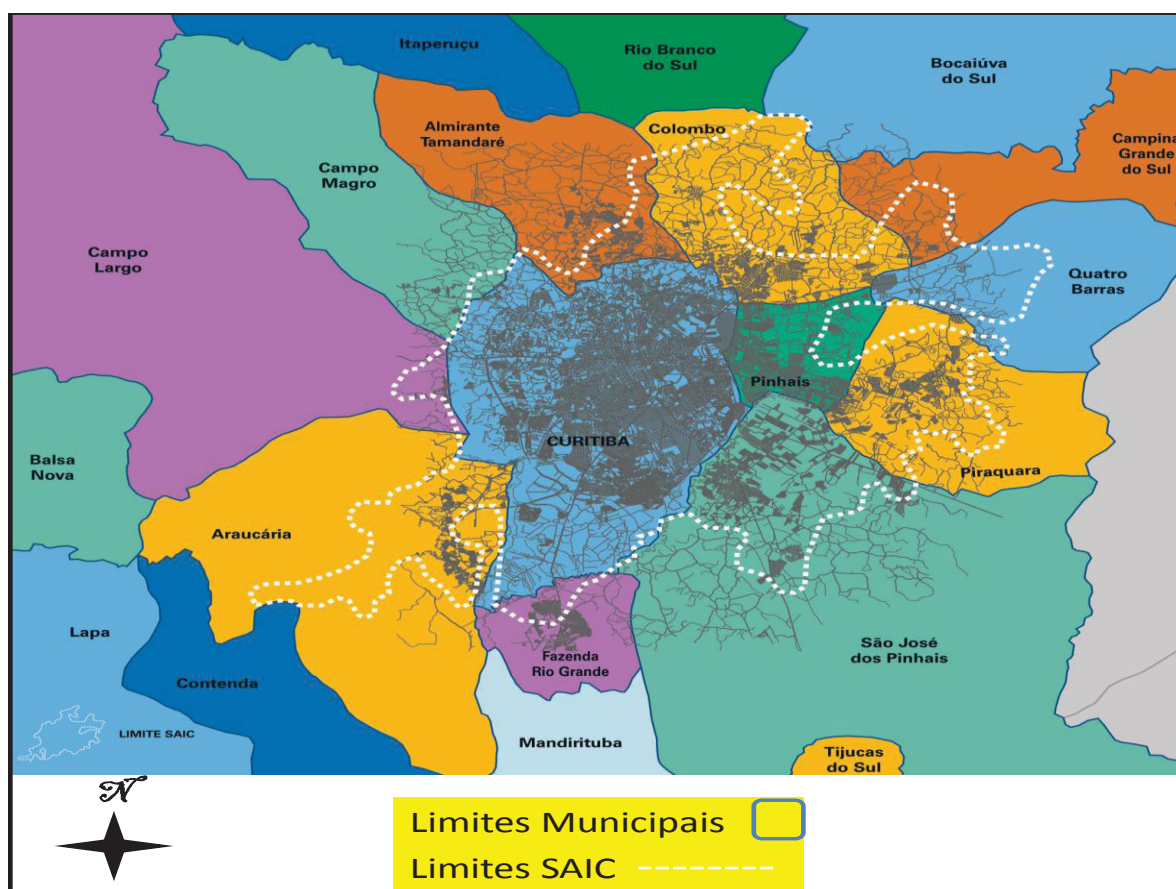
Estudos para reavaliar e atualizar os planos foram efetuados nos anos de 1980, 1991, 2000 e 2011. O Sistema de Abastecimento Integrado de Curitiba e Região Metropolitana (SAIC) é um complexo de interligações entre os diversos equipamentos, que permite a conexão entre a maioria das unidades propiciando maior flexibilização operacional. É responsável pelo abastecimento com água tratada

dos municípios de Almirante Tamandaré, Araucária, Campina Grande do Sul, Colombo, Curitiba, Fazenda Rio Grande, Pinhais, Piraquara, Quatro Barras e São José dos Pinhais. Com a SANEPAR enfrentando o desafio de fornecer diariamente água com qualidade e quantidade suficiente para suprir a demanda.

Na Figura 2.1 é possível visualizar o limite do complexo sistema de interligações e equipamentos que operam para garantir a captação o tratamento e a distribuição de água tratada para a população atendida.

Deve-se destacar o montante de investimentos na ordem de R\$ 550 milhões, a serem aplicados na ampliação e manutenção do sistema até o ano de 2040, que foi o horizonte do estudo, e a perspectivas das projeções demográficas em torno de 4 milhões e 100 mil habitantes em Curitiba e região, somente na capital a projeção é de 2.361.306 habitantes. O valor para a demanda média em 2040, ficará em torno de 10.973 l/s, a demanda máxima por dia e por hora de 13.168 e 19.752 l/s, respectivamente.

FIGURA 2.1 - MUNICÍPIOS ATENDIDOS PELO SAIC.



Fonte: Adaptado de SANEPAR, 2013.

No ano de 2015, a Organizações das Nações Unidas (ONU) lançou a agenda de desenvolvimento sustentável, derivando novos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), sendo o objetivo 6 o de assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos, através das metas de acesso universal à água potável, saneamento e higiene adequados e especial atenção às mulheres e meninas e daqueles em situação de vulnerabilidade, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, aumentar a eficiência do abastecimento de água para reduzir o número de pessoas que sofrem com a escassez, implementar a gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis, proteger e restaurar ecossistemas relacionados à água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos, ampliar a cooperação internacional e o apoio à capacitação para os países em desenvolvimento e apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais, para melhorar a gestão da água e do saneamento com prazo até 2030 (ONU, 2015). Com a SANEPAR signatária dos ODS.

De acordo com UNEP (2018) o acesso à água na maior cidade da África do Sul, Cidade do Cabo, era considerado seguro, mas após quase três anos de seca recorde combinado à explosão demográfica que não acompanhou os investimentos em infraestrutura e ao clima irregular, viveu uma grave crise hídrica, com um cenário nunca vivenciado por uma grande cidade desenvolvida no século XXI. Tal situação, levou ao chamado “Dia Zero”, já que a capacidade de reservação estava em 13,5%, o que impossibilitava o abastecimento público. Após medidas severas, como por exemplo, a limitação de 50 litros de água por dia por habitante, o fornecimento de água foi mantido.

Desta maneira, a crise da água deve ser encarada como consequência do mau uso e a apropriação inadequada dos recursos hídricos, que levam à deterioração da qualidade da água e também à redução da quantidade dos recursos hídricos (ANDREOLI et al., 2011).

2.2 POLUIÇÃO AMBIENTAL E O IMPACTO NOS AMBIENTES AQUÁTICOS

UNEP (2017) descreve que os ecossistemas de água doce enfrentam graves pressões afetando a capacidade de fornecer os seus serviços essenciais, com essas pressões incluindo a poluição como resultado do desenvolvimento socioeconômico e são agravados pelos impactos das mudanças climáticas.

As alterações geradas pelas atividades humanas, que promovem danos à natureza, acarretam em modificações no meio, ocasionando desequilíbrios e provocando um equilíbrio novo e diferente do anterior. Como resultado destes desequilíbrios, advindos das atividades antrópicas, poluição e contaminação do meio ambiente.

Alguns dos resíduos produzidos, mesmo em quantidades muito pequenas, podem ter efeitos significativos nos recursos, podendo impactar tanto no âmbito local como a longas distâncias dos próprios pontos de descarga e emissões. A forma de contaminação, por sua vez, pode se dar através da poluição crônica, que libera "pequenas" concentrações e "constantemente" no ambiente (óleo e combustíveis das máquinas, saídas de esgotos, lixões, etc.), bem como da poluição aguda, a qual emite grandes quantidades de poluentes de uma só vez (derramamento de petróleo de navios, tombamento de carga tóxica, etc.), afetando significativamente as condições biológicas e também físico químicas (MACEDO, 2006, BRAGA et al., 2007).

Segundo a Política Nacional de Meio Ambiente, instituída pela Lei No 6.938, do ano de 1981, entende-se por poluição a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente prejudiquem o bem-estar, a segurança e a saúde da população, resultem em situações adversas às atividades econômicas e sociais, afetem as condições do ambiente, tanto sanitárias quanto estéticas e a biota e lancem energia ou matéria em desconformidade com os padrões estabelecidos (BRASIL, 1981).

Já os autores Braga et. al. (2007) descrevem poluição como uma mudança indesejável nas características químicas, físicas e biológicas da hidrosfera e também atmosfera e litosfera, que possa deteriorar materiais e causar prejuízos à sobrevivência e a atividades humanas e de outras espécies, além de incluir também as alterações provocadas pelas atividades e intervenções humanas no ambiente. E os poluentes os resíduos gerados pelas atividades antrópicas que causam impactos

ambientais negativos e alterações indesejáveis. Com as fontes poluidoras divididas em localizadas ou pontuais, com lançamentos individualizados, localizados e controlado de maneira mais eficiente, e as fontes dispersas ou difusas, que não possuem um ponto de lançamento específico, sendo mais difícil a sua localização e controle.

Pode-se dividir os poluentes aquáticos de acordo com o seu tipo de resíduo, tais como orgânicos, minerais, tóxicos, atômicos e mistos (MACEDO, 2006). Heller (2006) classifica poluentes como de natureza biológica, química, física e radiológica. Braga et al. (2006) propõem a divisão em sólidos em suspensão, calor, radioatividade, nutrientes, poluentes orgânicos biodegradáveis, metais, organismos patogênicos, poluentes orgânicos recalcitrantes ou refratários, subdivididos em defensivos agrícolas, detergentes sintéticos e petróleo. Para a realização deste estudo adotamos a tipificação dos poluentes em físicos, químicos, microbiológicos, nutrientes, metais pesados e orgânicos.

A contaminação dos mananciais tem uma importante fonte na atividade agropecuária, uma tarefa com alto poder degenerador. Agroquímicos, nutrientes, sedimentos e dejetos de animais vão ocasionar poluição resultantes do deflúvio superficial agrícola (MERTEN; MINELLA, 2002).

Por outro lado, os poluentes conservativos não estão sujeitos aos ataques bacterianos nem a qualquer outro tipo de degradação. Pelo contrário, são bioacumulativos e biomagnificativos. Com a biomagnificação sendo usualmente definida como a transferência de um xenobiótico químico do alimento para um organismo, através da síntese dos tecidos ou gorduras, resultando geralmente em uma maior concentração no organismo do que na fonte, consistindo em um incremento na concentração entre os níveis tróficos, e bioconcentração a tomada de um químico pelo organismo diretamente do ambiente abiótico e/ou bióticos (alimento) resultando em uma maior concentração no organismo de todas as fontes (GRAY, 2002; BRAGA et al., 2007; BAIRD & CANN, 2011). Esses poluentes são principalmente os metais pesados, como o mercúrio, o cádmio, o chumbo e o zinco; os hidrocarbonetos organoclorados, como inseticidas (DTT) e produtos químicos industriais do grupo dos PCBs (bifenilas policloradas); e os produtos radioativos (MACEDO, 2006; BRAGA et al., 2007; BAIRD & CANN, 2011). De acordo com Macedo (2006), o nível de íons metálicos nos ecossistemas aquáticos naturais vem aumentando devido às atividades antrópicas desenvolvidas de maneira inadequada.

O processo de eutrofização em reservatórios com a ocorrência de intensas florações de algas é consequência da inter-relação entre vários fatores, tanto climatológicos, como hidrológicos, morfológicos, físico-químicos e biológicos que ocorrem tanto na bacia hidrográfica quanto no próprio reservatório (BOLLMANN; FREIRE, 2003; ANDREOLI et al., 2011). Com este crescimento reduzindo a disponibilidade de OD e conseqüentemente causando graves conseqüências ao meio aquático (MERTEN; MINELLA, 2002).

Nos reservatórios de abastecimento público situados na RMC (Altíssimo Iguaçu), apresentam-se condições favoráveis à ocorrência de floração de algas cianofíceas com a conseqüente degradação da qualidade das suas águas. Dentre os fatores relevantes, a disponibilidade de macro nutrientes tem sido apontada como chave para deflagrar os eventos de floração. A resolução deste problema tem como premissa básica o gerenciamento de ações visando a melhoria das condições das águas no seu reservatório, principalmente no que concerne ao controle do fósforo, que é o macro nutriente limitante ao crescimento das algas responsáveis pelas florações (ANDREOLI et al., 2011).

Os organoclorados possuem características de bioacumulação e biomagnificação. Uma característica comum dos organoclorados (OC) é a solubilidade geralmente alta em lipídios, o que é expresso como o coeficiente de partição octanol/água. Como resultado, altas concentrações de OC são encontradas nos lipídios e resíduos podem ser armazenados em depósitos de gordura dos organismos. Outra característica bem conhecida dos pesticidas organoclorados é a sua persistência no ambiente. Tal persistência é baseada na meia vida no ambiente físico e na meia vida no organismo (BLUS, 1995; BAIRD & CANN, 2011).

Segundo BAIRD & CANN (2011), existem várias razões para a bioacumulação de produtos químicos em sistemas biológicos. Muitos organoclorados são essencialmente muito mais solúveis em meios similares a hidrocarbonetos, como o tecido gorduroso dos peixes, do que em água. Assim, quando a água passa através das brânquias dos peixes, os compostos difundem de forma seletiva desde a água até a carne gordurosa, tornando-se aí mais concentrados. Sendo esse processo (que também afeta outros organismos além dos peixes) chamado bioconcentração

A situação geral da água provavelmente irá deteriorar-se ainda mais, resultado de diversos fatores tais como, crescimento populacional, mudanças no uso e ocupação do solo, urbanização e migração da zona rural para a urbana, além das mudanças climáticas, representando desafios nunca antes enfrentados. De acordo com Loucks et al. (2005) a água conecta todos esses campos e qualquer mudança nestas questões irá impactar este recurso.

2.3 MONITORAMENTO AMBIENTAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

Na Resolução CONAMA 357/2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o enquadramento, monitoramento é a verificação ou medição de critérios de quantidade e qualidade de água, que pode ser realizada de forma periódica ou contínua, com o acompanhamento da condição da qualidade e controle dos recursos hídricos (BRASIL, 2005).

Segundo Koehler e Asmus (2009) o monitoramento é um processo em que medições repetidas no tempo e no espaço são registradas para indicar variabilidade natural e modificações em parâmetros ambientais, sociais e econômicos. A mensuração destas mudanças contribui com a base de informações necessárias para os gestores avaliarem a efetividade de um plano de gestão e também avalia a eficiência das medidas de prevenção, mitigação e controle tomadas com base nas informações advindas do monitoramento. A integração de dados é um fator essencial nos processos de tomadas de decisão ou avaliação de planos, sendo que o compartilhamento e integração aumentam a utilidade e eficiência dos dados e possibilitam maior acesso às informações pelos atores envolvidos no processo tanto direta quanto indiretamente. Macedo (2006) define monitoramento como observações de medições contínuas e de avaliações para um fim determinado.

A Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR realiza o monitoramento mensal da qualidade da água bruta para o abastecimento público dos seus mananciais da RMC por meio do Índice de Qualidade da Água – IQA. Para compor o índice dos reservatórios são analisados oito parâmetros e atribuídos pesos para o produto matemático que compõem o cálculo do IQA: cianobactérias, oxigênio dissolvido - OD, profundidade média, profundidade de Secchi, demanda química de oxigênio – DQO, nitrogênio total, fósforo total e tempo de residência. Já para o IQA

em rios são analisados oito parâmetros: coliformes termotolerantes, OD, turbidez, sólidos dissolvidos, DQO, nitrogênio total, fósforo total e pH. O IQA, na condição de índice global de qualidade, permite acompanhar a variação da qualidade ao longo do tempo, num mesmo ponto, bem como compará-la com pontos diversos. (MOREIRA, et al., 2017).

A CETESB realiza o monitoramento da qualidade da água do estado de São Paulo e por meio de publicações e relatórios, sintetizam os resultados obtidos pelas redes de monitoramento das condições da qualidade das águas interiores com um total de 449 pontos monitorados em relação a parâmetros físico-químicos e microbiológicos (CETESB, 2017).

Através do uso de instrumentos econômicos como a cobrança do uso das águas, superficiais ou subterrâneas, e pela poluição, o governo exerce poder de controle e fiscalização dos recursos hídricos, realizando um monitoramento das atividades potencialmente poluidoras ou não, que fazem uso dos recursos hídricos. Fixando limites de emissão de poluentes, baseando-se em um padrão de tecnologia aceitável ou na melhor tecnologia disponível (MARMITT;HUPFFER, 2016). Exercendo um controle através das análises dos relatórios das atividades desenvolvidas dentro das bacias hidrográficas.

A importância do monitoramento da qualidade da água é notória para ao sucesso da sociedade atual. Com a necessidade de saber os tipos de poluentes dispostos nos recursos hídricos e em que quantidade para poder gerenciar de maneira efetiva as questões relativas à qualidade da água e saúde pública e com foco na sustentabilidade. Preocupações com as características físico-químicas, biológicas e relativas às mais diversas gamas de poluentes são descritas na literatura de maneira mundial.

Estudos relativos à avaliação da qualidade da água para abastecimento público são recorrentes na literatura. Em relação aos índices de qualidade da água Alves et al. (2008); Souza; Gastaldini (2014); Sanches et al. (2014); Moreira et al. (2017), realizaram estudos em mananciais superficiais e subterrâneos, em diferentes localidades. Com destaque para este último que foi realizado em mananciais de abastecimento público da RMC. Moura; Fermino (2014) analisaram aspectos da qualidade da água para abastecimento no Sistema Cantareira através da análise de dados obtidas na Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB).

Andreoli et al. (2000) examinaram os teores de agrotóxicos em mananciais de abastecimento do estado do Paraná, comparando os resultados da água bruta com a água tratada. Bergamasco et al. (2011) analisaram a contaminação química da água destinada ao consumo humano no Brasil através de dados disponibilizados no Sistema de Informações sobre Qualidade da Água para Consumo Humano (SISAGUA). Estudos em represas de abastecimento público com análise de parâmetros físico-químicos, microbiológicos e metais e agrotóxicos foram desenvolvidos por Bucci et al. (2015).

Carneiro (2008) elaborou a tese *A Movimentação por Veiculação Hídrica do Fósforo e Outros Macronutrientes Químicos sob a Influência de Fatores Naturais e Tecnogênicos na Bacia do Rio Timbu, Tributário do Reservatório Iraí- Região Metropolitana de Curitiba*. Com o objetivo de avaliar a litopedologia da bacia e os seus componentes, relacionar com o material particulado e dissolvido na água e avaliar em condições de estiagem e pluviosidades diferentes a poluição pontual e difusa, com a atuação do uso e ocupação do solo na qualidade da água. E principalmente analisar a interferência, no comportamento do fósforo e outros macroconstituintes químicos, de fatores tecnogênicos e naturais, movidos através de veiculação hídrica na geologia Formação Guabirota. Constatou diferentes graus de intemperismo na bacia, maior aporte de P através do transporte de material particulado, prevaleceu o transporte de Fe ao recurso hídrico ligado ao material particulado, que apresentou partículas ricas em Si-Al-Fe, caracterizando bem a presença de aluminossilicatos e hidróxidos e óxidos de Al e Fe.

O Programa Interdisciplinar de Pesquisa de Eutrofização de Mananciais foi uma parceria instituída entre governo, universidades e iniciativa privada. Com o livro publicado sob a edição de Andreoli e Carneiro (2005) a síntese dos anos de pesquisa e workshops deste projeto interdisciplinar que reuniu diversos especialistas nas mais distintas áreas necessárias para a abordagem apropriada dos problemas levantados em relação à eutrofização com atenção especial ao reservatório de abastecimento público do Iraí. Dividido em 15 capítulos que abordam desde à introdução dos mananciais de abastecimento público, seus principais impactos, a água no meio urbano, o estudo do meio físico na avaliação de bacias hidrográficas, a modelagem matemática do reservatório, com simulações da hidrodinâmica e crescimento de algas, a qualidade da água e dinâmica de nutrientes, com questões relativas ao monitoramento e manutenção da qualidade da água, sobre sedimento e

fósforo, a eutrofização com suas causas e consequências e medidas de controle e estudos sobre as comunidades fitoplanctônica, cianobactérias, zooplânctons e ictiofauna, finalizando com ações de manejo e níveis de alerta com planos e medidas de contingência e legislação. É um estudo referência no assunto de gestão e conservação de mananciais.

Cunha; Carneiro; Gobbi e Andreoli (2011) editaram o livro intitulado *Eutrofização em Reservatórios: Gestão Preventiva. Estudo Interdisciplinar na Bacia do Rio Verde, PR*. Que resume os resultados dos 30 meses de estudos interdisciplinares de diversas instituições e pesquisadores. Dividido em 25 capítulos e subdividido em seções temáticas os assuntos sobre a gestão da bacia hidrográfica do Rio Verde são tratados primeiramente com uma apresentação e introdução ao tema e a caracterização geral da bacia e sob a ótica do meio físico, como a geologia, pedologia e aptidão de uso do solo e sua fragilidade e a cobertura vegetal. Também foi elaborada uma seção de aspectos hídricos e hidrodinâmicos, com a capacidade de abastecimento do reservatório e análises do sedimento dispostas neste membro, estudos sobre as comunidades aquáticas e as características socioeconômicas foram elaborados pelos autores. Finalizando com a educação ambiental como uma ferramenta para a transformação e desenvolvimento local e sustentável e ferramentas de gestão e planos de ações preventivos na bacia do Rio Verde. E as ferramentas de gestão como o zoneamento ecológico econômico da APA e planos de ações preventivas na bacia.

A qualidade da água relacionada com os diferentes usos do solo pode ser observada em estudo de Pereira et al. (2016) e Oliveira Filho et al. (2012), que realizaram estudo de caso na bacia hidrográfica do rio Santa Rosa, afluente do rio Marrecas no Paraná. Oliveira et al. (2014) pesquisaram diferentes impactos ambientais em rios de diferentes dimensões no estado de São Paulo. A correlação com o uso da terra e a qualidade da água subterrânea foi alvo de estudo de Menezes et al (2014). Já os pesticidas organoclorados em águas subterrâneas foram estudados por Prates et al. (2011).

Torres et al. (2016) realizaram a avaliação química da qualidade da água determinando concentrações de diversos elementos e componentes xenobióticos. Corbi et al. (2006) diagnosticaram metais e organoclorados em córregos próximos aos cultivos de cana-de-açúcar no estado de São Paulo. Estudos internacionais se preocuparam com as questões relativas às concentrações e perigos dos pesticidas

organoclorados em mananciais e reservatórios de abastecimento público na Malásia e na Índia (SHARIP et al., 2017; RAO;WANI, 2015). Abassi; Mannaerts (2018) estudaram os pesticidas organoclorados em ambientes aquáticos da bacia hidrográfica do Lago Naivasha no Quênia, utilizado para abastecimento e agricultura. Rissato et al. (2004) realizaram a determinação de pesticidas organoclorados em compartimentos ambientais da região de Bauru (SP) em manancial, água potável e solo.

Os mais variados tipos de metais pesados e sua biodisponibilidade em ambientes aquáticos são fontes de estudos em diversos países e diferentes condições e habitats (GUEDES et al. (2005); NOVELLI (2005); PEREIRA et al. (2007); MENEZES et al. (2009); ALVES et al. (2010); OLIVEIRA; CUNHA (2013); BORGES;BARROS Jr, (2007).

Os riscos da presença de contaminantes químicos nas águas de abastecimento humano superficiais e subterrâneas foram descritos por Affum et al. (2018) em Gana, na bacia hidrográfica do rio Ankobra, que é amplamente dominada por plantações de cacau. Yamamoto et al. (2018) estudaram as alterações enzimáticas e hormonais em peixes dispostos nos reservatórios do Rio Iguaçu e a qualidade da água em relação a poluentes orgânicos persistentes. As consequências dos agrotóxicos para a saúde pública foram descritas em uma revisão que procurou relator os perigos do uso indiscriminado e irregular (CASSAL et al., 2014).

Em 2016, o edital da revista NATURE vol. 535, foi sobre o papel das mudanças climáticas em ameaças extremas à qualidade das águas, indicando a influências das alterações em questões relativas à qualidade da água para abastecimento humano, com o constante aumento de severos impactos nos recursos hídricos ao longo do globo terrestre que tem-se tornado mais frequentes, como o aumento de *blooms* de algas nocivas afetando a qualidade. Indicando a necessidade de estudos aprofundados sobre a gestão dos recursos hídricos em âmbito local e regional e seu monitoramento para poder entender estas mudanças e os fatores envolvidos nesta complexa cadeia e propor a construção do conhecimento em relação à qualidade (MICHALAK, 2016).

2.4 PADRÕES DE CONTROLE E PARÂMETROS DA QUALIDADE DA ÁGUA

O conhecimento da Legislação é um grande instrumento para a garantia da preservação ambiental, estabelecendo direitos e deveres, limites e metas a serem atingidas, mantidas e obedecidas.

LEI NACIONAL 9433 de 8 de janeiro de 1997 instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Dividida em 12 Capítulos, que tratam sobre os fundamentos, objetivos, diretrizes gerais de ações, dos instrumentos, da ação do poder público, dos objetivos e da composição do sistema de gerenciamento dos recursos hídricos, do conselho nacional de recursos hídricos, dos comitês de bacias hidrográficas, das agências de água, da secretaria executiva do conselho de recursos hídricos, das organizações civis (BRASIL, 1997).

LEI Estadual 12726 de novembro de 1999 instituiu a política estadual de recursos hídricos e cria o sistema estadual de gerenciamento de recursos hídricos, como parte integrante dos recursos naturais do estado (PARANÁ, 1999).

O Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA através da Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005, publicada no DOU no 053 em 18 de março de 2005, dispõe sobre a classificação dos corpos de água superficiais e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Estabelecendo condições de qualidade para o enquadramento dos corpos hídricos de acordo com os seus usos preponderantes, através da estipulação de limites de diversas variáveis em sistemas de águas doce, salgada e salina. Tornando-se um importante instrumento na gestão dos recursos hídricos o enquadramento dos corpos de água em classes.

A resolução divide as águas de acordo com o teor de salinidade em águas doces, salinas e salobras em 13 classes. Com os padrões de qualidade, que devem ser monitorados periodicamente determinados na resolução, estabelecem limites individuais para cada parâmetro em cada classe. Ocorrendo de padrões se repetirem para classes diferentes como, a não verificação de efeitos tóxico crônico a organismos, a ausência virtual de materiais flutuantes, óleos e graxas, resíduos sólidos e substâncias que gerem gosto ou odor são iguais à classe 1 e 2, para corpos d'água doces.

Como este estudo foi desenvolvido no rio Miringuava, enquadrado como um corpo hídrico de água doce Classe 2, possui padrões de qualidade descritos na

Resolução CONAMA 357/2005 para esta classe, com alguns parâmetros se igualando aos padrões de classe 1. Os padrões de qualidade utilizados, descritos em Lei para a classe estudada, estão presentes no Anexo 1 com os Valores Máximos Permitidos (VMP) para cada parâmetro isoladamente.

TABELA 2.1 CLASSIFICAÇÕES E USOS DAS ÁGUAS DOCES DE ACORDO COM CONAMA 357/2005.

Classificação	Usos preponderantes
Classe Especial	Preservação dos ambientes em unidades de conservação integral Equilíbrio das comunidades aquáticas Abastecimento com desinfecção.
Classe 1	Abastecimento após tratamento simplificado Proteção das comunidades aquáticas também em terras indígenas, Irrigação de hortaliças e frutas consumidas cruas e desenvolvidas rente ao solo e recreação de contato primário
2	Abastecimento após tratamento convencional com coagulação, floculação e desinfecção, Proteção das comunidades aquáticas Atividades de pesca e cultivo de organismos aquáticos Irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e parques, jardins e campos onde possa haver contato direto e recreação de contato primário
3	Tratamento convencional ou avançado para o abastecimento humano, Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras Dessedentação de animais, à pesca amadora e a recreação sem o contato direto
4	Harmonia paisagística e navegação.

Fonte: Autor (2018); adaptado de CONAMA 357/2005.

Resolução N° 04 do Comitê das Bacias do Alto Iguaçu e afluentes do Alto Ribeira – COALIAR, 11 de julho de 2013. Aprova proposição de atualização do enquadramento dos corpos de água superficiais de domínio do estado do Paraná, na área de abrangência do COALIAR, em classes de acordo com os usos preponderantes. Adotando como vazão de referência para todos estudos a vazão correspondente a 70% da curva de permanência (Q_{70%}) com horizonte de planejamento o ano de 2036. O corpo de água Rio Miringuava, de suas nascentes até o ponto de captação da SANEPAR (coordenadas UTM 7.167.631N e 685.882 E)

no município de São José dos Pinhais foi classificado como rio classe 2 de acordo com o disposto na Resolução N° 04 do COALIAR/2013.

A Portaria do Ministério da Saúde 2914/2011, que dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água, e a Portaria 635/75 que aprova normas e padrões sobre a fluoretação da água, foram revogadas pela Portaria de Consolidação N°5, de 28 de setembro de 2017, que consolida as normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde (SUS). Não houve alterações de conteúdo, obrigações, responsabilidades e procedimentos anteriormente exigidos.

A Portaria de Consolidação N° 5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde, no seu artigo 1º dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, se aplica a toda água destinada ao consumo humano proveniente de sistemas e soluções alternativas e/ou coletiva de abastecimento de água, não se aplicando a águas minerais. Os padrões de potabilidade são o conjunto de valores permitidos como parâmetros de qualidade da água para consumo humano descrito na portaria.

A portaria divide as competências e responsabilidades entre as diferentes esferas e níveis e os diferentes órgãos, com competências da União exercidas pelo Ministério da Saúde e entidades vinculadas, tais como promover e acompanhar a vigilância da qualidade da água, estabelecer ações do Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (VIGIAGUA). Os Estados possuem a competência, através das Secretarias de Saúde, de promover e acompanhar a vigilância da qualidade da água, desenvolver as ações especificadas no VIGIAGUA, entre outras. Os Municípios, através das Secretarias possuem as suas respectivas competências e responsabilidades.

Diretrizes da Organização Mundial de Saúde (OMS) para Qualidade da Água para Consumo Humano. A OMS atribui ao abastecimento de água sanitariamente segura, ou seja, com qualidade adequada ao consumo humano, um importante papel para a promoção da saúde, estimando-se um potencial de redução em até um décimo da carga de doenças global, desde que sejam implementadas medidas visando ao aumento do acesso à água potável, à promoção de boas práticas e à melhoria dos procedimentos de gerenciamento da água, favorecendo a redução de riscos de transmissão de doenças e mortalidade infantil. (WHO, 2017).

Foi lançada pela OMS, em julho de 2011, a quarta edição da guia sobre a qualidade da água para consumo humano. Onde se pede aos governos, o reforço no controle da qualidade da água com planos de segurança que podem gerar melhorias significativas e sustentáveis de saúde pública. Apresentam novas soluções para garantir a segurança e qualidade da água potável, incluindo recomendações globais sobre boas práticas a todos os níveis, desde a coleta e armazenamento da água da chuva no domicílio e caminhões pipas, até orientações para a formulação de política de abastecimento de grandes sistemas de abastecimento de água, as suas implicações nas alterações climáticas e nas situações de desastres e emergências. Demonstram também recomendações sobre a segurança no consumo de água, os riscos microbiológicos ou as alterações climáticas, que têm impacto na temperatura da água e nos padrões da chuva, que, conseqüentemente, têm implicações na qualidade e escassez da água. Definindo um nível mínimo para evitar doenças, sendo válido mundialmente, porém não possuem valor legal.

A tradução das principais características físicas, químicas e biológicas da qualidade da água pode ser feita através da utilização de diversos parâmetros de determinação rotineira em laboratórios de análise ambientais (VON SPERLING, 2005). Tais parâmetros são definidos de acordo com o destino que a água terá, ou seja, em qual atividade ela será utilizada. Desta forma, a questão sobre o termo qualidade da água é relativa à função do uso a que se destina (PÁDUA ;FERREIRA, 2006).

2.4.1 Parâmetros Físicos

2.4.1.1 Turbidez

De acordo com Macedo (2006), turbidez é a modificação da penetração da luz através da difusão e absorção ocasionadas pelas partículas em suspensão de origem natural ou antropogênica, constituídas por plâncton, bactérias, argila, silte em suspensão, fontes de poluição que lançam materiais finos e outros. Os sólidos em suspensão diminuem a incidência luminosa, reduzindo a produtividade e o teor de oxigênio (BRAGA et al, 2007). Representando o grau de interferência da passagem da luz através da água, conferindo uma aparência turva (VON SPERLING, 2005).

O valor para a turbidez preconizado na resolução CONAMA 357/2005, para rios de classe 2 é até 100 UNT.

2.4.1.2 Temperatura

Segundo Von Sperling (2005) é a medição da intensidade de calor, podendo ter origem natural advinda do calor por radiação, condução e convecção ou antropogênica através de despejos industriais, por exemplo. Processos biológicos, reações químicas e bioquímicas, solubilidade de gases e outros processos que ocorrem na água, são influenciados pela temperatura. A solubilidade dos sais minerais cresce em consonância com o aumento da temperatura e por outro lado, a solubilidade dos gases decresce, a reprodução de diversos animais possui faixa de temperatura ótima (MACEDO, 2006). A água é o grande regulador térmico do ambiente (BRAGA et al., 2007).

2.4.1.3 Condutividade

A presença de substâncias dissolvidas na água que se dissociam em cátions e ânions determinam a condutividade, que é a capacidade de transmitir a corrente elétrica. A condutividade das águas é bem variada, entre baixos 50 micromhos/cm até a condutividade da água do mar, que fica em torno de aproximadamente 50.000 micromhos/cm (MACEDO, 2006).

2.4.1.4 Transparência

De acordo com Braga et al. (2007), é evidente a importância da penetração da luz nos meios aquáticos, pois é fator efetivo para a realização da fotossíntese que pode afetar todo meio abiótico aquático, sendo que a luz ao penetrar na água é absorvida e transformada em calor. A medição de transparência é realizada através da utilização do Disco de Secchi.

2.4.2 Parâmetros Químicos

2.4.2.1 Oxigênio Dissolvido (OD)

Braga et al. (2007) determina que a presença de gases dissolvidos na água permite a ocorrência da respiração aeróbia e da fotossíntese. Os organismos que vivem na presença de oxigênio, denominados aeróbios, estão sobre vital importância das concentrações de OD, onde durante o uso das bactérias nos seus processos respiratórios para estabilização da matéria orgânica pode acarretar em uma redução drástica da concentração no meio, podendo ocasionar a mortandade de diversos organismos aquáticos, a origem natural pode ser da dissolução do oxigênio atmosférico e da produção dos organismos fotossintéticos, já a origem antropogênica advém da introdução de aeração artificial e produção dos organismos fotossintéticos em corpos de água eutrofizados, com o OD o principal parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos (VON SPERLING, 2005). Valores descritos na legislação ambiental vigente para rios de classe igual ao do estudo, CONAMA 357/2005 para rios classe 2, é o de em qualquer amostra não inferior a 5 mg/L de O₂.

2.4.2.2 Demanda Química de Oxigênio (DQO)

O ensaio químico com oxidante é necessário devido a existência de substâncias resistentes à degradação biológica, avaliando a quantidade de OD necessário para estabilizar a matéria orgânica biodegradável ou não. Desta maneira a DQO será sempre maior que os valores encontrados para a DBO e útil para constatar a presença de substâncias resistentes à degradação biológica (MACEDO, 2006).

2.4.2.3 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Representa a concentração de íons hidrogênio indicando as condições da água em relação à acidez, neutralidade ou alcalinidade (VON SPERLING, 2005). O pH é um fator que exerce grande influência sobre as comunidades aquáticas, com

os peixes suportando viver entre os valores de 5 a 9 e com produtividade máxima entre 6,5 e 8,5. Sendo a medida de alcalinidade entre 7 e 14 ou acidez, entre 0 e 7, seu valor para a água pura com uma temperatura de 25°C é igual a 7, assim nota-se que muitas reações são influenciadas pelo valor do pH (BRAGA et al, 2007).

2.4.3 Parâmetros Microbiológicos

O ramo da biologia que trata dos microrganismos é a microbiologia, que em relação a avaliação da qualidade da água possui papel de extrema importância devido a associação com as doenças de veiculação hídrica (VON SPERLING, 2005). A presença de microrganismos associada ao consumo de água é o risco mais disseminado e comum para o bem-estar da população, podendo acarretar desde fracas gastroenterites até doenças fatais (PÁDUA & FERREIRA, 2006). Segundo Braga et al (2007), ainda é grande o número de pessoas afetadas principalmente em regiões menos desenvolvidas. E de acordo com a Portaria do Ministério da Saúde 2914/2011, a água potável deve estar em conformidade com o padrão microbiológico.

De acordo com a Resolução CONAMA do ano de 2005 de nº 357, *Escherichia coli* (*E. coli*) é a bactéria da família Enterobacteriaceae caracterizada pela atividade da enzima β -glicuronidase. Produz indol a partir do aminoácido triptofano. É a única espécie dos coliformes termotolerantes cujo habitat exclusivo é o intestino humano e de animais homeotérmicos, onde ocorre em densidades elevadas. A bactéria *E coli* é um organismo indicador de contaminação, sendo o mais preciso (PÁDUA & FERREIRA, 2006), devido sua presença estar diretamente ligada a contaminação por fezes humanas. Na Portaria de Consolidação N°5 o valor máximo permitido deve ser ausente em 100mL na resolução fica a cargo do órgão ambiental competente.

2.4.4 Nutrientes

A grande carga de nutrientes em corpos de água, que chega através da erosão dos solos com a decomposição da matéria orgânica biodegradável, fertilização artificial, entre outros, pode originar um aumento no crescimento de algas

organismos aquáticos como algas, originando pressões e prejuízos a certos tipos de usos dos recursos hídricos (BRAGA et al., 2007).

2.4.4.1 Nitrogênio

De acordo com Von Sperling (2005) o nitrogênio dentro do seu ciclo perpassa entre vários estados de oxidação e formas, podendo ser encontrado no meio aquático como nitrogênio molecular N_2 que escapa para a atmosfera, o nitrogênio orgânico na forma dissolvida ou em suspensão, nitrito (NO_2^-), nitrato (NO_3^-) e a amônia podendo estar na forma de NH_3 livre ou em NH_4^+ ionizada. Possuindo origem natural nos constituintes de proteínas e outros compostos biológicos e da composição de nitrogênio celular de microrganismos e origem antropogênica em despejos domésticos e indústrias, fertilizantes e dejetos de animais. Na forma de nitrato está associado a doenças como a síndrome do bebê azul (metahemoglobinemia), implicando em consumo de oxigênio na conversão das suas formas afetando a vida dos organismos aquáticos, sendo diretamente tóxico aos peixes na forma de amônia livre.

2.4.4.2 Fósforo

As principais formas presentes do fósforo na água são os ortofosfatos, diretamente disponíveis não necessitando de conversões a formas mais simples para o metabolismo biológico, com as suas formas dependendo do pH da água, os polifosfatos que são moléculas mais complexas contendo dois ou mais átomos de fósforo e o fósforo orgânico. Pode ter origem natural na dissolução de compostos do solo e decomposição da matéria orgânica e celular de microrganismos e os despejos domésticos e industriais, bem como a utilização de fertilizantes e detergentes a base de fósforo contribuindo com a origem antropogênica deste elemento no meio. Sendo um elemento indispensável para o crescimento de algas e microrganismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica (VON SPERLING, 2005).

2.4.5 Metais Pesados

Alguns autores mencionam que o termo “metal pesado” é usado indiscriminadamente com a inclusão de elementos não metálicos como o arsênio e selênio, dividindo em metais, semimetais e os não metais. Relacionando o termo com a densidade mínima, que varia entre 4,5 e 6, com o peso específico que deve ser maior que 5 g/cm³, e o número atômico maior que 20. Sendo classificados ainda como essenciais, CU, Fe, Mn, Mo, Zn; benéficos, Co, Ni, V e os sem função ou tóxicos, não essenciais, Al, Cd, Cr, Hg, Pb, por exemplo (MACEDO 2006).

Ressalta-se que os metais pesados não podem ser destruídos e a sua alta reatividade dificulta encontrar em estado puro na natureza. Sendo encontrados geralmente em pequenas concentrações associados a outros elementos químicos formando minerais em rochas (VON SPERLING, 2005); BRAGA et al., 2007). Macedo (2006) descreve que os seres humanos possuem a necessidade de alguns poucos metais e em pequenas doses, os chamados micronutrientes, como por exemplo, o zinco, magnésio, cobalto e ferro, caso sua concentração ultrapasse a concentração limite eles tornam-se tóxicos e podem causar riscos a saúde.

Os metais pesados adentram o ambiente de diversas formas, através de atividades antrópicas, sendo esta uma das principais vias de despejo do material no ambiente, podendo se dar através de atividades industriais e agrícolas. Os metais são encontrados naturalmente na maior parte dos diferentes segmentos integrantes dos sistemas aquáticos, como rochas, sedimentos, águas e organismos. Mas com o aumento da concentração destes poluentes devido a atividades antrópicas, associado com seu elevado potencial tóxico, podem gerar efeitos adversos aos ecossistemas e aos homens. Uma contaminação ambiental ocasionada por metais não está sujeita a processos de biodegradação, sendo apenas transferidos de um compartimento ambiental para outro. Isto significa que, uma vez no ambiente, os metais tendem a sofrer acúmulo, um problema ambiental sem precedentes devido à toxicidade da grande maioria destes elementos (SÁ, 2003).

2.4.5.1 Metais

2.4.5.1.1 Alumínio

É classificado como um metal não essencial por Macedo (2006), e ocorrência natural nos solos, prontamente disponível para absorção biológica, mas com debates acerca do seu papel na incidência da doença degenerativa mal de Alzheimer, sendo um composto neurotóxicos que pode causar encefalopatia grave a longo prazo que culminam com distúrbios neurológicos (FREITAS et al, 2005). Menezes et al. (2009) ao estudarem a bacia hidrográfica do rio São Domingos no estado do Rio de Janeiro, encontraram valores nas águas superficiais que variaram entre 0,01 mg/L no mínimo e 2,15 mg/L com o extremo máximo, na média o valor encontrado foi de 0,35 mg/L. Associaram e estabeleceram o acréscimo na concentração ao aumento na turbidez devido a ocorrência do período chuvoso e também devido à composição dos solos da bacia serem de minerais aluminosilicatos.

Pereira et al. (2007) realizaram pesquisas no rio Murucupi, área onde ocorre a produção de alumínio e alumina, ocasionando o despejo frequente de efluentes indústrias desta atividade, através de extravasamento da lixívia sódica com resíduos do processamento da bauxita, ocasionando acidentes ambientais. Constataram valor 3,56 vezes maior que o permitido pela legislação, com o mínimo encontrado igual a 0,074 mg/L e o máximo 1,186 mg/L, na média o alumínio foi de 0,356 mg/L.

2.4.5.1.2 Bário

Pertencente à mesma família do cálcio e do magnésio, a 2A, é um metal alcalino terroso. Com todos os seus componentes dissolvidos em água venenosos. (BRAGA et al, 2007). Em um rio impactado (PEREIRA et al., 2007), encontraram valores médios igual a 26,4 µg/L, mínimo de 14,6 e máximo 76,7 µg/L.

2.4.5.1.3 Berílio

Macedo (2006) descreve que o elemento berílio foi descoberto por Vauquelin no ano de 1798, é um metal pertencente à família dos alcalino terrosos com o símbolo Be, altamente tóxico, usados em ogivas de foguetes, molas de relógios, computadores, reatores atômicos, entre outros usos.

2.4.5.1.4 Cádmiu

É relativamente raro na crosta terrestre, mas um constituinte natural dos rios e solos. Possui diversas aplicações, como revestimento de metais, preparação de ligas para serem soldadas, células fotoelétricas, galvanoplastia e como eletrodo de baterias recarregáveis “nicad” (níquel-cádmio) usadas em calculadoras e similares (MACEDO, 2006; MALUF, 2009; BAIRD & CANN, 2011). A importância deste elemento em processos industriais e tamanha que, os fabricantes utilizam pigmentos de sulfeto de cádmio em tintas para produzir cores amarelas brilhantes há 150 anos (BAIRD & CANN, 2011).

As concentrações normais em águas superficiais estão entre 0,01 a 3 µg/L. Para a maioria das pessoas, a maior parte da exposição ao cádmio vem da dieta alimentar, devido a sua similaridade com o zinco, as plantas absorvem cádmio das águas de irrigação, com o solo recebendo cádmio também por deposição atmosférica (MACEDO, 2006). Segundo Maluf (2009) Altas concentrações são um iminente perigo a todos os seres vivos, principalmente ao de topo de cadeia como os seres humanos.

Tomazelli (2003) constatou valores abaixo do limite de detecção de 0,04 µg/L em seis bacias hidrográficas do estado de São Paulo sob diferentes pressões antrópicas. Novelli (2005) verificou valores maiores do que encontrado pelo autor anterior, de no máximo 10 µg/L. Pereira et al. (2007) não detectaram o elemento em área de processamento de bauxita.

2.4.5.1.5 Cobalto

É um metal de transição, com característica ferromagnética, essencial para alguns organismos, utilizado em superligas de turbinas (MACEDO, 2006).

2.4.5.1.6 Cobre

O cobre é um elemento metálico considerado essencial a vida, pois participa de diversos processos metabólicos. Porém quando em excesso apresenta elevada toxicidade. As principais fontes de cobre para o meio são o despejo de lixo sólido e o

aporte de esgoto doméstico e industrial. A absorção ao material particulado em suspensão e aos sedimentos é uma importante forma de remoção deste elemento da coluna d'água (BAIRD & CANN, 2011).

Macedo (2006) descreve que a exploração deste mineral é realizada há mais de 6.000 anos, com a descoberta datando de tempos pré-históricos. Um ser humano com o peso de 70 kg possui aproximadamente cerca de 80 mg de cobre, uma dieta equilibrada contém entre 2 a 5 mg/dia de cobre, o fígado e o cérebro são os órgãos que mais apresentam este metal no corpo humano, os músculos e o esqueleto possuem cerca de um terço da quantidade total. É essencial para várias funções vitais, como a mobilização de ferro para sintetizar a o hormônio da adrenalina e a hemoglobina e também a formação dos tecidos conjuntivos. Exposições a elevadas concentrações podem ocorrer possíveis reações tóxicas e bioacumulação. De acordo com Baird & Cann (2011) o íon cúprico pode existir nas águas naturais na forma dissolvida, podendo existir também ânions inorgânicos ou ligantes orgânicos, como carbonatos, cloretos e ácidos húmicos e fúlvicos. As concentrações consideradas normais em águas superficiais variam entre 0,002 e 0,03 mg/L.

Novelli (2005) constatou valores próximos de 40 µg/L nas águas superficiais do rio Monjolinho em São Carlos. Pereira et al. (2007) em uma bacia hidrográfica com atividades de mineração constataram valores mínimos de <1,7 e máximo de 192,0 µg/L, com a média em 2,5.

2.4.5.1.7 Cromo

O cromo foi descrito em 1797 por Vauquelin, com as formas mais importantes biologicamente que sofrem bioacumulação a trivalente e a hexavalente, está predominante no ambiente aquático. É utilizado no revestimento de metais (MACEDO, 2006). As águas superficiais do rio Monjolinho, com características agroindustrial e pecuária apresentaram valores entre 3,60 e 9,09 µg/L. A bacia do rio Murucupi, com características de produção mineral, apresentou valor médio de 0,4, máximo de 325 e mínimo de <0,9 µg/L (PEREIRA et al., 2007).

2.4.5.1.8 Chumbo

O elemento chumbo foi dispersado no ambiente através dos anos, desde o período medieval, onde foi utilizado na confecção de armas, artefatos e adornos. Com a descoberta da pólvora, passou a ser intensamente utilizado na confecção de munição. Nos tempos modernos o chumbo foi utilizado como aditivo para a gasolina [Pb-tetraetila], nos encanamentos de água servida, nas soldas de tubos com produtos domésticos [detergentes]. Ainda é intensamente utilizado como tonalizante de tintas [acetato de chumbo] e nas baterias automotivas. O ponto de fusão relativamente baixo do chumbo, 327°C, permite que seja prontamente trabalhado e moldado (por exemplo, na produção de tubulações). O chumbo ainda é utilizado na indústria da construção em materiais para telhados e chapas para cobrir juntas, e em isolamentos acústicos (BAIRD & CANN, 2011).

Tomazelli (2003) obteve valores na água superficial abaixo do limite de detecção utilizado de 0,8 µg/L. Pesquisa no rio Murucupi (Pereira et al., 2007) constataram valores máximos de 192,9 µg/L em área de mineração, com a média de 2,8 e mínimo em <9,7 µg/L. Maluf (2009) encontrou valores mínimos de 0,036, com a média de 0,059 µg/L e máximo de 0,127 µg/L em águas estuarinas.

2.4.5.1.9 Ferro

Von Sperling (2005) indica que o ferro encontra-se presente na forma insolúvel Fe³⁺ em grande quantidade de tipos de solos devido à dissolução de compostos, com a ausência de oxigênio dissolvido apresenta-se na forma solúvel reduzida Fe²⁺, possuindo origem antropogênica nos despejos industriais. Estudos na bacia hidrográfica do rio São Domingos detectaram valores acima do limite estabelecido em 50% das amostras analisadas, na média o valor águas superficiais foi de 0,45 mg/L, com o máximo de 1,52 e mínimo de 0,069 mg/L. Correlacionando o aumento no nível das concentrações de ferro com o carreamento do solo devido às estações chuvosas, mas também devido a importantes fontes de ferro derivadas de resíduos agrícolas, pois é constituinte de vários agrotóxicos (MENEZES, 2009).

Para Novelli (2005) os valores para o ferro nas águas superficiais variaram entre 2,05 e 13,81 mg/L. Pereira et al. (2007) encontrou valores 3,6 vezes maior que o estabelecido pela legislação em área de produção mineral, com a média de 1.080,00 µg/L, máximo de 4.183,2 µg/L e mínimo de 87,3 µg/L.

2.4.5.1.10 Lítio

Metal da família alcalino é encontrado na natureza associado a minerais, é utilizado em baterias e ligas metálicas (BAIRD & CANN, 2011). O valor descrito na resolução CONAMA 357/2005 como referência para este metal em rios de classe 2 é de 2,5 mg/L de Li.

2.4.5.1.11 Manganês

As propriedades físico-químicas assemelham-se com o ferro, na natureza aparece como componente de uma grande variedade de minerais, tais como, fosfatos, óxidos, carbonatos e silicatos, sendo um metal traço essencial à manutenção da vida, mas a exposição a níveis elevados pode acarretar sérios danos graves. Destacando-se os sais manganatos e permanganatos. É utilizado na produção e uso de fertilizantes sulfatados e fungicidas. A exposição através da utilização de água contaminada pode desenvolver sintomas parecidos a de mineradores, apresentando uma maior incidência de sintomas de fraqueza, rigidez muscular e tremores das mãos. Pode ser encontrado nos ambientes aquáticos tanto na forma solúvel como suspensa. As concentrações consideradas normais em águas superficiais variam entre 0,02 e 130 µg/L (MACEDO, 2006). Von Sperling (2005) dita que o manganês encontra-se presente na forma insolúvel Mn^{4+} em grande quantidade de tipos de solos devido à dissolução de compostos, com a ausência de oxigênio dissolvido apresenta-se na forma solúvel reduzida Mn^{2+} , possuindo origem antropogênica nos despejos industriais.

Estudos realizados por Menezes et al. (2009) encontraram valores de manganês acima dos limites estabelecidos em 24,62% das amostras efetuadas, com os dados mínimos de 0,06 mg/L e máximo de 1,64 e média de 0,33 mg/L. Correlacionaram o aumento da concentração com as atividades agrícolas, com resíduos de fertilizantes e fungicidas fontes importantes de poluição, nominando como exemplo de produtos utilizados na bacia Mancozeb® e Manzate 800®. Mas também com a composição das rochas da região que contem este mineral, tais como granada, biotita e hornblenda. Novelli (2005) encontrou valores para o manganês entre 0,16 e 0,33 mg/L. Pereira et al. (2007) encontraram valores de no mínimo 15 e máximo 194,3 µg/L e média de 57,7 µg/L.

2.4.5.1.12 Mercúrio

Os compostos orgânicos de mercúrio têm sido usados como fungicidas na agricultura e na indústria, e entram no ambiente como efeito colateral dessas aplicações. O mercúrio é lixiviado nas rochas e no solo introduzindo-se nos sistemas aquáticos por processos naturais, alguns deles acelerados pela atividade humana (BAIRD & CANN, 2011). Do ponto de vista toxicológico, o mercúrio é um dos elementos metálicos mais tóxicos aos seres vivos em geral, tanto em sua forma metálica, como em suas formas inorgânicas e, principalmente orgânicas, este elemento apresenta elevada toxicidade.

Devido às suas características o mercúrio é amplamente utilizado em diversos processos industriais, como a produção de cloro e soda, catalisador na fabricação de polímeros, componente de fungicidas, bactericidas e produtos farmacêuticos, extração e garimpo de ouro, entre muitos outros (BRAGA et al., 2007).

2.4.5.1.13 Níquel

O níquel é um dos elementos metálicos mais abundantes na Terra. Sendo essencial para o funcionamento do organismo, atuando diretamente na atividade enzimática e na absorção de ferro. As suas propriedades físicas fazem com que a sua principal utilização seja na fabricação de ligas com diversos metais, é utilizado também como aditivo em combustíveis (óleo diesel), em fertilizantes, e em processos industriais diversos. Sendo o aporte de águas pluviais, esgotos domésticos e industriais fontes expressivas deste elemento para o meio (MACEDO, 2006). Pereira et al.(2007) encontraram valores médios de 2,4 µg/L, com os extremos de 8,1 µg/L máximo e mínimo de <4,2 µg/L.

2.4.5.1.14 Prata

É empregada através dos tempos em joias, cunhagem de moedas, devido à alta condutividade elétrica é utilizada em materiais elétricos e eletrônicos, sendo

relativamente estável na água (BAIRD & CANN, 2011). O valor para a prata em águas de rios classe 2 é de 0,01 mg/L de Ag.

2.4.5.1.15 Urânio

De acordo com Baird & Cann (2011) o urânio foi descoberto por Martin Klaproth, é um elemento metálico e radioativo, comum e natural. Os valores para rios de classe 2 na legislação vigente são de no máximo 0,02 mg/L U.

2.4.5.1.16 Vanádio

O vanádio possui valor de referência na Resolução CONAMA 357/2005 para rios de classe 2 igual a 0,1 mg/l. É um elemento traço essencial pertencente ao grupo de elementos de transição, existindo em diferentes estados de oxidação (KIMURA et al, 2006).

2.4.5.1.17 Zinco

Para o elemento zinco as concentrações consideradas normais em águas superficiais variam entre os valores de 0,2 à 100 µg/L (MACEDO, 2006). O valor na resolução CONAMA 357/2005 para rios de classe 2 é de 0,18 mg/L Zn. De acordo com Maluf (2009) o zinco é um micronutriente essencial aos microrganismos, plantas e animais, com capital desempenho nas atividades fisiológicas e metabólicas, com o nível nos ambientes aquáticos em torno de 10 µg/L. O autor encontrou valores de 0,115 no mínimo e máximo de 0,245 µg/L em águas de estuário. Para Novelli (2005) o valor do elemento zinco variou entre 0,017 e 0,064 mg/L em águas superficiais do rio Monjolinho em São Carlos, com características agroindustrial e agropastoril. Pereira et al. (2007) encontraram valores médios de 13,3 µg/L em área de produção mineral, com o mínimo de <4,9 µg/L e máximo de 100,7 µg/L.

2.4.5.2 Não Metais

2.4.5.2.1 Fósforo

As principais formas do fósforo na água são os ortofosfatos, as formas mais simples para o metabolismo biológico, os polifosfatos que são moléculas mais complexas contendo dois ou mais átomos de fósforo e o fósforo orgânico. Pode ter origem natural na dissolução de compostos do solo e decomposição da matéria orgânica e celular de microrganismos e os despejos domésticos e industriais, bem como a utilização de fertilizantes e detergentes a base de fósforo contribuindo com a origem antropogênica deste elemento no meio. Sendo um elemento indispensável para o crescimento de algas e microrganismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica (VON SPERLING, 2005; MACEDO, 2006).

2.4.5.2.2 Selênio

Dependendo dos valores encontrados nos solos os teores do selênio em outros compartimentos podem apresentar grande variações. A função do selênio mais conhecida é a de antioxidante (MACEDO, 2006).

2.4.5.3 Semimetais (Metalóides)

2.4.5.3.1 Antimônio

Presente naturalmente na crosta terrestre, principalmente em rios, lagos e solos em níveis traço de concentração tem-se o elemento químico antimônio (Sb), geralmente na forma de sulfetos mas também na forma livre. O óxido de antimônio é obtido da queima do sulfeto, sendo geralmente utilizado na composição de tubos, moldes e ligas metálicas, revestimento de baterias e devido a alta pureza muito utilizado como semicondutor. Geralmente presente em ambientes aquáticos resultante do intemperismo de rochas, lixiviação dos solos e de atividades antrópicas (RAZZOTO, 2009).

2.4.5.3.2 Arsênio

As fontes de arsênio para o ambiente provem do uso continuado de seus compostos como pesticidas, de sua emissão durante a mineração e fundição de

ouro, chumbo, cobre e níquel (pois ocorre habitualmente nesses minérios), da produção de ferro e aço e da combustão de carvão, do qual é um contaminante. A lixiviação de minas abandonadas de ouro, de décadas e séculos atrás, pode ser ainda uma fonte significativa de poluição por arsênio nos sistemas aquáticos (BAIRD & CANN, 2011). Também conhecido como Arsênico pertence ao grupo VA da Tabela Periódica. Encontrado na natureza desde a antiguidade, com Aristóteles referenciando o trissulfureto de arsênio (sandarach) no séc. IV a.C. A maioria dos seus compostos são tóxicos. As concentrações consideradas normais em águas superficiais estão situadas entre 0,2 à 230 µg/L (MACEDO, 2006).

2.4.5.3.3 Boro

É um elemento escasso na crosta terrestre, classificado como metaloide, com os boratos como seus compostos naturais que concentram-se devido à alta solubilidade hídrica, mas baixa condutividade elétrica. Utilizado como produto similar à fibra de carbono designado fibra de boro com alta resistência mecânica, produção de cerâmicas e polímeros e também fertilizantes na agricultura (MACEDO, 2006).

2.4.6 Parâmetros Orgânicos

Dentro das mais diversas atividades antrópicas, nas atividades agrícolas e industriais, podemos distinguir alguns tipos de importantes poluentes; tais como os metais pesados, hidrocarbonetos de petróleo e os praguicidas clorados (DDT, por exemplo). Estes últimos, ou seja, os defensivos agrícolas, são substâncias venenosas utilizadas no combate às pragas animais ou vegetais que prejudicam o homem, o meio ambiente como um todo e as plantas cultivadas. Os praguicidas clorados, em sua maioria, apresentam efeitos adversos em organismos não alvo, chegando a extinguir certos organismos, aumentar a taxa de mortalidade, diminuir o sucesso reprodutivo, aumentar a acumulação de resíduos, devido a sua toxicidade, persistência e características lipofílicas. Podemos dividi-los em relação a seu organismo alvo, herbicida, fungicida, etc., ou também em relação à sua natureza química. Os cinco maiores grupos de pesticidas organoclorados são o DDT e seus análogos, hexaclorociclohexano (HCH), ciclodienos e compostos similares, toxafeno

e químicos relativos e chlordecone (BLUS, 1995; MACEDO, 2006; BAIRD & CANN, 2011).

Para um ser humano de 70 kg a dose letal do agrotóxico Aldrin é de 7 gramas, para o Dieldrin fica em 0,7 g, a dose letal para o DDT é de 8 gramas. (MACEDO, 2006).

2.4.6.1 Hidrocarbonetos (HC)

2.4.6.1.1 Estireno

Agência de Substâncias Tóxicas e Registro de Doenças (ATSDR) caracteriza o estireno como um hidrocarboneto aromático, líquido incolor, com cheiro doce que evapora facilmente, podendo ser encontrado no ar, na água e no solo logo após sua liberação no ambiente. Sofre rápida degradação no ar em poucos dias, evapora em solos rasos e águas superficiais e, em caso de permanência no solo ou na água sofrem degradação bacteriana ou de outros microrganismos, não bioacumulando em outros animais (ATSDR, 2016).

2.4.6.1.2 Etilbenzeno

É um contaminante derivado do petróleo, exigindo uma especial preocupação ambiental, sendo formado por hidrocarboneto monoaromático com a presença de anel benzênico, usado principalmente em solventes e combustíveis. (ANDRADE et al., 2010).

2.4.6.1.3 Tetracloreto de Carbono

De acordo com USP (2018) o tetracloreto de carbono é um hidrocarboneto halogenado, com a fórmula química CCl_4 , produto volátil, não possui reatividade química com a água e irritante para as peles e olhos. É utilizado como desengraxante de metal, fumigante agrícola, refrigerantes e propulsores, semicondutores.

2.4.6.1.4 Tetracloroetano

Na Resolução CONAMA 357/2005 o valor máximo permitido para rios de classe 2 é igual a 0,01 mg/L. Coimbra et al. (2015) descreve que diversas atividades comerciais e industriais utilizam o tetracloroetano como solvente e desengraxante, um composto orgânico halogenado sintético, com elevado grau de toxicidade e carcinogênico, em atividades industriais. Os mesmos autores acharam em água subterrânea o valor máximo de 4862,3 µg/L.

2.4.6.1.5 Tolueno

O tolueno é um hidrocarboneto aromático, de odor característico e incolor. Possui a fórmula de $C_6H_5CH_3$, é lipossolúvel e depressor do sistema nervoso central, utilizado como solvente, agentes de limpeza, componente de adesivos, entre outros fins (FORSTER et al., 1994). Andrade et al. (2010) caracteriza este componente como prejudicial tanto ao ser humano como ao ambiente. O valor máximo preconizado na legislação vigente é de 2,0 µg/L.

2.4.6.1.6 Triclorobenzeno

Na resolução CONAMA 357/2005 o valor máximo permitido para este tipo de organoclorado, para rios de classe 2, é igual a 0,02 mg/L.

2.4.6.1.7 Tricloroetano

O valor máximo preconizado na legislação vigente é de 0,03 mg/L.

2.4.6.1.8 Xileno

De acordo com Andrade et al. (2010) o xileno é classificado como hidrocarboneto monoaromático com anel benzênico, utilizado em solventes e combustíveis. O valor máximo permitido na resolução CONAMA 357/2005 para rios de classe 2 é o numeral de 300 µg/L.

2.4.6.2 Hidrocarboneto Policíclico Aromático (HPA's)

Petróleo em suas diferentes formas tem sido usado pelos humanos desde os tempos bíblicos. Os bancos naturais de petróleo providenciavam betume, que era empregado em técnicas habitacionais. É uma complexa e variável mistura de componentes orgânicos, com a maioria dos compostos com baixo peso molecular sendo hidrocarbonetos. Os compostos com menos de cinco carbonos são gases em temperatura ambiente. Estes gases naturais incluem o metano, etano, propano e butano. As moléculas maiores são líquidas e sólidas a temperaturas ambientes. A forma líquida, ou óleo cru, é separada em várias frações por destilação (BAIRD;CANN, 2011).

Braga et al. (2007) descrevem que os vários aportes de petróleo no ambiente podem ocorrer de formas naturais através de nascentes naturais, erosão sedimentar, ou decorrentes de processos antrópicos como por exemplo, produção em plataformas, atividades de transporte, rompimento de tubulações, acidentes com navios petroleiros, e também de escoamentos municipais e industriais. Os poluentes oriundos dos componentes do petróleo são geralmente os hidrocarbonetos alifáticos e alicíclicos.

Existe uma série de hidrocarbonetos de tipo benzênico que contêm vários anéis de seis membros conectados por meio do compartilhamento de um par de átomos de carbono adjacentes que unem anéis condensados. O exemplo mais simples é o naftaleno, $C_{10}H_8$. Os hidrocarbonetos que apresentam propriedades similares ao benzeno são chamados de aromáticos; aqueles que contêm anéis benzênicos condensados são chamados hidrocarbonetos aromáticos polinucleares (ou policíclicos), ou PAHs (BRAGA et al. 2007; BAIRD & CANN, 2011).

Segundo BAIRD; CANN (2011), derivados do benzeno são poluentes associados à combustão incompleta, especialmente de madeira e carvão e materiais que contenham carbono, sendo também emitidos para o ambiente pelos depósitos de lixo das industriais que convertem o carvão em combustível gasoso, e pelas refinarias de petróleo e xisto. Em ambientes aquáticos, encontram-se principalmente ligados a sedimentos, e não dissolvidos na água. De acordo com Braga et al. (2007); Baird & Cann (2011), os hidrocarbonetos carcinógenos desse tipo mais conhecidos e comuns são: o benzo[a]pireno, BaP, sendo um subproduto comum da combustão incompleta de combustíveis fósseis, é carcinogênico para animais de laboratórios e um provável carcinógeno humano e o benzo[a]antraceno..

São introduzidos no ambiente a partir de numerosas fontes: os motores de exaustão à gasolina e especialmente os de combustão a diesel, o “alcatrão” da fumaça de cigarro, a superfície de alimentos chamuscados ou queimados, a fumaça da queima de madeira ou carvão, e entre outros processos de combustão nos quais o carbono ou o combustível não são completamente convertidos em CO ou CO₂ (BAIRD & CANN, 2011).

Estudos realizados no manancial de abastecimento de Campinas por Locatelli (2006) constataram valores entre 30 a 73,1 µg/kg.

2.4.6.3 Organoclorados

De acordo com Menezes et al. (2009) os organoclorados encontram-se presentes em quase todo o ambiente e possuem a capacidade de acumular em tecidos animais e plantas, grande capacidade residual e ação carcinogênica. Novelli (2005) classifica como Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) com alta toxicidade, persistência ambiental, bioacumulação e consequente biomagnificação

2.4.6.3.1 1,2 Dicloroetano

Para a obtenção do monocloreto de vinila (MVC), matéria prima para o policloreto de vinila (PVC), deve-se realizar o craqueamento do 1,2 Dicloroetano (EDC) com a seguinte fórmula molecular (CH₂Cl)₂. Sendo classificado como um composto químico organoclorado, tóxico e possível carcinogênico. (FERREIRA, 2003). O VMP da resolução CONAMA que classifica os corpos de água é igual a 0,01 mg/L. Ferreira (2003) classifica este elemento como um composto químico organoclorado utilizado como solvente. Na Resolução CONAMA 357/2005 é classificado como um parâmetro orgânico e possui VMP de 0,003 mg/L.

2.4.6.3.2 1,1 Dicloroetano

Ferreira (2003) classifica este elemento como um composto químico organoclorado utilizado como solvente. Na Resolução CONAMA 357/2005 é classificado como um parâmetro orgânico e possui VMP de 0,003 mg/L.

2.4.6.3.3 Alaclor

Segundo a Agência de Defesa Agropecuária do Paraná (ADAPAR), o alaclor é um herbicida organoclorado de ação sistêmica com a classificação de extremamente tóxico e muito perigoso para o ambiente, aplicado após a semeadura ou plantio da cultura sobre o solo com a sua dosagem recomendada de acordo com o tipo de solo, proporcionando controle de plantas daninhas de folhas largas e gramíneas, sendo indicado para as culturas de milho, algodão, soja, cana de açúcar, amendoim e café.

2.4.6.3.4 Aldrin e Dieldrin

Aldrin é um pesticida organoclorado utilizado para matar insetos, gafanhotos e outras pragas de insetos, também pode matar aves, peixes e humanos. Em humanos, a dose fatal de Aldrin para um homem adulto é estimada em cerca de cinco gramas, sendo principalmente expostos através de produtos lácteos e carnes animais. Usado principalmente para controlar termitas e pragas têxteis, a dieldrina também tem sido usada para controlar insetos que vivem em solos agrícolas. Sua meia-vida no solo é de aproximadamente cinco anos. O aldrin rapidamente se converte em dieldrin, de modo que as concentrações de dieldrin no ambiente são maiores do que o uso de dieldrin. Os resíduos de Dieldrin foram encontrados no ar, água, solo, peixes, aves e mamíferos, incluindo humanos. O alimento representa a principal fonte de exposição à população em geral. Por exemplo, a dieldrina foi o segundo pesticida mais comum detectado em uma pesquisa americana de leite pasteurizado. Estudos na Índia indicam que a ingestão média diária de aldrina e seus subprodutos de dieldrina são de aproximadamente 19 microgramas por pessoa (UNEP, 2009).

O valor máximo permitido na resolução CONAMA 357/2005 para rios de classe 2 é de 0,005 µg/L. Rissato et al. (2004) encontraram valores em mananciais de abastecimento entre no mínimo 0,16 e no máximo 0,23 µg/L para o Dieldrin e 0,36 e máximo de 0,44 µg/L para o composto aldrin. Novelli (2005) constatou

valores acima da legislação pertinente, com o máximo de 1,154 µg/L e o valor mínimo de 0,003 µg/L.

2.4.6.3.5 Atrazina

A atrazina é classificada como um herbicida de uso permitido no estado do Paraná, de ação sistêmica do tipo triazina com eficiência no controle de plantas daninhas indicado para a aplicação em culturas de milho, sorgo e cana-de-açúcar e um produto muito perigoso ao meio ambiente (ADAPAR).

2.4.6.3.6 Clordano (Isômeros)

Usado extensivamente como um inseticida de amplo espectro e em uma variedade de culturas agrícolas, o clordano permanece no solo por muito tempo e possui uma meia-vida descrita de um ano. Os efeitos letais do clordano variam de acordo com a espécie, mas os testes mostraram que ele pode matar patos, codornas e camarão. O clordano pode afetar o sistema imunológico humano e é classificado como um possível carcinógeno. A via de exposição humana ocorre principalmente através do ar (UNEP, 2009).

2.4.6.3.7 DDT (Isômeros Totais DDE/DDD/DDT)

O DDT, ou para-Diclorodifeniltricloroetano, do ponto de vista estrutural é um derivado do etano. Em insetos, o DDT adota uma forma de cunha no canal nervoso que serve de caminho às células nervosas. Normalmente, esse canal transmite impulsos apenas quando necessário, via íons sódio. Mas ocorre uma série contínua de impulsos nervosos iniciados pelo sódio quando moléculas de DDT mantêm o canal aberto. Como consequência, os músculos do inseto contraem-se repetidamente, o que produz a exaustão e finalmente convulsões que podem levá-lo à morte (BAIRD & CANN, 2011).

Muitas espécies animais metabolizam o DDT criando um derivado do eteno, chamado DDE, abreviatura para diclorodifenildicloroetano. O composto químico DDE é também produzido lentamente no ambiente pela degradação do DDT.

Infelizmente, em algumas aves, o DDE interfere na enzima que regula a distribuição de cálcio, e por esse motivo os pássaros contaminados produzem ovos que não tem a casca (carbonato de cálcio) suficientemente grossa para suportar o peso de seus pais durante a incubação (BAIRD & CANN, 2011).

Em seres humanos, a maioria do DDT ingerido é eliminada. A maior parte do DDT armazenado na gordura humana (uma média de 3ppm em adultos norte-americanos) é efetivamente o DDE presente nos alimentos ingeridos procedente da transformação prévia do DDT que se encontrava originalmente no ambiente. Infelizmente, o DDE praticamente não é biodegradável e é muito solúvel em gorduras, de maneira que permanece em nossos organismos durante um longo período de tempo (BAIRD & CANN, 2011).

2.4.6.3.8 Diclorometano

Segundo Toci et al. (2006), diclorometano é classificado como um hidrocarboneto clorado com fórmula química CH_2Cl_2 , utilizado como solvente orgânico para ácidos clorogênicos e na descafeinação. É um hidrocarboneto clorado, com o seu valor máximo permitido descrito na Resolução CONAMA 357/2005 para rios de classe 2 igual a 0,02 mg/L.

2.4.6.3.9 Dodecacloropentaciclodecano (Mirex)

Este inseticida é usado principalmente para combater formigas e térmitas, também foi usado como retardador de fogo em plásticos, borracha e produtos elétricos. A exposição direta ao mirex não parece causar contaminação aos humanos, mas estudos em animais de laboratório fizeram com que ele fosse classificado como um possível carcinógeno humano. Nos estudos, mostrou-se tóxico para várias espécies de plantas, peixes e crustáceos. É considerado um dos pesticidas mais estáveis e persistentes, com uma vida média de até 10 anos. A principal via de exposição humana ao mirex é através de alimentos, particularmente carne, peixe e caça (UNEP, 2009). O VMP na Resolução 357/2005 é de 0,001 $\mu\text{g/L}$.

2.4.6.3.10 Endossulfan (I+II+sulfato)

Ocorrem dois isómeros do endossulfan, ambos biologicamente ativos. É um inseticida usado desde a década de 1950 para controle de pragas de culturas, moscas tsé-tsé e ectoparasitas de gado e como conservante de madeira. Como um inseticida de amplo espectro, é atualmente utilizado para controlar uma grande variedade de pragas em uma variedade de culturas, incluindo café, algodão, arroz, sorgo e soja. É persistente, se bioacumula e tem potencial para o transporte de longo alcance. Foi detectado em ar, sedimentos, água e organismos vivos em áreas remotas, como o Ártico, distantes de áreas de uso intensivo. é tóxico para os seres humanos e demonstrou ter efeitos adversos em uma ampla gama de organismos aquáticos e terrestres. A exposição ao endossulfão tem sido associada a distúrbios físicos congênitos, retornos mentais e óbitos em trabalhadores agrícolas e aldeões em países em desenvolvimento na África, Ásia e América Latina. O sulfato de endossulfan apresenta toxicidade semelhante. (UNEP, 2009).

De acordo com Menezes et al. (2009) as atividades agrícolas são responsáveis por incremento da concentração de Endossulfan em águas superficiais, os autores encontraram valores acima dos limites estabelecidos por lei na bacia do rio São Domingos. O valor médio encontrado foi de 0,035 µg/L, com mínimo de 0,06 e máximo de 0,011 µg/L. Rissato et al. (2004) encontraram valores entre 0,15 e 0,81 µg/L em águas superficiais de mananciais de abastecimento da região de Bauru (SP). Novelli (2005) constatou valor máximo de 0,113 µg/L durante o período de chuva.

2.4.6.3.11 Endrin

Endrin é um inseticida pulverizado nas folhas de culturas, como algodão e grãos e também para controle de roedores. A metabolização do endrin evita a bioacumulação nos tecidos adiposos em contraste a produtos químicos estruturalmente similares. Ele tem uma meia-vida longa, no entanto, persistindo no solo por até 12 anos. Além disso, a endrina é altamente tóxica para os peixes. Quando expostos a altos níveis de endrina na água, os minnows do joivim surgiram cedo e morreram no nono dia de sua exposição. A principal via de exposição para a

população humana em geral é através de alimentos (UNEP, 2009). O VMP na Resolução CONAMA 357/2005 para rios de classe 2 é igual a 0,004 µg/L.

2.4.6.3.12 Heptacloro e Heptacloro Epóxido

De acordo com a ATSDR (2016). O heptacloro é uma substância química manufaturada que não ocorre naturalmente no ambiente foi usado no passado com praguicida. Danos ao fígado e ao sistema nervoso de animais que ingeriram a substância são descritos, afetando a diminuição da fertilidade e a excitabilidade. A principal via de exposição é a ingestão de alimentos contaminados. Sendo atualmente permitido no controle de formigas. Estudos em mananciais de abastecimento (RISSATO et al., 2004) constataram valores entre 0,03 e 0,18 µg/L. Novelli (2005), constatou influência da lixiviação superficial das áreas de cultivo do entorno na concentração do elemento, com valores máximos e mínimos de 0,381 e 0,062 µg/L, respectivamente.

2.4.6.3.13 Hexaclorobenzeno

Utilizado pela primeira vez no ano de 1945, para tratar sementes, o Hexaclorobenzeno – HCB (sigla em inglês, mas no Brasil conhecido como BHC) mata fungos que afetam as culturas alimentares, foi amplamente utilizado para controlar o “bunt” de trigo. É também um subproduto da fabricação de certos produtos químicos e encontrado como impureza em várias formulações de pesticidas. Quando as pessoas no leste da Turquia comeram grãos de semente tratados com BHC entre 1954 e 1959, demonstraram alguns sintomas, incluindo lesões cutâneas fotossensíveis, cólicas, várias debilitações e algumas mortes. As mães também transferiram BHC para seus bebês através da placenta e do leite materno. Em altas doses, o BHC é letal para alguns animais e, em níveis mais baixos, afeta negativamente seu sucesso reprodutivo. O BHC foi encontrado em alimentos de todos os tipos. Um estudo da carne espanhola encontrou BHC presente em todas as amostras. Na Índia, a ingestão diária média estimada de BHC é de 0,13 microgramas por quilograma de peso corporal (UNEP, 2009).

2.4.6.3.14 Lindano (g-BHC)

Listado no Anexo A da Convenção de Estocolmo, possui uma isenção específica para uso como medicamento para a saúde humana no controle de piolhos e sarna. O lindano é o nome comum para o isômero gama de hexaclorociclohexano (HCH). O HCH é uma mistura isomérica que contém principalmente cinco formas, alfa, beta, gamma, delta e epsilon-HCH. Tem sido usado como um inseticida de amplo espectro para tratamento de sementes e solo, aplicações foliares, tratamento de árvores e madeira e contra ectoparasitas em aplicações veterinárias e humanas. A produção de lindano diminuiu rapidamente nos últimos anos e apenas alguns países produzem. O lindano é persistente, e bioconcentra rapidamente nos organismos sofrendo biomagnificação na cadeia alimentar. Constatou-se evidências de transporte a longo prazo e efeitos tóxicos, tais como, reprodutivos e de desenvolvimento, em animais de laboratório e organismos aquáticos (UNEP, 2009).

Estudos nas águas superficiais do rio São Domingos demonstrou a concentração média de Lindano em 0,058 µg/L, com os extremos máximos 0,093 e mínimo em 0,019 µg/L. Correlacionando as atividades agrícolas com o incremento nas concentrações do elemento (MENEZES et al., 2009).

2.4.6.3.15 Metoxicloro

É uma substância manufaturada que não ocorre normalmente na natureza, sua fórmula é $C_{16}H_{15}Cl_3O_2$, usado como inseticida para uma grande variedade de insetos, tais como, moscas, mosquitos e baratas em culturas agrícolas e gado, em celeiros, armazéns de cereais, jardins domésticos e animais domésticos. A maioria dos metoxicloros entra no ambiente quando aplicado a culturas agrícolas, florestas e gado. Não se dissolve facilmente em água. Uma vez na água, adere aos sedimentos e depósitos no fundo. A exposição ocorre principalmente durante o manuseio e aplicação do produto pelos trabalhadores, agricultores e jardineiros. Intoxicação a altos níveis afetam a fertilidade danificando os ovários, o útero e o ciclo sexual nas fêmeas. Nos machos, altera a próstata e os testículos e produzem tremores e convulsões em animais. Alguns produtos de degradação de metoxicloro podem ser tão prejudiciais quanto o metoxicloro. O metoxicloro geralmente não se acumula na cadeia alimentar. O limite de metoxicloro para a EPA em produtos agrícolas e de 1-

100 ppm, para água potável é de 0,04 ppm, valor igual ao limite imposto pelo Food and Drug Administration (FDA) para a água engarrafada (ATSDR, 2016).

2.4.6.3.16 Permetrina

De acordo com ANVISA a permetrina é um composto sintético utilizado em inseticidas, repelentes e acaricidas, indicado para o tratamento de pediculose agindo diretamente no piolho induzindo alterações eletroquímicas na membrana celular do inseto afetando sua mobilidade. A permetrina é metabolizada na pele e no fígado, produzindo metabólitos inativos, que são excretados principalmente na urina. Com a seguinte fórmula química $C_{21}H_{20}Cl_2O_3$. No Paraná o uso é permitido segundo a ADAPAR.

2.4.6.3.17 Simazina

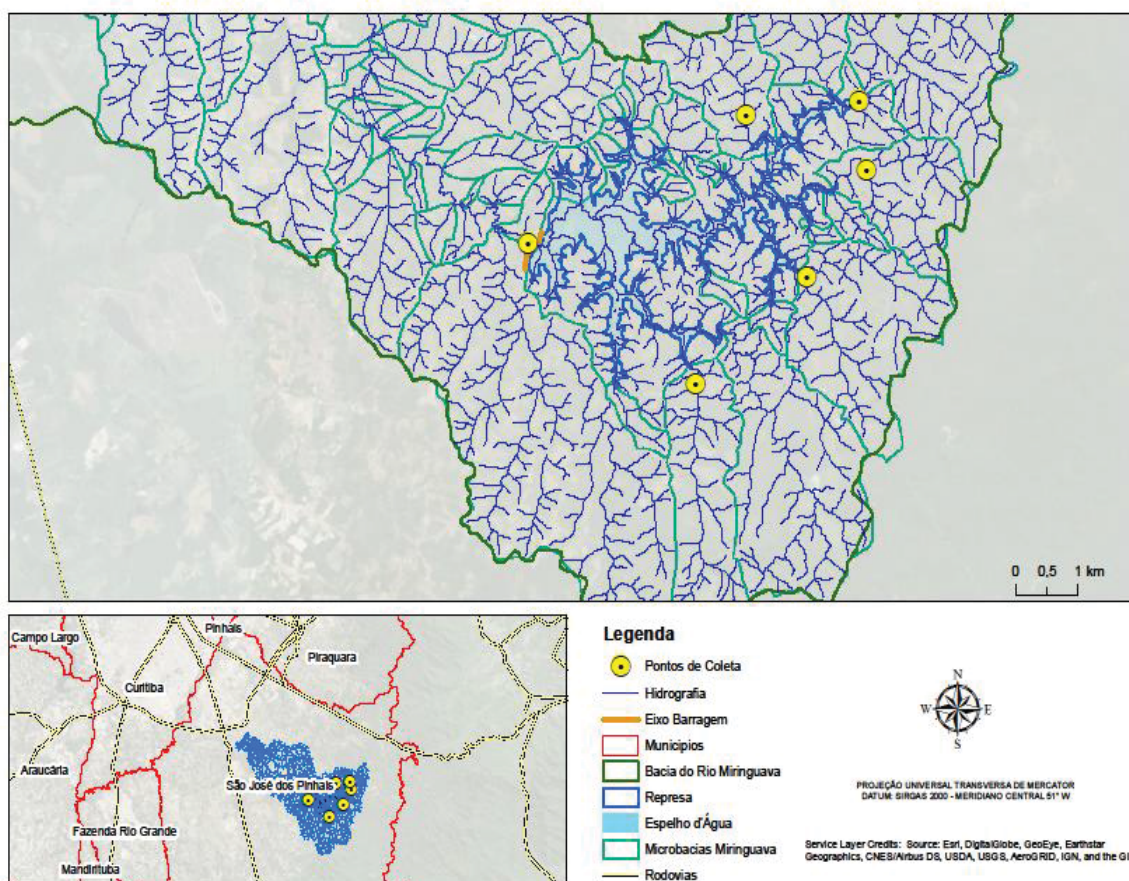
ADAPAR classifica a simazina como um herbicida seletivo pertencente ao grupo químico das triazinas, de uso permitido, organoclorado nitrogenado, podendo ser eficiente no tratamento contra pragas das culturas de milho, classificado como mediamente tóxico e perigoso ao meio ambiente. ANVISA em seu índice monográfico, indica o emprego autorizado nas culturas de abacaxi, café, citros, entre outras, com a fórmula química de $C_7H_{12}ClN_5$.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo

Localizada no primeiro planalto paranaense e na bacia do Alto Iguaçu a bacia hidrográfica do Rio Miringuava, caracterizada na Figura 3.1, situa-se entre os meridianos 49° 00' e 49° 15' de Longitude Oeste e paralelos 25°34' e 25° 42" de Latitude Sul. Possui uma área de 161, 30 km², com aproximadamente 17% da área total de São José dos Pinhais e uma parte interceptada pela área urbana, mas a maior parte tem uso legal definido como rural (BOSSLE, 2010).

FIGURA 3.1- LOCALIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MIRINGUAVA.



Fonte: Autor (2018).

O Município de São José dos Pinhais possui posição estratégica no escoamento das produções industrial e agrícola, com duas rodovias federais em seus domínios, e suas características físicas com vasta rede de drenagem, permitiu

aumento na sua ocupação com evidente característica agrícola denominada de “Cinturão Verde” com áreas de cultivo de verduras e hortaliças da Região Metropolitana de Curitiba (RMC).

De acordo com a Lei Complementar Nº 100, de 10 de junho de 2015, da cidade de São José dos Pinhais, que dispõe sobre o plano diretor do município, que é integrada pela Lei de Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo a região de estudo está inserida na Macrozona VII de Preservação Ambiental, correspondendo a áreas impróprias à ocupação urbana com o objetivo de preservar os cursos d’água, matas e paisagens, incluindo a futura APA do Miringuava (SÃO JOSÉ DOS PINHAIS, 2015). Sendo englobada também pelo Decreto Estadual Nº 4435, datado de 29 de junho de 2016, que declara as áreas de interesse de Mananciais de Abastecimento Público para a RMC, com a finalidade de facilitar a implementação de estratégias de gestão de mananciais de forma a garantir a qualidade da água para abastecimento (PARANÁ, 2016).

A sudeste da sede do município distante 25 km está localizado o eixo da futura barragem do Rio Miringuava, que pode ser acessado de Curitiba através das duas rodovias federais. A bacia hidrográfica do rio Miringuava tem uma área total de 123,00km², com 17,19km o maior comprimento, e sua largura máxima é de 14,27km (SANEPAR, 2002).

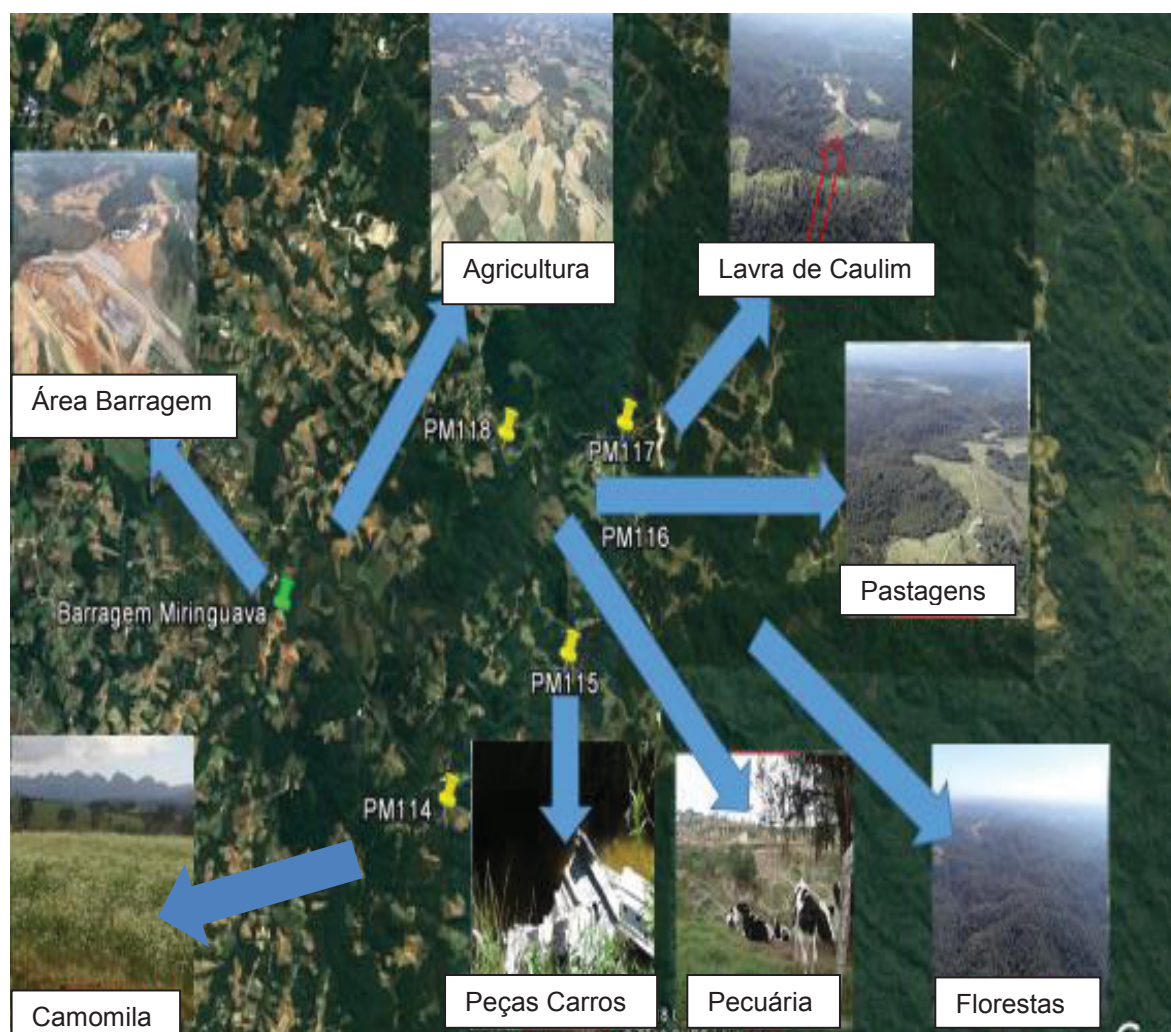
O empreendimento denominado de barragem do Rio Miringuava é parte integrante do Plano Diretor de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Curitiba, elaborado em 1992, com última revisão no ano de 2011, onde foram definidas as fontes de suprimento de água prioritárias para atendimento às necessidades da população prevista nesta região até o ano horizonte de 2040 (SANEPAR, 2013).

Com a conclusão da barragem do rio Miringuava e o completo enchimento do reservatório, previsto para 2020, o Sistema de Abastecimento de Água (SAA) passa a receber a contribuição de 2,00m³/s para a produção de água potável direcionada a Estação de Tratamento de Água (ETA) Miringuava, assim a conclusão deste sistema torna uma alternativa atraente e, também necessária, pois o desenvolvimento acelerado de São José dos Pinhais traz consigo um grande aumento populacional em toda a região de entorno, bem acima da média de

crescimento da RMC, fato que implica em pressão no SAA com o aumento da demanda, implicando em um reforço substancial na capacidade de abastecimento público de água (SANEPAR 2002).

Nas imagens a seguir, Figura 3.2, podem-se notar alguns dos diferentes usos e ocupações do solo na região estudada durante o ano de 2018, com algumas peculiaridades a serem notadas, como a área de movimentação do solo e o desvio do curso original do rio Miringuava, para construção do maciço da futura barragem e uma visão geral da área a ser alagada, com a realização de atividades de retirada de vegetação e também uma imagem com a extração de caulim que ocorre no interior da bacia de drenagem. Além de poder constar que, na época da realização das imagens, verificou-se a ocorrência de áreas com solo exposto preparado para cultivo, áreas com plantações, como por exemplo, repolho, couve-flor, hortaliças em geral e plantação de camomila, além de diversas estufas de culturas agrícolas ao longo das propriedades e áreas de matas em diferentes estágios. Constatando também a ocorrência de áreas com pasto para a criação de animais, com especial detalhe para uma propriedade que desenvolve atividades de criação de gado, além de peças de automóveis de origem suspeita descartadas dentro dos rios que irão formar a futura barragem, com algumas como em destaque ao lado do ponto de coleta e monitoramento dos afluentes da futura barragem.

FIGURA 3.2- IMAGENS COM DIFERENTES USOS E OCUPAÇÕES DO SOLO DA ÁREA DA BACIA HIDROGRÁFICA ESTUDADA.



Fonte: Autor (2018).

3.2 Características gerais

As descrições gerais mais significativas do empreendimento da futura barragem para abastecimento público do rio Miringuava, adaptadas do EIA da futura barragem, estão representadas na Tabela 3.1 disposta a seguir.

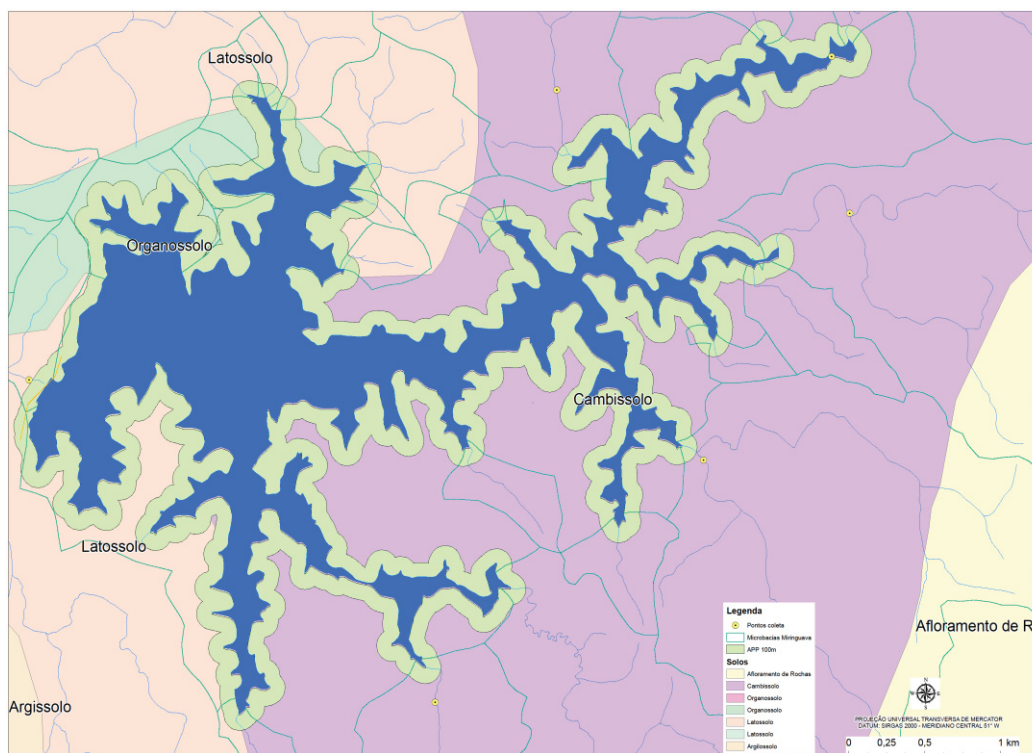
TABELA 3.1 – PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS GERAIS DA FUTURA BARRAGEM MIRINGUAVA E BACIA DE DRENAGEM.

Bacia hidrográfica	Rio Iguaçu (Alto Iguaçu)
Município	São José dos Pinhais
Rio	Miringuava
Área bacia hidrográfica	123,00km ²
Comprimento e Largura máxima	17,19km e 14,27km
Densidade drenagem	1,95km/km ² .
Distância da sede do município	25 km
Coordenadas	7.162.690 x 693.530 (UTM)
Área inundada	4,36 km ²
Área drenagem montante	55 km ²
Volume máximo	36,7337 x 10 ⁶ m ³
Comprimento crista	260m
Altura barragem	22m
Nível máximo água (Cota Inundação)	905m
Propriedades atingidas	57
População estimada	170 pessoas
Área agricultura atingida	39,33 hectares
Área floresta atingida	154,06 hectares
Mata Ciliar atingida	28,69 hectares

Fonte: adaptado de SANEPAR, 2002.

De acordo com levantamentos do estudo de Impacto ambiental (SANEPAR, 2002) da barragem o substrato da bacia do rio Miringuava está inserido no contexto do Escudo Paranaense, assentada sobre rochas do Complexo Gnáissico-Migmatítico integrante do Embasamento Cristalino, as quais encontram-se cortadas por diques de rochas ígneas do Jurássico-Cretáceo. Recobrimdo as rochas, ocorrem os sedimentos pliocênicos a pleistocênicos da Bacia Sedimentar de Curitiba, inserida nas Formações Guabirotuba e Tingüis. De desenvolvimento mais recente e, resultantes da ação combinada do intemperismo e dos processos erosivos, aparecem os sedimentos inconsolidados correspondentes a depósitos coluvionares e aluvionares do Holoceno. Estas litologias encontram-se bastante intemperizadas, sendo recobertas por camadas de solos argilosos a areno-argilosos de espessuras variando de 1,20 a 5,70 metros. Os tipos de solos da região foram levantados durante a realização do estudo de impacto da obra (SANEPAR, 2002), com as principais divisões de tipos de grupos de solos, sem entrar em detalhamentos mais específicos à respeito da tipologia da classificação dos solos. Com estes dados plotados com os distintos tipos de solos na região da área estudada, bem como as área de APP do entrono do reservatório e o espelho d'água.

FIGURA 3.3 MAPA COM OS DIFERENTES TIPOS DE SOLO NA ÁREA ESTUDADA.



Fonte: Autor (2018).

Pode-se diferenciar três compartimentos geomorfológicos: a Serra do Mar, com um total de aproximadamente 20% da superfície, ocorre na porção oriental da área do empreendimento com encostas de declividade bem acentuada. O Planalto Cristalino com 55% da área nas porções sul e norte/nordeste, com topografia suavemente ondulada a ondulada, com colinas com o topo achatado e arredondado, e altitudes variando entre 940 e 980 metros. E o Planalto Sedimentar com 15% da área, principalmente a jusante da barragem. As feições morfológicas características são colinas suaves, com topos amplos e aplainados e encostas suaves a ligeiramente suaves. As altitudes estão situadas ao redor de 905m e as inclinações geralmente são inferiores a 6%. Encontra-se as Planícies Aluviais com 10% da área, que são terrenos planos a sub-horizontais, englobando a planície de inundação do rio Miringuava e seus afluentes e os terraços colúvio-aluvionares (terrenos situados alguns metros acima da planície de inundação adjacente), com o lençol freático aflorante (banhados) ou muito próximo à superfície, proporcionando alagamentos (SANEPAR, 2002).

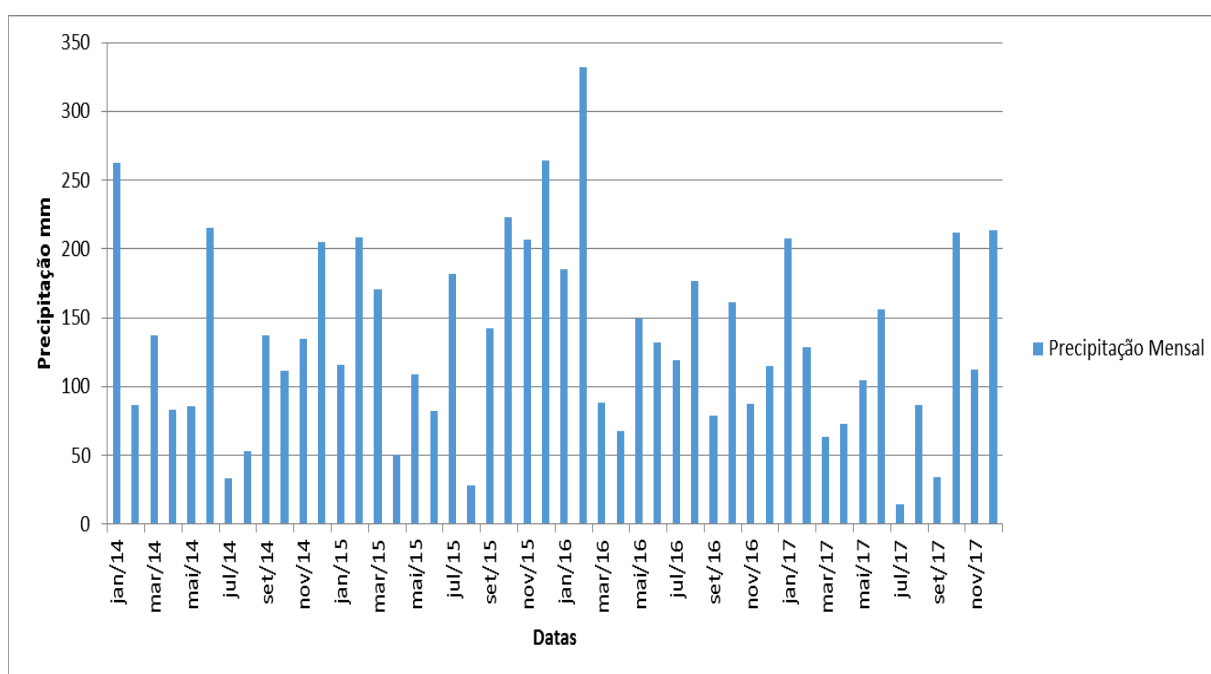
A bacia hidrográfica do rio Miringuava está situada no Alto Iguaçu, onde se localizam os Mananciais da Serra, com cobertura vegetal composta pelo bioma Mata Atlântica (SANEPAR, 2002; BOSSLE, 2010). A região do Alto Iguaçu tem relevante interesse para o abastecimento de água para Curitiba e região metropolitana e, conseqüentemente, exige cuidados especiais quanto à sua conservação ambiental. Na bacia do rio Miringuava ocorrem dois grandes sistemas aquíferos: um representado pelas rochas fraturadas do Complexo Gnáissico-Migmatítico, e outro pelas lentes arcossianas da Formação Guabirota (SANEPAR, 2002).

A rede hídrica tem 240km de extensão de rios e riachos com a maioria aflorando das encostas da Serra do Mar, destacando, além do Miringuava, os rios Gemido e Guamirim, na margem esquerda e Avencal, na margem direita. À medida que o rio Miringuava desenvolve-se por seus 19,00km de extensão - com altas declividades nos seus primeiros 6,00km de percurso, até aproximadamente a cota 898,00m - em direção ao rio Iguaçu, a densidade de drenagem reduz drasticamente. Pode-se inferir que essa redução teve forte influência antrópica, tendo em vista que muitos riachos podem ter sido exauridos ao longo dos anos devido à prática de desmatamento para a implantação de áreas agrícolas.

De acordo com SANEPAR (2002) e Bossle (2010) a precipitação média é de 1.415mm, com os valores médios de chuvas nos meses de verão dezembro e janeiro com 157 e 189mm, respectivamente. As menores precipitações, com 79 e 72 mm ocorreram nos meses de abril e agosto. A maior precipitação anual já ocorrida na bacia deu-se no ano de 1983, com 2009mm e a menor em 1985, com 936mm. Com o clima de acordo com a classificação de Köppen Cfb, com verões amenos, sem estação seca definida devido ocorrência de precipitação significativa em todos os meses do ano e ocorrência de geadas.

No Gráfico 3.1 estão plotados os valores referentes à precipitação na área de estudo, mensurados na estação pluviométrica Fazendinha de propriedade do Instituto das Águas do Paraná (ÁGUASPARANÁ) instalada desde o ano de 1964 no município de São José dos Pinhais, coordenadas UTM X= 686.254 e Y= 7.176.227. Com a série amostral iniciando no primeiro dia do ano de 2014 até o final do ano de 2017(ÁGUASPARANÁ, 2018).

GRÁFICO 3.1 – SÉRIE HISTÓRICA COM OS VALORES DE PRECIPITAÇÃO NO PERÍODO DE REALIZAÇÃO DOS ESTUDOS



Fonte: adaptado de ÁGUASPARANÁ (2018).

Tourinho; Passos (2006), realizaram estudos em propriedades rurais, localizadas na bacia hidrográfica do Rio Miringuava sobre a adequação das mesmas em relação à legislação ambiental vigente. A pesquisa constatou que algumas propriedades não possuem área de reserva legal e/ou Áreas de Preservação Ambiental (APP), com os agricultores não cumprindo a legislação por falta de conhecimento e assistência técnica.

As comunidades rurais que estão localizadas na área da futura barragem Miringuava são Antinha, Avencal, Papanduva da Serra e Saltinho da Malhada. Que segundo dados da Prefeitura Municipal de São José dos Pinhais, obtidos do Cadastro de Produtores Rurais, elaborados pela Secretaria Municipal de Agricultura e Abastecimento durante o período de agosto de 2015 a julho de 2016. Possuem as seguintes características em relação à produção de frangos, agricultura e rebanhos, que estão dispostas nas tabelas a seguir, em relação a quantidade da atividade agropecuária, como unidade e área e relação a produção total do município.

Na Tabela 3.2 estão descritas as atividades de produção de frango, com destaque para a criação de frango de granja para corte, que não existe nas comunidades estudadas dentro da área da bacia de manancial, com a localidade de Avencal possuindo somente alguns exemplares, aproximadamente 50 unidades, para a atividade de postura, somando mais de 7% da quantidade do município. Mas por outro lado a criação de frangos domésticos possui quase mil unidades nas comunidades estudadas, com destaque para Avencal.

TABELA 3.2 – CARACTERÍSTICAS DAS COMUNIDADES RURAIS NA ÁREA DA FUTURA BARRAGEM MIRINGUAVA EM RELAÇÃO À PRODUÇÃO DE FRANGO

Comunidade Rural	Frango de Granja (Quantidade)				Frango Doméstico	
	Corte	% Mun.	Postura	% Mun.	Quantidade	% Mun.
Antinha	0	0	0	0	188	0,71
Saltinho da Malhada	0	0	0	0	295	1,11
Avencal	0	0	44	7,09	315	1,18
Papanduva da Serra	0	0	0	0	62	0,23
Total	0	0	44	7,09	860	3,23

Fonte: adaptado de PMSJP (2018).

Em relação as atividades de agricultura, pode-se observar os valores encontrados para as comunidades descritos na Tabela 3.3, onde evidencia-se as somas expressivas das áreas totais das práticas agrícolas desempenhadas. Com

destaque para o cultivo de hortaliças, com mais de 330 Ha e quase 11% da produção municipal, e com aproximadamente 5% da produção municipal tem-se os cereais e uma área de mais de 160 Ha.

TABELA 3.3 – CARACTERÍSTICAS DAS COMUNIDADES RURAIS NA ÁREA DA FUTURA BARRAGEM MIRINGUAVA EM RELAÇÃO À AGRICULTURA

Comunidade Rural	Cereais		Frutas		Hortaliças		Outras	
	Ha	% Mun	Ha	% Mun	Ha	% Mun	Ha	% Mun
Antinha	38,96	1,21	3,3	0,55	41,1	1,32	0	0
Saltinho da Malhada	18,73	0,58	1,2	0,2	122,1	3,93	5	2,03
Avencal	63,8	1,98	3,6	0,6	115,5	3,72	5	2,03
Papanduva da Serra	39,4	1,22	0	0	59,5	1,91	0	0
Total	160,9	4,99	8,1	1,35	338,2	10,88	10	4,06

Fonte: adaptado de PMSJP (2018).

A criação de animais os dados estão descritos na Tabela 3.4, destacando a quantidade de bovinos, somando mais de 1200 unidades, seguido da criação de cavalos e ovelhas, com 305 e 301 unidades respectivamente. E a criação de porcos com expressivos 12,26% da produção municipal, totalizando mais de 220 unidades.

TABELA 3.4 – NÚMERO DE ANIMAIS EM FUNÇÃO DA COMUNIDADE E TIPO DE REBANHO NA ÁREA DA FUTURA BARRAGEM MIRINGUAVA

Comunidade Rural	Bovinos		Equinos		Suínos		Caprinos		Ovinos	
	Qtde	% Mun	Qtde	% Mun	Qtde	% Mun	Qtde	% Mun	Qtde	% Mun
Antinha	231	2,34	77	3,22	8	0,45	4	0,92	148	5,08
Saltinho da Malhada	124	1,25	50	2,09	93	5,25	4	0,92	17	0,58
Avencal	603	6,1	40	1,67	72	4,07	18	4,15	46	1,58
Papanduva da Serra	293	2,96	138	5,77	53	2,99	4	0,92	90	3,09
Total	1251	12,65	305	12,75	226	12,76	30	6,91	301	10,33

Fonte: adaptado de PMSJP (2018).

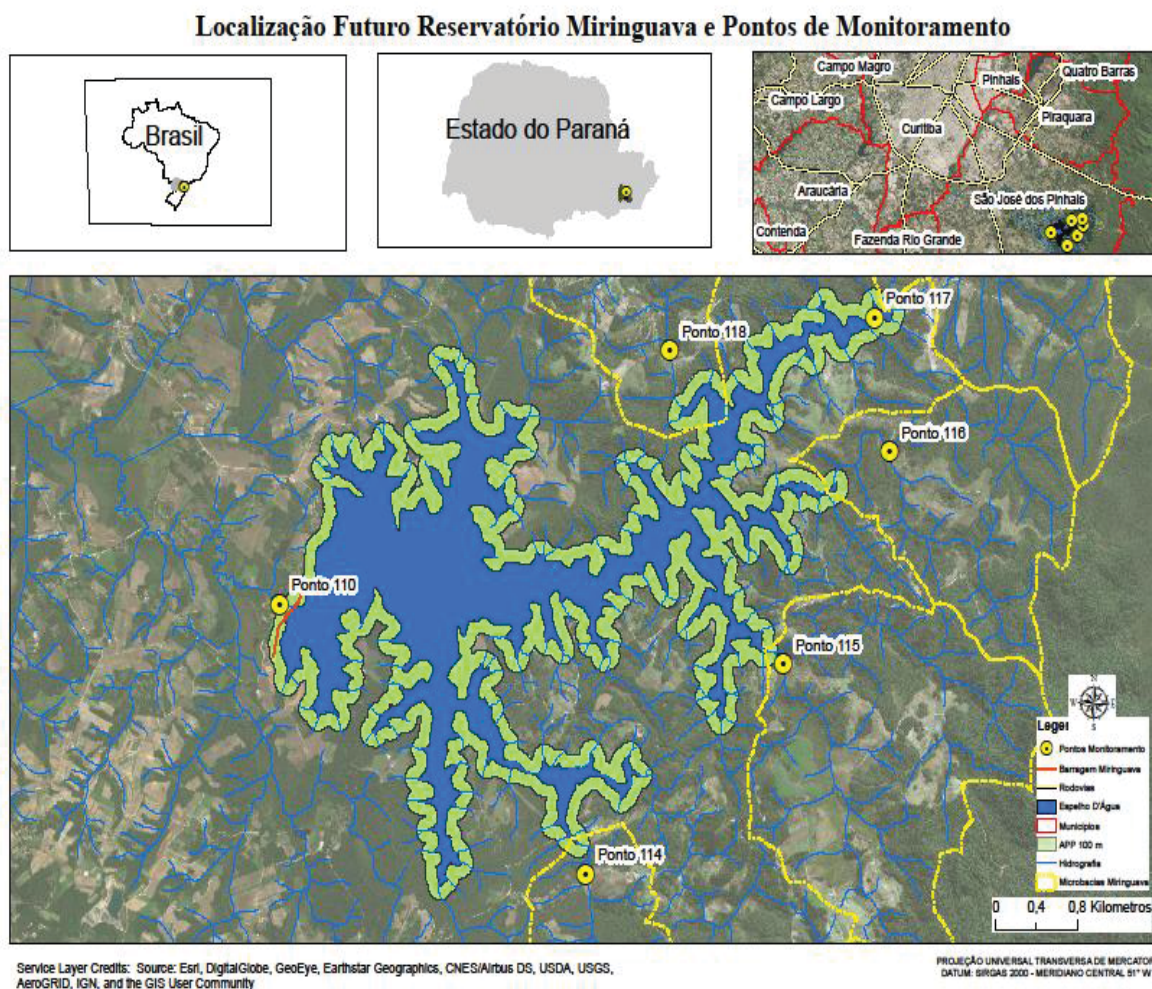
A importância das atividades agrícolas do município é tamanha, que ocupa a primeira posição na comercialização de produtos na Central de Abastecimento do Paraná S.A. (CEASA). Com o volume negociado com a CEASA no ano de 2014, 41.831,72 ton., correspondendo a 10,13% do total de produtos comercializados na Central.

3.3 AMOSTRAGEM

O monitoramento da qualidade da água foi realizado através de coletas de amostras de água superficial nos principais afluentes do reservatório e no local do futuro maciço da barragem totalizando 6 (seis) pontos de monitoramento, descritos na Tabela 3.2 com as suas identificações e coordenadas. O mapa apresentado na Figura 3.4 apresenta disposto em seus cenários a localização da bacia hidrográfica do rio Miringuava e os pontos de monitoramento da qualidade da água em relação à posição ao continente brasileiro, ao estado do Paraná e a Curitiba e RMC.

As estações amostrais foram escolhidas e nominadas para identificação e localização, de acordo com a relevância na contribuição para o reservatório, segundo critérios de localização e facilidade na logística da realização das coletas e trabalhos de campo. Outro ponto importante foi assegurar a continuidade no monitoramento, durante o período de enchimento da barragem e após completamente cheio continuar ainda com os trabalhos de monitoramento nos pontos e mantendo a série histórica.

FIGURA 3.4 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E PONTOS DE MONITORAMENTO



Fonte: Autor (2017).

TABELA 3.5 – IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS DE MONITORAMENTO COM RESPECTIVOS NÚMEROS E LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA (UTM)

Pontos Monitoramento Futuro Reservatório Miringuava		
Identificação ponto	Número ponto	Coordenada (UTM)
Jusante barragem Rio 01	PM110	X=693.389,36; Y= 7.162.686,87
Rio 02	PM114	X=696.060,49; Y= 7.160.620,08
Rio 03	PM115	X=697.826,99; Y= 7.162.173,82
Rio 04	PM116	X=698.787,84; Y= 7.163.754,54
Rio 05	PM117	X= 698.668,33; Y= 7.164.759,73
Rio 06	PM118	X=696.860,77; Y= 7.164.544, 32

Fonte: Autor (2018).

As imagens na sequência, dispostas na Figura 3.5, mostram os pontos de monitoramento em agosto de 2017 e imagens aéreas de voos realizados por drone em julho de 2018, com os pontos de realizações das coletas em destaque na cor amarela e o traçado do rio na coloração azul.

Tem-se então uma vista superior dos pontos de coletas, e indicados pelas setas em vermelho as imagens dos pontos de realizações das amostragens de águas superficiais. Com destaque para o PM 110 já alterado da sua forma natural pela ação antrópica com o objetivo de desvio do rio Miringuava e construção de ensecadeira para a edificação do maciço da futura barragem Miringuava. E na imagem aérea as estruturas já em avançado estado de construção para a realização do desvio do rio e construção do barramento e a intensa movimentação tanto de máquinas como de funcionários da obra.

Constatando a proximidade de áreas de cultivos agrícolas nos arredores do ponto de monitoramento PM114, a formação rochosa no PM115 que ocasiona o surgimento de uma cachoeira, o início de uma área de reflorestamento no PM118, o PM 116 que está localizado na entrada de uma propriedade nas proximidades da sua porteira e o PM 117 como o ponto mais a montante do rio Miringuava, com suas áreas de florestas em estágios intermediário/avançado.

FIGURA 3.5 IMAGENS DOS PONTOS DE MONITORAMENTO



Fonte: Autor, 2017 e 2018.

A realização do trabalho de coleta teve início com a campanha amostral em fevereiro de 2014, os trabalhos continuaram com uma periodicidade de esforços de amostragem com intervalo aproximado de três meses, com algumas falhas operacionais e logísticas que alteraram o prazo das campanhas momentaneamente. Os dados utilizados do monitoramento para análises foram até a coleta de novembro de 2017. Com uma série temporal de quatro anos perfazendo um total de 14 campanhas amostrais, com coletas em todas as estações do ano. As datas das campanhas estão dispostas na Tabela 3.6 dispostas a seguir. As coletas pontuais, nas diferentes datas, para os diferentes pontos de monitoramento e parâmetros, foram realizadas todas no mesmo dia, durante o período matutino.

TABELA 3.6 – DATAS DAS AMOSTRAGENS

Anos	Data das Campanhas Amostrais			
2014	18/02/2014	20/05/2014	19/08/2014	
2015	30/03/2015	09/07/2015	28/09/2015	28/12/2015
2016	29/03/2016	16/06/2016	27/09/2016	
2017	07/02/2017	29/05/2017	28/08/2017	28/11/2017

Fonte: Autor (2017).

As amostragens superficiais foram realizadas com o auxílio de um recipiente graduado de três litros (balde) conectado à um cabo e lançado diretamente no curso de água, conforme Figura 3.6. Após foram preenchidos com as respectivas alíquotas, os frascos de coletas específicos para determinada série de parâmetros ou individuais, esterilizados e devidamente identificados, podendo ser de vidro e em polietileno, para o acondicionamento em caixas térmicas e mantidos em temperatura entre 4 e 8 °C com a preservação em gelox e outros preservantes necessários para cada tipo de análise, para transporte e entrega ao Laboratório Central da SANEPAR – Unidade de Avaliação e Conformidade (USAV) para a análise dos parâmetros dentro das Normas do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005). Com os procedimentos utilizados registrados no Sistema Normativo da empresa (SNS) e descritos em Instruções de Trabalho de Laboratório (IT/LAB) de acordo com as normas vigentes e programas internos e externos de garantia da qualidade e gestão dos serviços.

FIGURA 3.6 TRABALHOS DE AMOSTRAGEM DE ÁGUAS SUPERFICIAIS



Fonte: Autor (2018).

Durante a realização das coletas foi preenchida a planilha de campo com algumas informações relacionadas e importantes, tais como: data e hora da coleta, condições do tempo nas últimas 24 horas, pontos de amostragem, nome do amostrador, possíveis interferências nas análises que possam alterar os resultados, como material em suspensão, óleos e graxas, entre outras.

A Tabela 3.7 ilustra os parâmetros analisados para ponderações sobre a qualidade das águas da futura barragem, com seus métodos analíticos utilizados e o Valor Máximo Permitido (VMP) que consta nas legislações ambientais vigentes sobre as questões relativas aos recursos hídricos.

Com as seguintes técnicas de ensaios laboratoriais: GC-MS (*Gas Chromatography Coupled to Mass Spectrometry*), Cromatografia Gasosa Acoplada à Espectrometria de Massas e ICP-MS Espectrometria de Massa com Fonte de Plasma. ICP-OES, em inglês *Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry* ou Espectrometria de Emissão Óptica por Plasma Acoplado Indutivamente.

TABELA 3.7 – PARÂMETROS ANALISADOS COM OS VALORES MÁXIMOS PERMITIDOS E LIMITE QUÍMICO DO MÉTODO

PARÂMETRO	VALOR MÁXIMO	LQM									
Densidade Cianobactéria	20.000 cel/mL ou 2 mm ³ /L	-	Cromo	0,05 mg/L	0,01	1,1	-	0,03 µg/L	0,01		
			Ferro	0,3 mg/L	0,05	Dicloroetano					
			Fósforo	0,1 mg/L	0,03	Diclorometano		0,02 µg/L	0,02		
						DDT		0,002 µg/L	0,001		
						Dodecacloro pentaciclodecano		0,001 µg/L	0,001		
			Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L 100 UNT >5	- 0,2 -	Lítio	2,5 mg/L	0,1	Endosulfan	0,056 µg/L	0,005
			Turbidez OD	6 a 9 1000/100ml	0,1	Manganês	0,1 mg/L	0,05	Endrin	0,004 µg/L	0,001
			pH			Mercúrio	0,0002 mg/L	0,0002	Estireno	0,02 µg/L	0,01
			Coliformes Termotolerantes			Níquel	0,025 mg/L	0,01	Etilbenzeno	90,0 µg/L	0,01
						Prata	0,01 mg/L	0,005	Heptacloroepóxido + Heptacloro	0,01 µg/L	0,005
Parâmetros Inorgânicos											
Alumínio	0,1 mg/L	0,05	Selênio	0,01 mg/L	0,01	Hexaclorobenzeno	0,0065 µg/L	0,001			
Antimônio	0,005 mg/L	0,005	Urânio	0,02 mg/L	0,01	Lindano (g-BHC)	0,02 µg/L	0,001			
Arsênio	0,01 mg/L	0,005	Vanádio	0,1 mg/L	0,05	Metoxicloro	0,03 µg/L	0,001			
Bário	0,7 mg/L	0,05	Zinco	0,18 mg/L	0,05	Simazina	2,0 µg/L	0,025			
Berílio	0,04 mg/L	0,01	Parâmetros orgânicos								
Boro	0,5 mg/L	0,1	Alacloro	20 µg/L	0,001	Tetracloroeto de carbono	0,002 mg/L	0,001			
Cádmio	0,001 mg/L	0,001	Aldrin + Dieldrin	0,005 µg/L	0,005	Tetracloroetano	0,01 mg/L	0,01			
Chumbo	0,01 mg/L	0,005	Atrazina	2 µg/L	0,025	Tolueno	2,0 µg/L	0,2			
Cobalto	0,05 mg/L	0,01	Benzo(a)pireno	0,05 µg/L	0,005	Triclorobenzeno	0,02 mg/L	0,01			
Cobre	0,009 mg/L	0,005	Clordano	0,04 µg/L	0,001	Tricloroetano	0,03 mg/L	0,01			
			1,2 Dicloroetano	- 0,01 µg/L	0,01	Triclorofenol	0,01 mg/L	0,01			
						Xileno	300µg/L	10			

Fonte: Autor, adaptado de CONAMA 357/2005 e MS 2914/2011.

Foram analisados um total de 56 (cinquenta e seis) parâmetros físicos, químicos, microbiológicos, nutrientes, metais e orgânicos, totalizando 784 (Setecentos e oitenta e quatro) análises efetivadas durante o período de realização do estudo. A descrição dos métodos, com o limite de detecção e os tipos de elementos analisados estão descritos na Tabela 3.7.

Após os levantamentos, os dados para cada parâmetro avaliado foram analisados sob a ótica da legislação ambiental vigente, por indicadores fundamentados em legislação, tendo como base os parâmetros dispostos na Resolução CONAMA nº 357/2005 que dispõe sobre os padrões de classificação dos corpos d'água, utilizando a classe II e a Portaria do Ministério da Saúde 2914/2011 que dispõe a respeito dos padrões de qualidade da água destinada ao consumo humano.

3.4 ANÁLISE DOS DIFERENTES USOS E OCUPAÇÕES DO SOLO

Para a análise dos diferentes usos e ocupações do solo na área de contribuição da bacia hidrográfica da futura barragem para abastecimento público do rio Miringuava, foram utilizadas imagens de satélite Landsat® com resolução espectral de pixel no terreno de 5m e confeccionados mapas com as diferentes tipologias e tabelas de atributos com as respectivas áreas e porcentagens relativas. Com o mapeamento do uso do solo feito através do processamento digital das imagens com o auxílio de software ArcGIS® de geoprocessamento e por meio de interpretações visuais. Sendo definidas 10 (dez) diferentes classes propostas para as análises de solo, descritas na Tabela 3.8. E por fim terminando com a geração do mapa de uso e ocupação do solo.

TABELA 3.8 – CLASSES DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO PROPOSTAS PARA ANÁLISE ESPACIAL

CLASSES DE USOS PROPOSTAS
Agricultura
Campos/Pastagens
Edificações
Estradas/Vias
Floresta inicial/Capoeira
Floresta Intermediária/Avançada
Massas d'Água
Reflorestamento
Solo Exposto/Terraplanagem

Vegetação de Várzea

As descrições dos diferentes tipos de usos e ocupações do solo na área estudada representadas pela PARANACIDADE foram traçadas manualmente através da utilização de cartas topográficas planialtimétricas, com as imagens datadas do ano de 2006.

A imagem utilizada pela companhia de saneamento no ano de 2013 foi fornecida pela unidade de projetos especiais, sendo um recorte de imagem do software Google Earth e realizado o georreferenciamento sobre a sua base cartográfica, com o processo vetorizado manualmente, os seus polígonos, com aferição das medidas e tipologias em campo.

A confecção dos mapas utilizados foi realizada com o auxílio do software de geoprocessamento ArcGIS® 10.1 da companhia ESRI.

A escolha das sub-bacias prioritárias, para a realização mais eficaz de ações de monitoramento e controle dos recursos hídricos, foi organizada com bases na Matriz de Avaliação de Impacto do Potencial Poluidor com o uso de dois cenários previstos. Um primeiro cenário, com a quantidade de parâmetros fora dos VMP e o segundo cenário, o potencial poluidor do parâmetro.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE ESPACIAL DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DA FUTURA BARRAGEM MIRINGUAVA

Pode-se observar uma sequência temporal de imagens do ponto próximo ao futuro exutório do reservatório com as características bem próximas ao longo do tempo, com as imagens iniciando no ano de 2010 (a), passando por 2013 (b) e terminando no ano de 2017 (c). Com as figuras ilustrando que, as áreas de cultivos agrícolas já existentes permaneceram, com algumas surgindo no lugar de campos e florestas.

Figuras 4.1 IMAGENS AÉREAS DO PONTO DE MONITORAMENTO PM110 AO LONGO DOS ANOS 2010 (a), 2013(b) e 2017 (c).

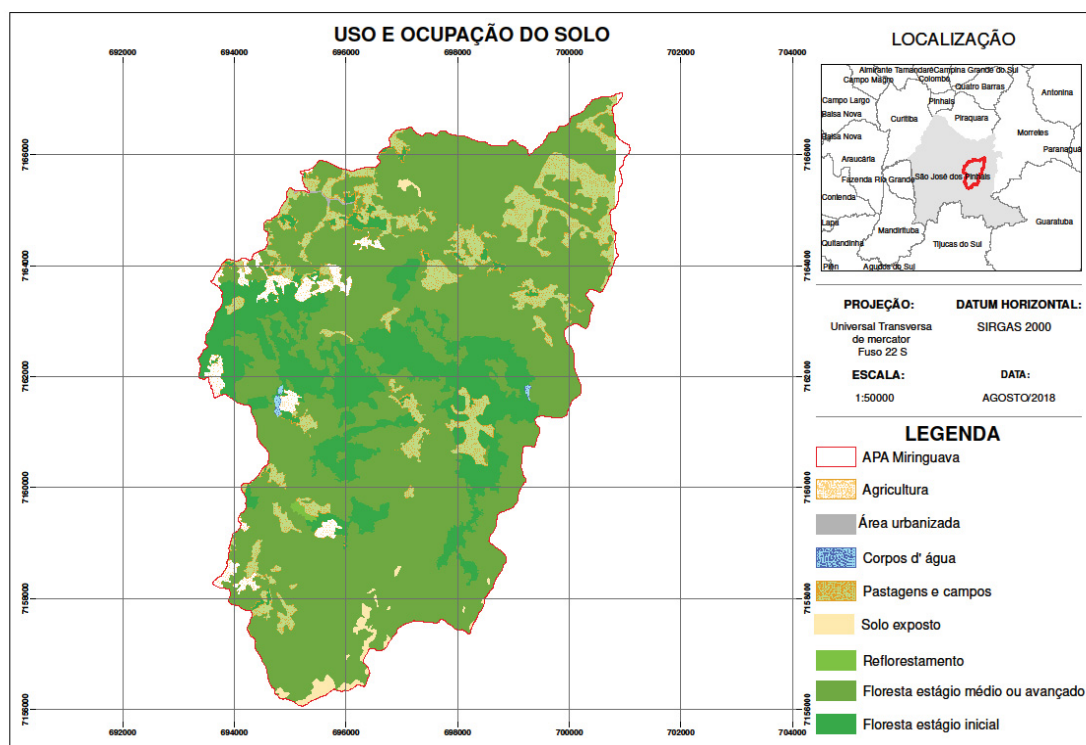


Fonte: PARANACIDADE 2010, SANEPAR 2013 e BING 2017.

A seguir foram desenvolvidos mapas com o uso e ocupação do solo na região da bacia hidrográfica da futura barragem para abastecimento público Miringuava. As classe de uso e ocupação do solo foram determinadas via

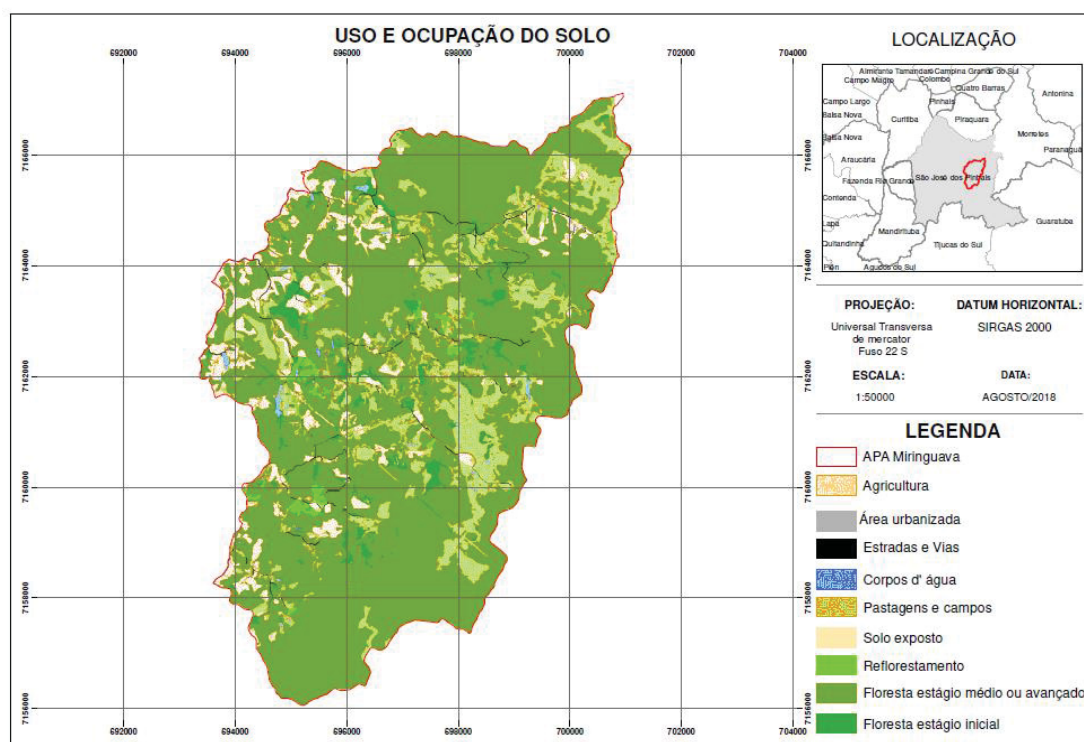
geoprocessamento e trabalhos em campo. As imagens possuem um gap temporal de 7 anos, com o primeiro uso e ocupação do solo datado de 2006 e o segundo mapa confeccionado com imagens do ano de 2013. Foram identificados os usos de florestas em diferentes estágios, bem como capões de mato e as feições ditas alterações, que compreendem agricultura, pastagens, vias e edificações.

FIGURA 4.2 MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO ANO DE 2006



Fonte: Autor, adaptado de PARANACIDADE (2006).

FIGURA 4.3 MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO ANO DE 2013



Fonte: Autor, adaptado de SANEPAR (2013).

TABELA 4.1 VARIAÇÃO AO LONGO DO TEMPO (2006-2013) NO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA DO FUTURO RESERVATÓRIO MIRINGUAVA

Tipologia	Área (ha)	Área (%)
Florestas (2006)	4.431.019	96,6
Florestas (2013)	3.982.071	91,2
Alterações (2006)	733.669	2,6
Alterações (2013)	1.173,379	7,8

Nota-se, de acordo com os dados descritos na Tabela 4.1, que em um período temporal de 7 anos houve um avanço nas áreas que sofreram alterações advindas das diferentes atividades antrópicas desenvolvidas na área da bacia hidrográfica. Em relação à diferença na área de florestas tem-se um déficit de 448.948 há e conseqüente incremento na área determinada de alterações de 439.710 há.

Na seqüência apresenta-se os diferentes usos e ocupações do solo nas sub-bacias hidrográficas monitoradas do futuro reservatório Miringuava. Com o seu uso e ocupação sendo determinados através das últimas imagens disponíveis geoprocessadas e com os seus usos confirmados em saídas de campo, conforme metodologia descrita

4.1.1 Uso e ocupação do solo na BH PM114

Na Figura 4.4 estão exibidos os diferentes usos e ocupações do solo na sub-bacia hidrográfica PM114. Possui uma área total de 3.276,46 ha, apresentando a segunda maior extensão territorial entre todas as bacias estudadas, com sua maior parte, em mais de 97% composta de floresta classificada como avançada ou intermediária, demonstrando preservação de suas áreas. A cobertura total de florestas em seus diferentes estágios corresponde a quase 98% da área integral, com um total de 3.191,26 ha.

Os usos e ocupações do solo que podem modificar o ambiente estiveram presentes nas atividades de agricultura desenvolvidas em uma área significativa com mais de 26 ha e pastagens ou campos com maior área utilizada chegando a aproximadamente 42 ha (Tabela 4.2). O reflorestamento foi outra tipologia de classificação de uso e ocupação do solo que ocorreu expressivamente nesta sub-bacia, com a maior área entre as estudadas, totalizando 5,83 ha.

FIGURA 4.4 MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BH DO PM114

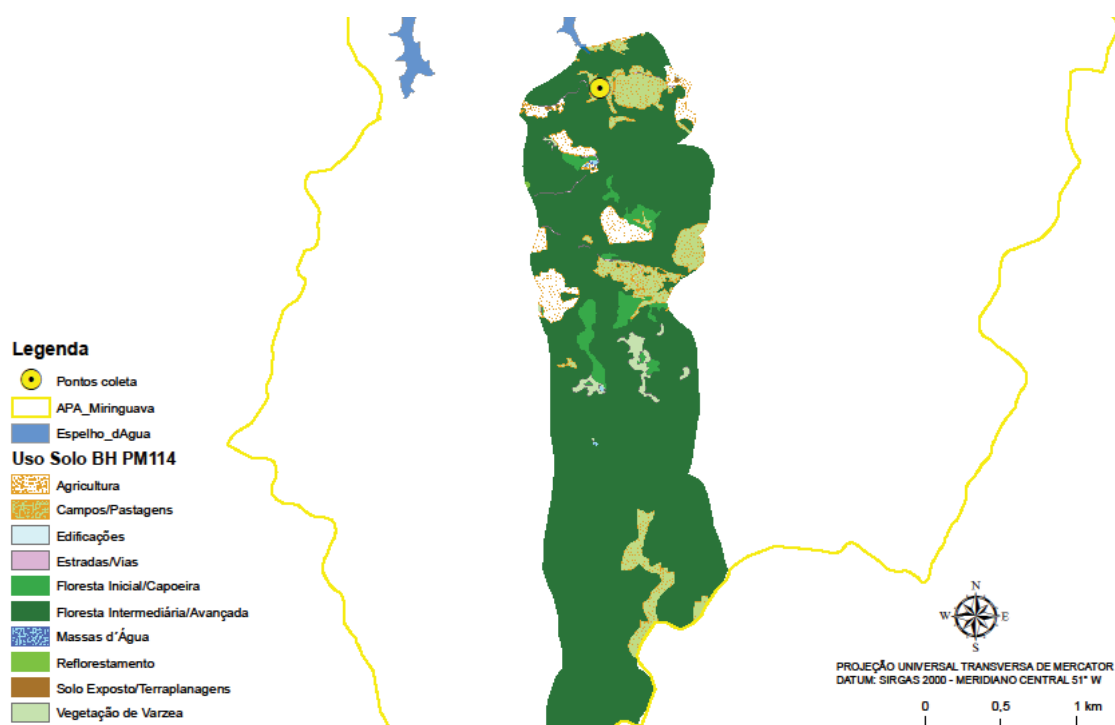


TABELA 4.2 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO ÁREA E PORCENTAGEM DAS DIFERENTES TIPOLOGIAS NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA PM114

USOS DO SOLO	ha	%
Agricultura	26,83	0,81
Campos/Pastagens	41,57	1,27
Edificações	0,27	0,008
Estradas/Vias	1,57	0,05
Floresta Inicial/Capoeira	13,51	0,41
Floresta Intermediária/Avançada	3.177,75	97,07
Massas d'Água	0,39	0,01
Reflorestamento	5,83	0,17
Solo Exposto/Terraplanagem	0,26	0,007
Vegetação de Várzea	5,45	0,17
ÁREA TOTAL	3.273,46	100

Na Figura 4.5 tem-se uma fotografia aérea de julho de 2018, que retrata a vista parcial da sub-bacia hidrográfica, com especial destaque para a tipologia agricultura em um primeiro plano, com frações de florestas e algumas porções de reflorestamento.

FIGURA 4.5 VISTA AÉREA PARCIAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PM 114 EM 2018



Fonte: Autor (2018).

4.1.2 Uso e ocupação do solo na BH PM115

Os diferentes usos e ocupações do solo na BH PM115 estão apresentados na Figura 4.6. Com a maior porcentagem de florestas em estágios avançados e uma parcela significativa de pastagens, com 7,83% (Tabela 4.3). Com uma área total de 2.914,50 ha, ocupa a terceira posição em extensão territorial e a primeira com os usos do solo classificados como massa d'água e especialmente para campos e pastagens, que totalizam uma área de quase 230 ha e também de agricultura a área utilizada é uma das menores estudadas. Suas áreas classificadas como florestas foram uma das menores mensuradas em relação à área total, as mesmo assim apresentam uma porcentagem e área significativas, com quase 91% e 2.640,95 ha, respectivamente.

Mas a unidade de uso e ocupação do solo classificada como floresta inicial ou capoeira dispõem da maior área de ocupação entre as estudadas, o que pode indicar um processo de recuperação de antigas áreas antropizadas.

FIGURA 4.6 MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BH DO PM115.

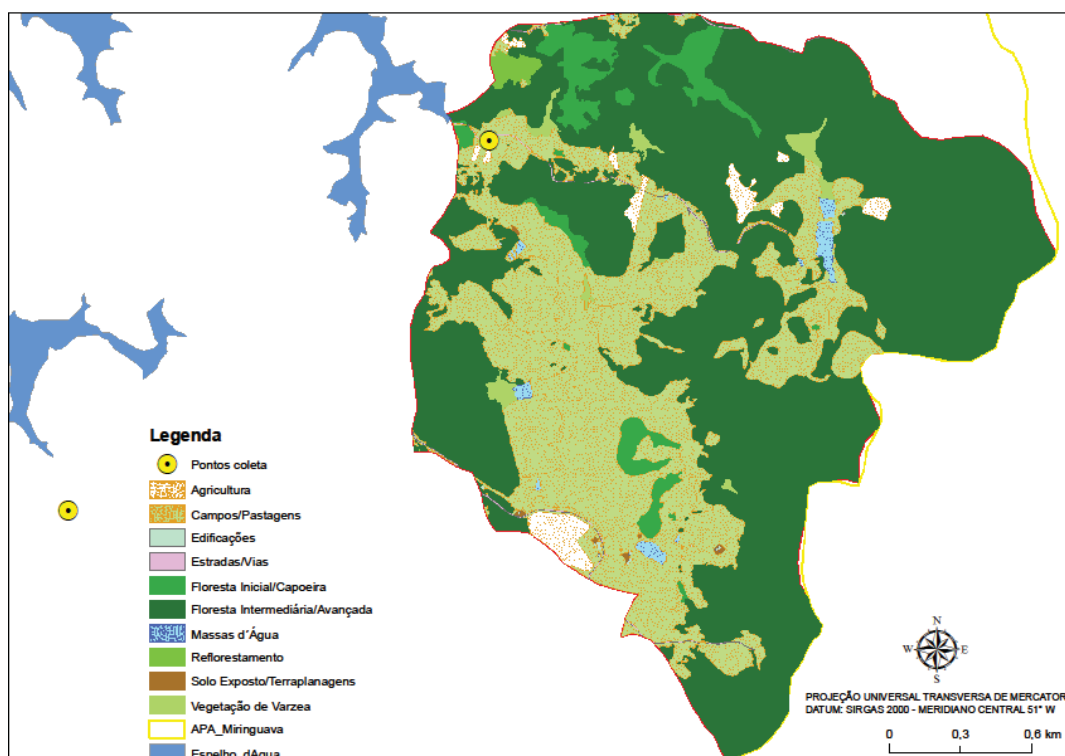


TABELA 4.3 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO ÁREA E PORCENTAGEM DAS DIFERENTES TIPOLOGIAS NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA PM115.

USOS DO SOLO/ BH PM	ha	%
Agricultura	8,94	0,30
Campos/Pastagens	228,34	7,83
Edificações	0,40	0,01
Estradas/Vias	2,23	0,07
Floresta Inicial/Capoeira	20,82	0,71
Floresta Intermediária/Avançada	2.640,95	90,60
Massas d'Água	3,56	0,12
Reflorestamento	3,54	0,12
Solo Exposto/Terraplanagem	0,44	0,01
Vegetação de Várzea	5,24	0,18
ÁREA TOTAL	2.914,50	100

FIGURA 4.7 VISTA AÉREA PARCIAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PM115 EM 2018



Fonte: Autor (2018).

4.1.3 Uso e ocupação do solo na BH PM116

Os resultados, para a análise espacial dos diferentes usos do solo para a BH do PM 116, estão indicados na Figura 4.8. A sub-bacia detêm a segunda menor extensão territorial e menor área classificada com o uso de massas d'água. A sua área de cobertura florestal totaliza quase 99% do total e com uma área significativa de campos/pastagens. Não evidenciando nenhuma atividade de reflorestamento dentro de seus limites, bem como solo exposto (Tabela 4.4).

Na Figura 4.9 com uma vista área de parte da bacia hidrográfica monitorada, pode-se notar a grande área de cobertura florestal, que corresponde aos valores descritos na tabela de usos e ocupação do solo, com a representação de áreas de pastagens evidenciada na área a esquerda da imagem. Com a Serra do Mar ao fundo.

FIGURA 4.8 MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BH DO PM116.

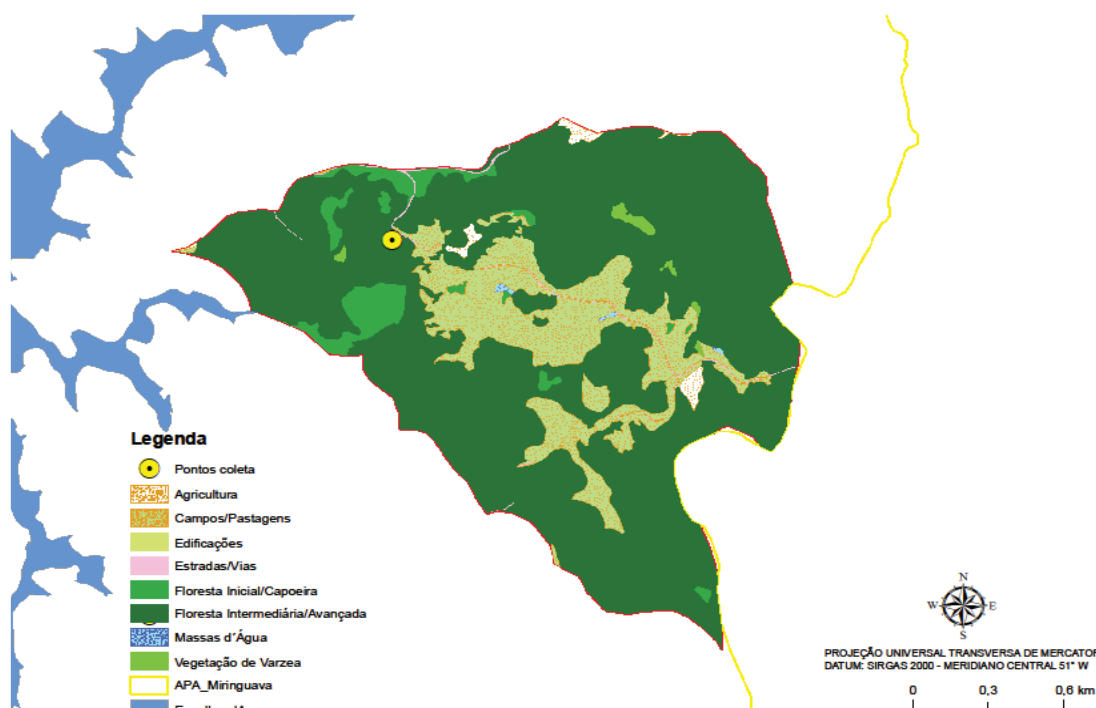


TABELA 4.4 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO ÁREA E PORCENTAGEM DAS DIFERENTES TIPOLOGIAS NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA PM116.

USOS DO SOLO	ha	%
Agricultura	5,50	0,19
Campos/Pastagens	53,12	1,84
Edificações	0,08	0,003
Estradas/Vias	2,33	0,08
Floresta Inicial/Capoeira	13,16	0,45
Floresta Intermediária/Avançada	2.816,04	97,36
Massas d'Água	0,38	0,01
Reflorestamento	0	0
Solo Exposto/Terraplanagem	0	0
Vegetação de Várzea	1,53	0,05
ÁREA TOTAL	2.892,20	100

FIGURA 4.9 VISTA AÉREA PARCIAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PM116 EM 2018



Fonte: Autor (2018).

4.1.4 Uso e ocupação do solo na BH PM117

As diferentes tipologias descritas na BH do PM117 estão plotadas na Figura 4.10. Visualmente nota-se uma grande cobertura vegetal, com recortes em seu interior advindo de alterações sofridas pelas atividades antrópicas desenvolvidas. Com a soma de mais de 80% tem-se a classificação de florestas em diferentes estágios, na sequência com uma parcela significativa a classificação de uso de Campos/Pastagens, totalizando 14,28% em relação ao total e mais de 130 ha em extensão (Tabela 4.5).

Esta sub-bacia possui a menor extensão territorial de todas as estudadas e menor proporção de florestas em relação aos outros tipos de usos. O uso de campos e pastagens está tomando uma significativa parcela da ocupação do solo da região. E superior classificação de uso e ocupação de solos expostos entre as áreas pesquisadas, chegando até superar em três vezes.

FIGURA 4.10 MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BH DO PM117.

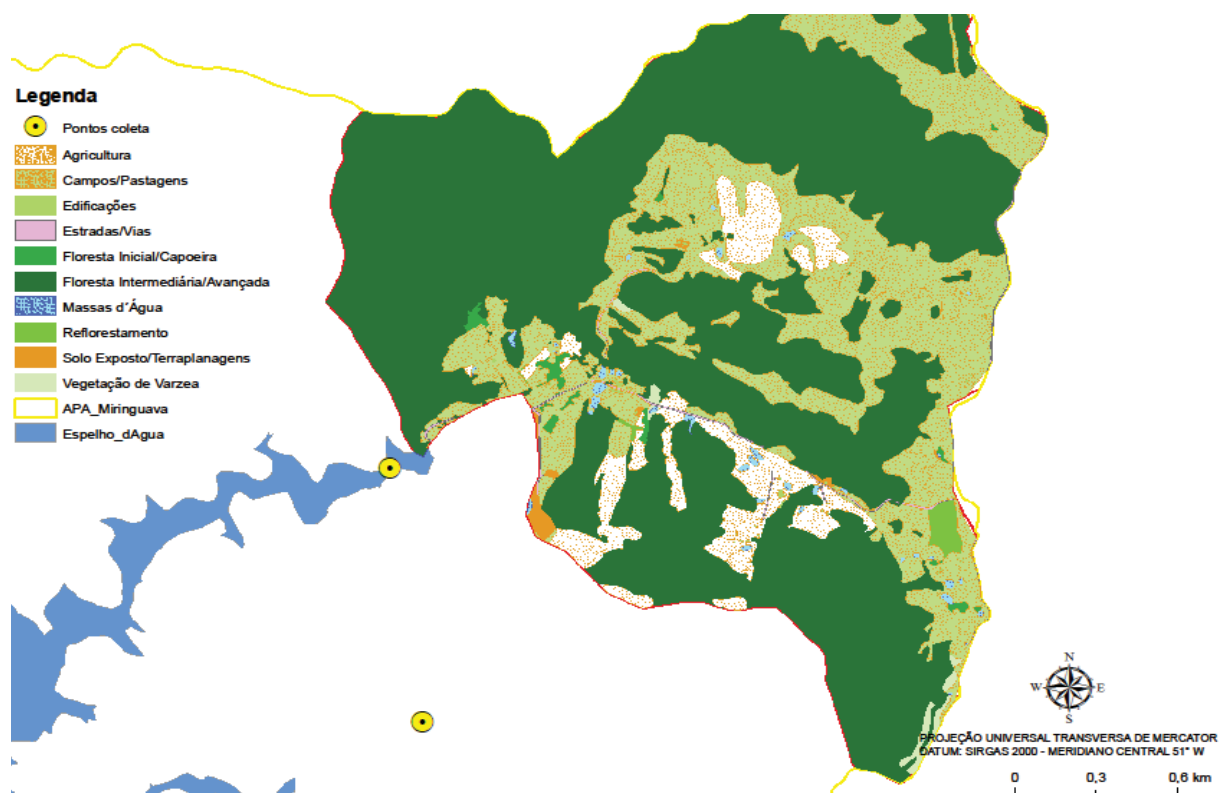


TABELA 4.5 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO ÁREA E PORCENTAGEM DAS DIFERENTES TIPOLOGIAS NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA PM117.

USOS DO SOLO	ha	%
Agricultura	31,87	3,47
Campos/Pastagens	131,16	14,28
Edificações	0,77	0,08
Estradas/Vias	3,43	0,37
Floresta Inicial/Capoeira	3,87	0,42
Floresta Intermediária/Avançada	937,30	80,28
Massas d'Água	2,63	0,28
Reflorestamento	2,27	0,25
Solo Exposto/Terraplanagem	2,94	0,32
Vegetação de Várzea	2,11	0,23
ÁREA TOTAL	1.218,4	100

FIGURA 4.11 VISTA AÉREA PARCIAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PM117 EM 2018



Fonte: Autor (2018).

4.1.5 Uso e ocupação do solo na BH PM118

Para os diferentes resultados levantados nos usos e ocupações do solo da BH do PM118, foi elaborado o mapa de uso do solo, disposta na figura 4.12. Com a maior parte, como nas outras sub-bacias estudadas, a parte florestal, seguida pela atividade de agricultura com uma área de mais de 50 ha, após campo/pastagem com mais de 42 ha (tabela 4.6).

Esta foi a sub-bacia que apresentou a maior extensão territorial, maior área com florestas em estágio intermediário ou avançado e de vegetação de várzea, mas por outro lado maior área com uso classificado como agricultura.

FIGURA 4.12 MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BH DO PM118.

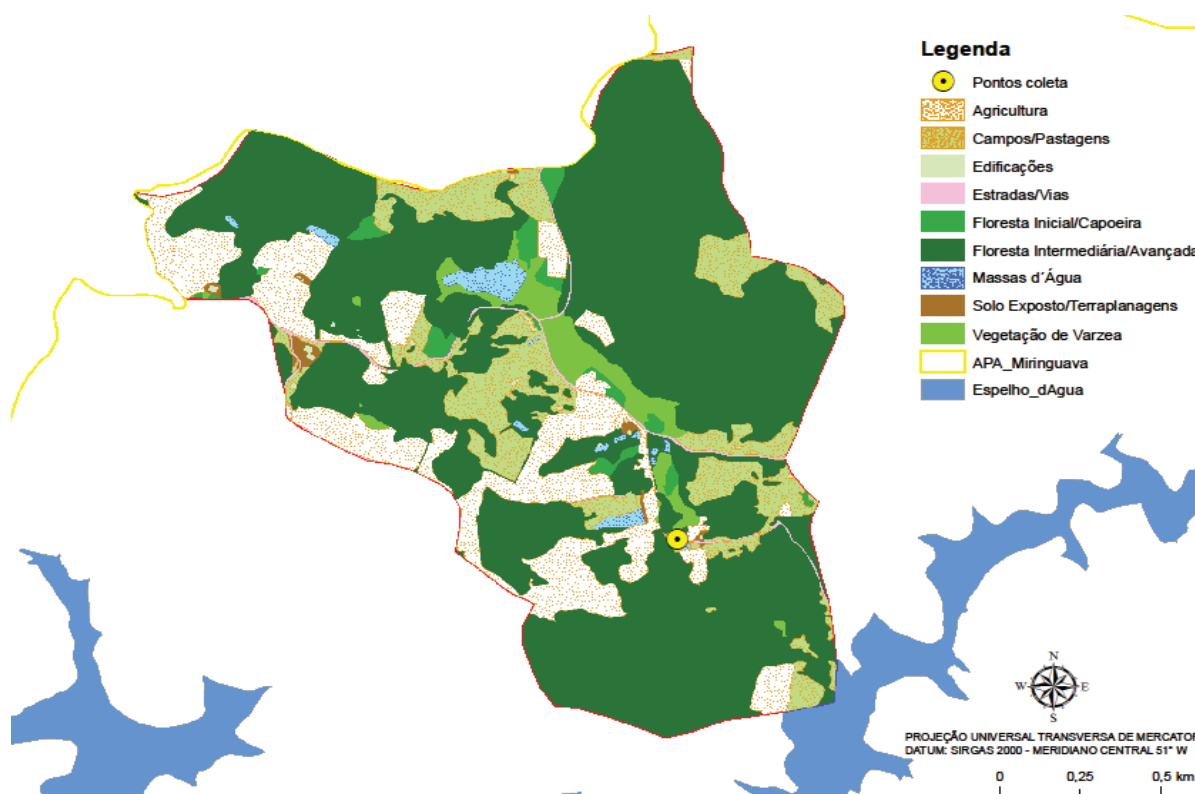


TABELA 4.6 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO ÁREA E PORCENTAGEM DAS DIFERENTES TIPOLOGIAS NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA PM118.

USOS DO SOLO	ha	%
Agricultura	50,68	1,53
Campos/Pastagens	42,15	1,27
Edificações	0,58	0,01
Estradas/Vias	3,30	0,09
Floresta Inicial/Capoeira	5,02	0,15
Floresta Intermediária/Avançada	3.199,63	96,52
Massas d'Água	3,47	0,10
Reflorestamento	0	0
Solo Exposto/Terraplanagem	1,19	0,03
Vegetação de Várzea	8,9	0,26
ÁREA TOTAL	3.314,97	100

FIGURA 4.13 VISTA AÉREA PARCIAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PM118 EM 2018



Fonte: Autor (2018).

4.2 ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA NOS PRINCIPAIS AFLUENTES NA FUTURA BARRAGEM MIRINGUAVA.

A avaliação da qualidade da água *in-natura* dos afluentes da futura barragem Miringuava para abastecimento público foi primordial para a real avaliação das condições do local do reservatório. Com o levantamento dos dados pode-se implementar e reestruturar ações e medidas destinadas ao controle e proteção dos recursos hídricos, bem como, para regular os múltiplos usos da barragem. O presente estudo pode contribuir para conhecer melhor as interações e consequências da perda da qualidade da água dos principais afluentes do futuro reservatório Miringuava.

Para uma melhor interpretação da série temporal dos dados os resultados dos parâmetros serão interpretados individualmente, ao longo do tempo e do espaço.

4.2.1 Oxigênio Dissolvido (OD)

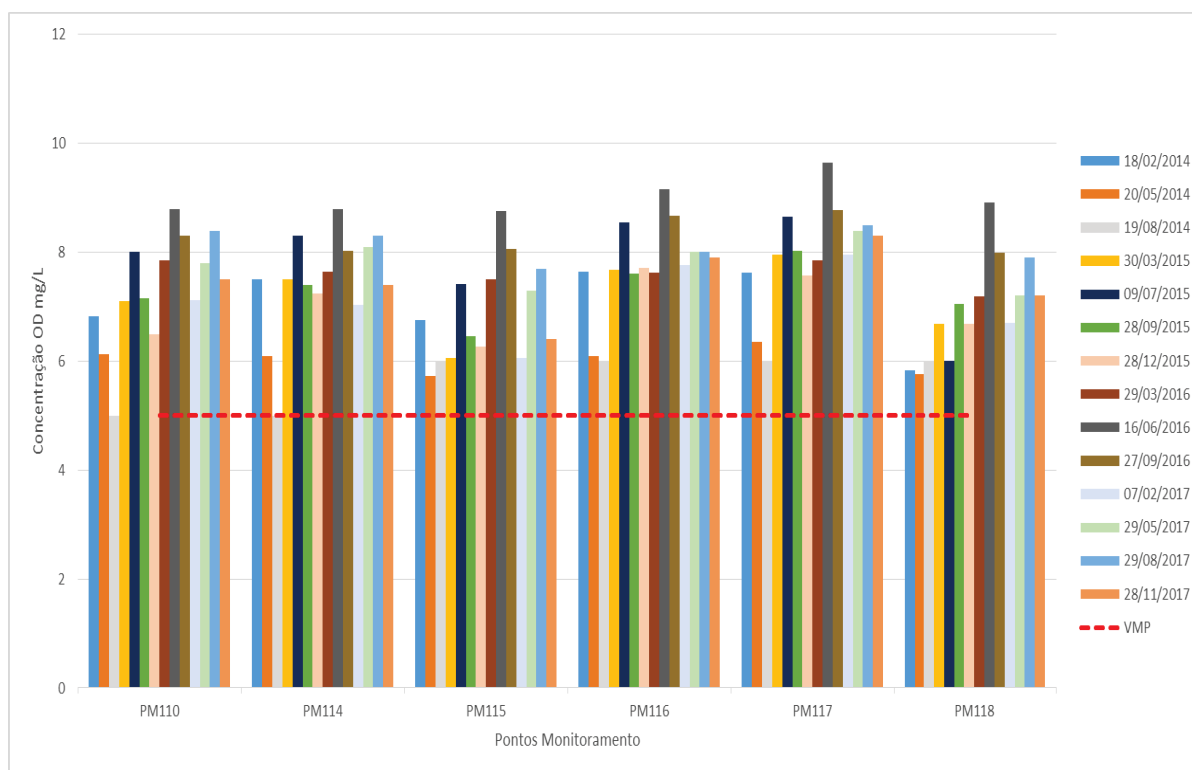
Os resultados encontrados na realização da pesquisa variaram entre o mínimo de 5 mg/L na campanha amostral de agosto de 2014 nos pontos PM110 e PM114. Com o valor máximo de 9,64 mg/L na campanha amostral de junho de 2016 no ponto amostral PM116. O valor médio encontrado foi de 7,50mg/L. Com os valores variando ao longo do tempo e do espaço, de acordo com Von Sperling (2005) onde determina que a variação sazonal e diária da concentração de OD em parte é devido as flutuações das temperaturas da água e do ar. Segundo Macedo (2006) baixas vazões, altas concentrações de matéria orgânica e elevadas temperaturas possuem analogia com baixas concentrações de oxigênio dissolvido.

No Gráfico 4.1 estão organizados os resultados das análises para o OD, elencados através das datas de amostragens descritas na legenda com suas cores referentes, nos respectivos pontos amostrais. Com o detalhe para o valor mínimo permitido (VMP) referente a legislação ambiental concernente a referida classificação do corpo d'água.

Os valores encontrados estiveram dentro dos padrões estabelecidos na Legislação vigente, Resolução CONAMA 357/2005 para os corpos de água doce de classe 2, que fixa o valor de no mínimo 5 mg/L de OD de acordo com o enquadramento do manancial estudado. Para os valores médios estiveram acima do VMP, com o desvio padrão pouco significativo, mantendo-se dentro das condições normais.

Os valores encontrados nos mananciais de abastecimento público, com características semelhantes ao alvo desta pesquisa, estudados por Moreira et al. (2017) na RMC estiveram incluso nos padrões de valores e comportamentos análogos ao dos principais afluentes do futuro reservatório Miringuava.

GRÁFICO 4.1: VALORES DO PARÂMETRO OD NOS PONTOS AMOSTRAIS AO LONGO DA SÉRIE HISTÓRICA DE FEVEREIRO DE 2014 ATÉ NOVEMBRO DE 2017, COM O VMP EM DESTAQUE



CETESB (2017) em captações de mananciais de abastecimento de corpos d'água classe 2 no estado de São Paulo, encontraram valores médios no Rio Atibaia de 6,37 mg/L com extremos variando entre 8,6 mg/L e um mínimo de 4,7 mg/L. Para o estudo realizado no manancial de abastecimento Rio do Peixe a montante da captação, com os valores mínimos encontrados sempre acima de 7 mg/L, com o máximo de 8,4 e o valor média com 7,64 mg/L. Produtos estes próximos aos resultados encontrado na bacia hidrográfica alvo desta pesquisa. O que foi também descrito por Moreira et al. (2017), que realizou o monitoramento dos mananciais de abastecimento de Curitiba e RMC e encontraram valores entre 4,32 mg/L e 9,12 com a média de 7,89mg/L.

IAP (2009) em monitoramento do rio Miringuava, disposto em quatro estações amostrais, classificou as águas entre boa e extremamente poluída, com alterações no OD em somente duas estações amostrais. Ficando os dados próximos dos encontrados neste estudo. Em estudo na bacia hidrográfica do

Reservatório do Rio Verde os dados encontraram-se bem próximos dos descobertos neste estudo (CUNHA, 2011).

Os resultados de Bucci et al. (2015) no principal manancial de abastecimento de Juiz de Fora, excederam o VMP em 95% das amostras no manancial estudado, com valores mínimos de 3,40 mg/L. Onde os baixos valores de OD encontrados foram correlacionados à grande carga de matéria orgânica. Neste manancial houve alguns valores mensurados de matéria orgânica, através da DQO, que estiveram acima dos limites, mas nestas datas os valores de OD mantiveram-se dentro dos limites.

Em visitas a campo constata-se que o rio Miringuava, na área estudada, possui parcela no sopé da parte ocidental da Serra do Mar e conseqüentemente possui diversas quedas, corredeiras e até cachoeiras, o que facilita o turbilhonamento e conseqüente incremento na concentração do OD permitindo a oxigenação em alguns trechos do rio, podendo ser um dos fatores que podem interferir nos valores encontrados neste estudo. Além do alto grau de cobertura vegetal nas matas ciliares que auxilia na manutenção da temperatura da água e conseqüente elevada concentração de OD (VON SPERLING, 2005).

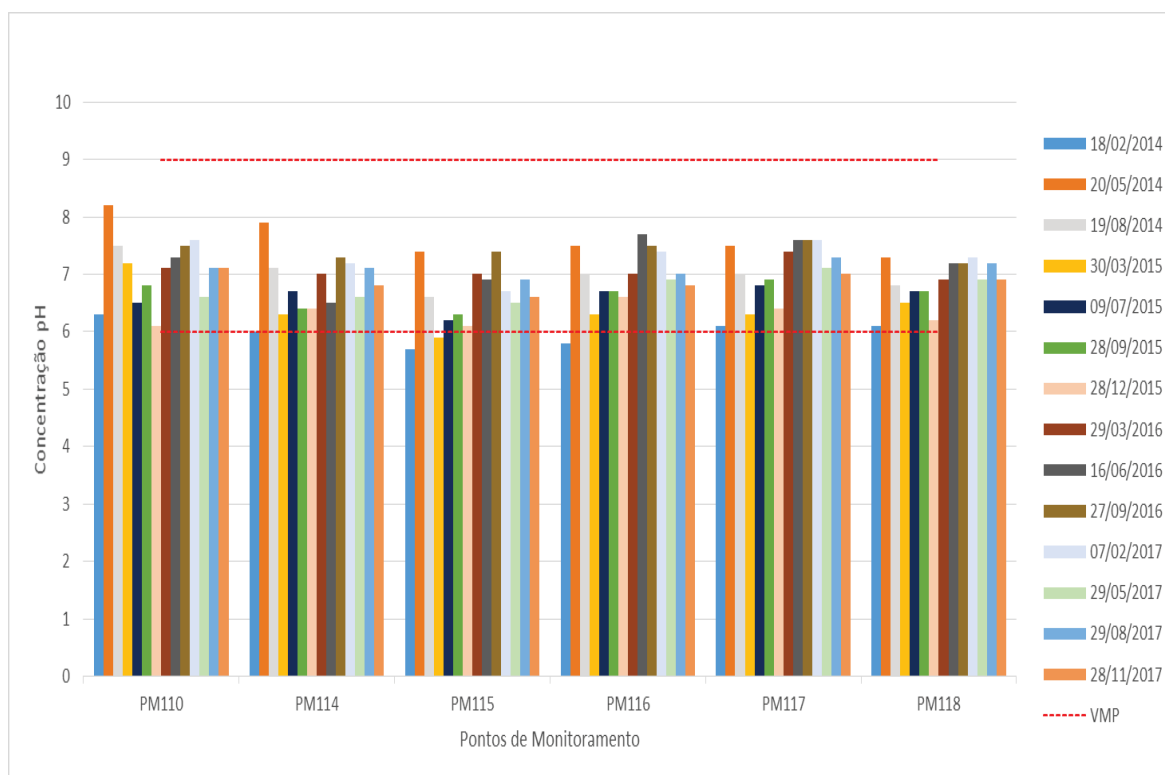
4.2.2 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Dentro dos valores encontrados, neste estudo para o parâmetro pH, alguns pontos (três no total) encontraram-se fora da faixa permitida, que oscila entre 6 e 9 para corpos hídricos de água doce enquadrados na classe 2 de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005.

Pode-se verificar no Gráfico 4.2 a distribuição espacial e temporal dos resultados, com os menores valores, 5,70 e 5,80, encontrados em fevereiro de 2014 nos pontos de monitoramento PM115 e PM116 respectivamente. O maior valor de 8,20 foi encontrado no exutório da bacia (PM110) na campanha amostral de maio de 2014. O valor médio encontrado para o pH foi de 6,95, de acordo com Braga et al. (2007) se encaixa praticamente na faixa da água alcalina de 7 a 14.

Andreoli; Lara (2003) discorrem que valores médios das águas captadas para a ETA Iguaçu possuem valor de 6,5 e que o aumento na precipitação decresce os valores do pH. Para captações no estado de São Paulo a média dos resultados foram de 7,15, um valor um pouco mais alcalino (CETESB, 2017).

GRÁFICO 4.2: VALORES DO PARÂMETRO pH NOS PONTOS AMOSTRAIS AO LONGO DA SÉRIE HISTÓRICA DE FEVEREIRO DE 2014 ATÉ NOVEMBRO DE 2017, COM A FAIXA DO VMP EM DESTAQUE



Águas com os valores de pH mais elevado, com características alcalinas, tendem a formar incrustações. Por outro lado, águas de caráter ácidas, com pH baixo, possuem tendência à agressividade e corrosividade a certos materiais (MACEDO, 2006).

Com a classificação de pH igual a 7 a água é classificada como neutra e abaixo deste valor ácida e acima alcalina (VON SPERLING, 2005). Assim tem-se uma água na média entre neutra (PM 110 e 117) e levemente ácida, quase chegando a alcalina nos outros pontos. Para o monitoramento realizado pelo IAP (2009) os valores estiveram fora somente para uma estação amostral na bacia do Miringuava.

Este parâmetro exerce importante papel em reações químicas e sistemas biológicos, desempenhando controle na toxicidade de alguns compostos, refletindo a capacidade de solvente universal que a água possui, com o valor do pH do meio devendo se manter na faixa entre 6,5 e 8,5. (BRAGA et al., 2007). Com Silva; Gastaldini (2014) nominando a importância entre 6 e 8 como o valor padrão para cursos d'água, sendo modificado após períodos de precipitação

atmosférica, com as águas estudadas pelos autores mantendo-se em alcalinas em todas as suas amostragens, com o valor médio de 7.

De acordo com Andreoli, (2011) o pH do meio está vinculado a dissolução de substâncias, havendo um aumento na solubilidade ao reduzir o pH e tornar a água mais ácida, contribuindo para a sua corrosividade e agressividade, gerando problemas de corrosão e incrustações nos sistemas de distribuição. Possuindo também fator primordial nos processos de coagulação e floculação, devendo ser corrigido a sua concentração, pois cada tipo de água para flocular precisa de um pH ótimo.

O valor do pH da água, durante o processo de tratamento, na operação unitária de cloração, afeta a formação de sub produtos clorados, onde reduzir o pH reduz a concentração de trihalometanos (THM), mas irá ocasionar uma maior formação de ácidos haloacéticos. Mas por outro lado o aumento no pH reduz a formação de ácidos haloacéticos e aumenta a formação de THM (WHO, 2017).

4.2.3 DQO

Dentro dos valores encontrados para a DQO durante a realização do estudo notam-se a ocorrência de diversos valores fora do padrão estabelecido na resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005), que para o enquadramento do rio Miringuava, este na classe 2 para águas doces, classifica o VMP com o máximo em 10 mg/L.

O valor máximo encontrado foi de 34 mg/L no ponto do exutório da bacia estudada (PM110) na campanha amostral realizada em setembro de 2015, onde todos os pontos estiveram fora dos limites estabelecidos por Lei, com o mínimo em 11,50 mg/L no PM118. Nesta data tivemos um evento de precipitação significativa, com um total de 37,4 mm, e ocorrência de chuvas em datas anteriores até 48 horas, o que pode ter ocasionado este aumento na demanda para oxidar o oxigênio.

Os menores valores em campanha amostrais foram encontrados em setembro de 2016, variando entre 5 e 6 mg/l. Por outro lado, nesta data, havia a ocorrência de estiagem por diversos dias.

O VMP foi excedido em aproximadamente 43% das amostragens, o que pode ocasionar contaminação ao corpo d'água e a saúde pública (SOUZA; GASTALDINI., 2014).

Os resultados do monitoramento da DQO nos afluentes da futura Barragem Miringuava são exibidos no Gráfico 4.5, onde está apresentado o VMP. Com os valores do dia 19 de agosto de 2014 permanecendo todos no mesmo valor de 5 mg/L, com a ocorrência de chuvas significativas em até 48 horas antes.

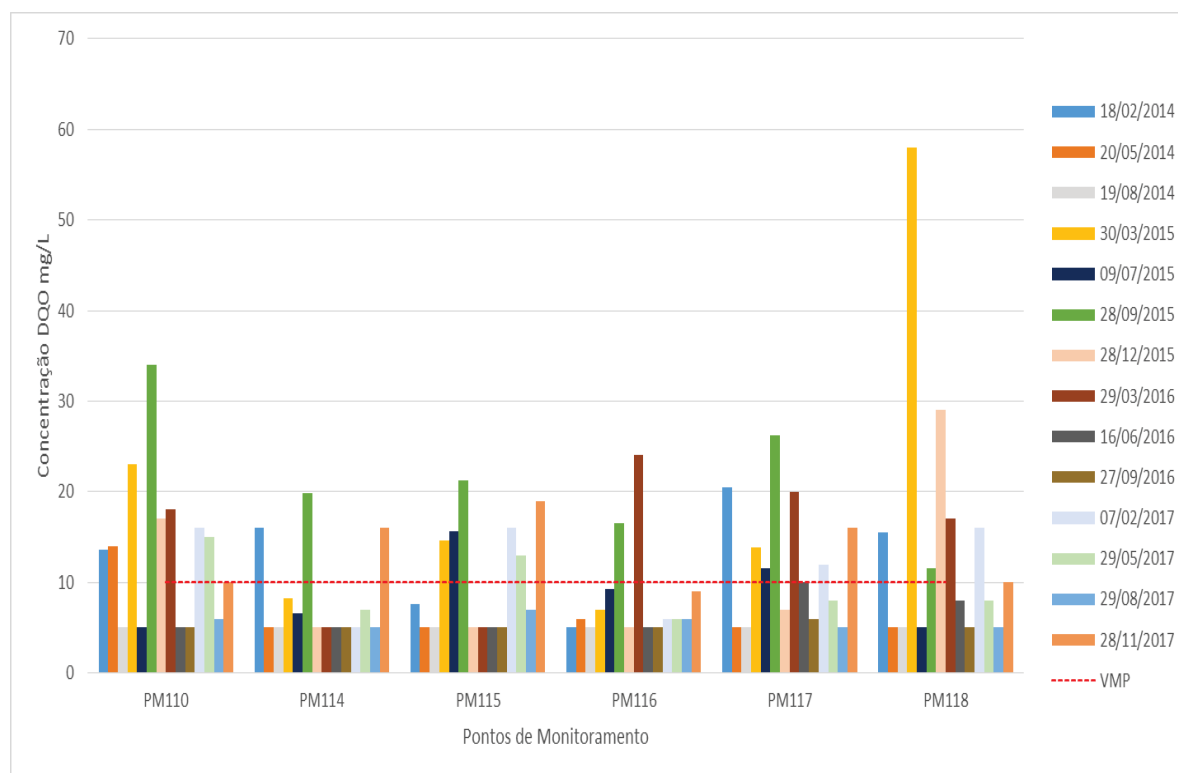
Souza; Gastaldini (2014) ao estudarem bacias hidrográficas sob diferentes impactos constataram um acréscimo na demanda por oxigênio para estabilizar a matéria orgânica devido a ocorrência de chuvas. Cunha et al. (2011) encontraram valores parecidos para a área estudada, semelhante ao objeto de estudo e próxima.

Os valores de CETESB (2017) para o monitoramento da captação da cidade de Sumaré/SP, variaram entre os valores mínimo e máximo de 16 mg/L e 22 mg/L respectivamente, com o valor médio de 19,5 mg/L.

Os resultados do monitoramento da qualidade da água dos mananciais de abastecimento público da RMC demonstraram equidade com os valores descritos neste estudo, com a variação nos valores advindas de possíveis impactos das atividades antrópicas nas bacias de manancial de abastecimento (MOREIRA et al., 2017).

Na média os pontos de monitoramento dos afluentes da futura barragem Miringuava estiveram acima do VMP em PM110 o exutória da futura barragem e PMs 117, com os outros pontos de monitoramento na média dentro do VMP ou levemente acima. Em corpos de água o monitoramento das condições de DQO são elementares para a manutenção da condição aeróbia (oxidante) para a degradação da matéria orgânica (MACEDO, 2006).

GRÁFICO 4.3: VALORES DO PARÂMETRO DQO NOS PONTOS AMOSTRAIS AO LONGO DA SÉRIE HISTÓRICA DE FEVEREIRO DE 2014 ATÉ NOVEMBRO DE 2017, COM O VMP EM DESTAQUE



4.2.4 Nitrogênio (N)

Para o elemento analisado N, dentro dos valores encontrados nesta pesquisa, nota-se que o maior valor encontrado foi de 3,10 mg/L no ponto amostral PM116 na campanha de coleta realizada em 2015, ficando mais de três vezes acima do limite. Nesta data houve a ocorrência de precipitação, tanto no dia da amostragem como em até 24 horas, totalizando quase 30 mm, o que pode auxiliar neste aumento da concentração.

O PM118 possui dois valores acima dos VMP de maneira expressiva, mas é o ponto que mais esteve com os seus valores acima do VMP. Já para os menores valores tem-se a ocorrência de valores abaixo do LDM, caracterizando nulo, em todos os pontos de monitoramento em datas distintas. Os estão bem próximos encontrados por estudos de monitoramento da qualidade da água dos mananciais de abastecimento público da RMC, tais como reservatórios Piraquara

I e II, Passaúna, Iraí, com as suas bacias de contribuição e afluentes monitorados, bem como os mananciais futuros (MOREIRA et al., 2017).

No entanto o monitoramento realizado pelo Instituto Ambiental do Paraná no Rio Miringuava, não detectou valores acima do permitido para este parâmetro nas estações amostradas durante o período de acompanhamento (IAP, 2009).

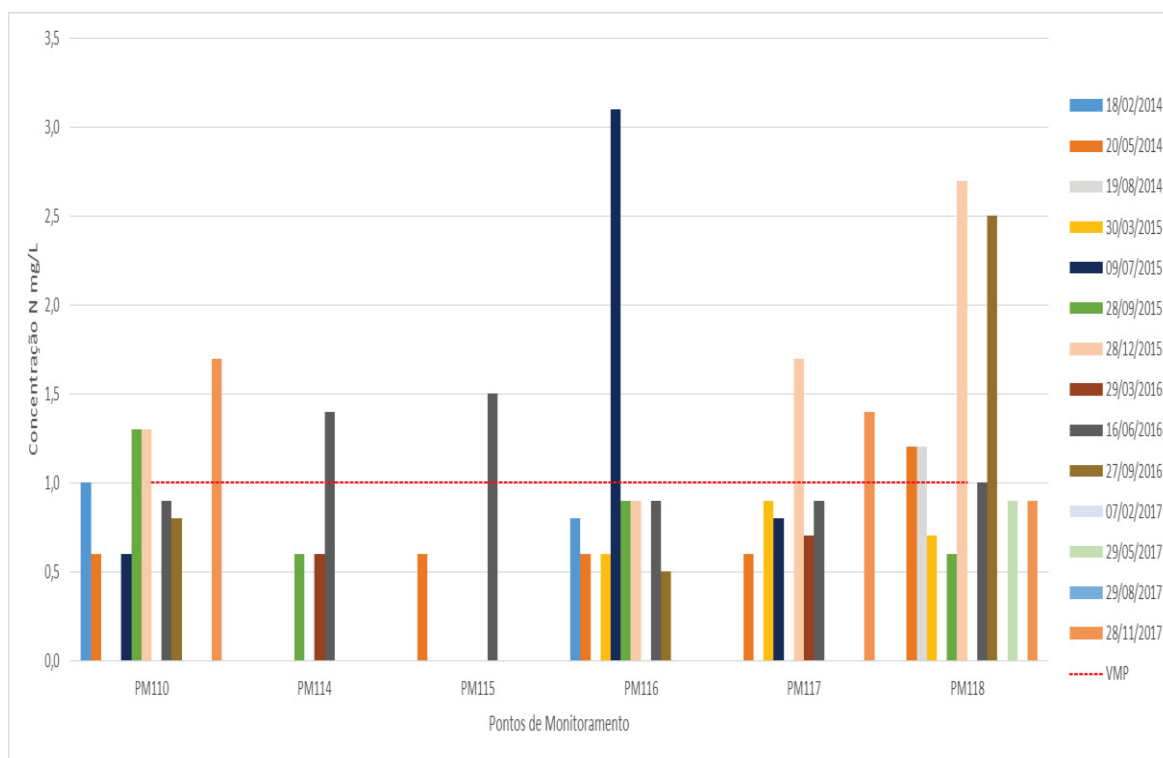
Estudo em manancial de abastecimento situado em Juiz de Fora, com a bacia hidrográfica sob múltiplos impactos chegaram a valores médios de 1,45 mg/L, e variação entre 0,14 mg/L e 4,55 mg/L, onde correlacionaram o NT com o OD, devido à introdução deste nutriente no ambiente aquático favorece o aumento da biomassa vegetal e algal (Bucci et al., 2015). Para os mananciais de abastecimento das cidades de Birigui e Presidente Prudente, Córrego Baixote e Rio do Peixe, monitorados em CETESB (2017), tem-se para o primeiro o máximo de 0,42 e mínimo de 0,15 mg/L, com média de 0,26, valores dentro dos limites. Para o monitoramento à montante da captação da SABESP, para Presidente Prudente, os valores variaram entre 0,72 mg/L e 1,43 mg/L, com média de 1,04 mg/L.

Nota-se no Gráfico 4.4 que na maior parte do tempo, aproximadamente 86%, os valores para o NT encontraram-se dentro do VMP, restando somente 14 % do tempo os valores excedendo o VMP. Com o PM 118 aparecendo com a maior porcentagem de vezes fora do VMP (36%). E a ausência de valores em algumas datas de amostragens, com os valores abaixo do Limite de Detecção do Método.

Atina-se que os valores médios para o NT encontraram-se abaixo do VMP para praticamente todos os PM, onde somente o PM 118 ficou um pouco acima (1%) do valor estipulado nas legislações pertinentes para este tipo de corpo hídrico. Devido a ocorrência de alguns valores acima do VMP em maior número durante as coletas do que os outros pontos de monitoramento.

O desvio em relação aos valores médios foi maior nos PM 116 e 118, com o primeiro devido a um grande pico que extrapolou o VMP em 3,5 vezes, e o segundo ponto de monitoramento sofreu um desvio maior devido a “diversos” picos de alteração do valor encontrado acima do VMP, que chegaram até o máximo de 2,75 vezes acima do limite.

GRÁFICO 4.4: VALORES DO PARÂMETRO N NOS PONTOS AMOSTRAIS AO LONGO DA SÉRIE HISTÓRICA DE FEVEREIRO DE 2014 ATÉ NOVEMBRO DE 2017, COM O VMP EM DESTAQUE

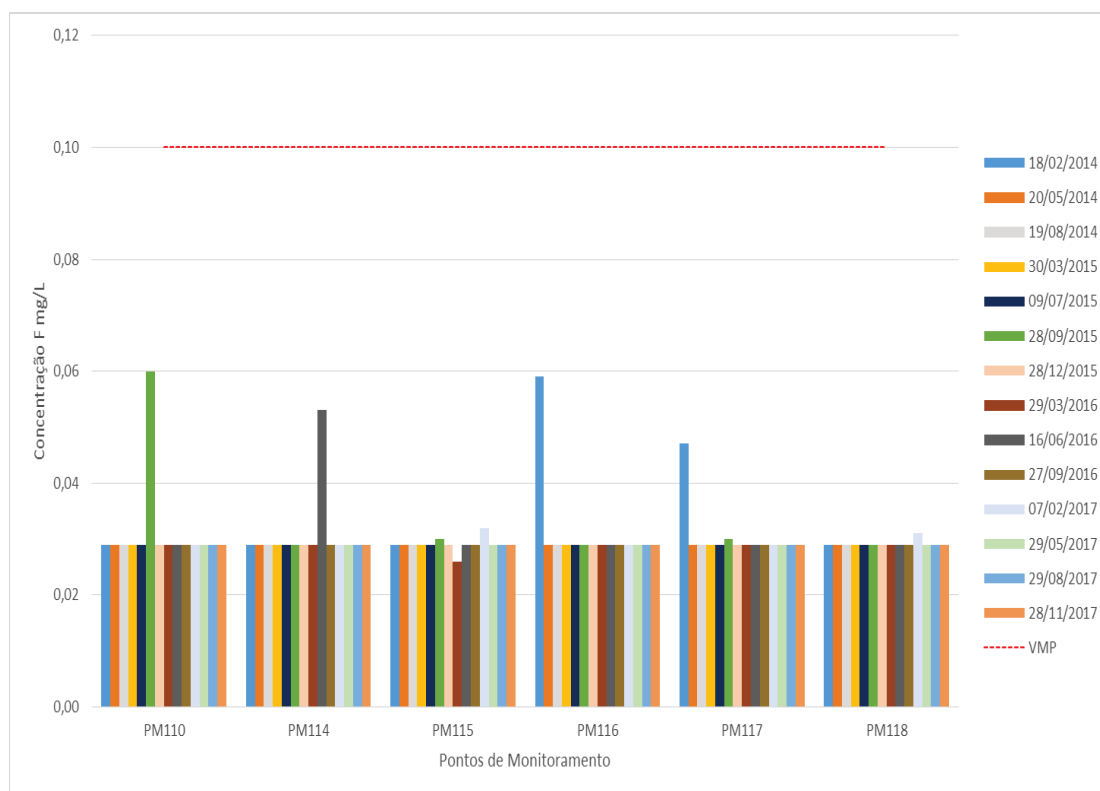


4.2.5 Fósforo

Para o elemento fósforo, os valores encontrados neste estudo estão plotados no Gráfico 4.5, e todos os pontos estiveram dentro dos padrões estabelecidos pela Legislação vigente (Resolução CONAMA 357/5005) durante a realização deste estudo. Portanto, não sendo um elemento considerado poluente dos recursos hídricos da bacia hidrográfica estudada, podendo neste momento não ocasionar danos ao meio ambiente, bem como ao processo de abastecimento público e os diferentes usos na bacia hidrográfica.

Não ocasionando problemas durante a realização deste estudo, mas um fator que deve ser monitorado de maneira contínua, devido suas influências em fatores de degradação da qualidade da água.

GRÁFICO 4.5: VALORES DO PARÂMETRO FÓSFORO NOS PONTOS AMOSTRAIS AO LONGO DA SÉRIE HISTÓRICA DE FEVEREIRO DE 2014 ATÉ NOVEMBRO DE 2017, COM O VMP EM DESTAQUE



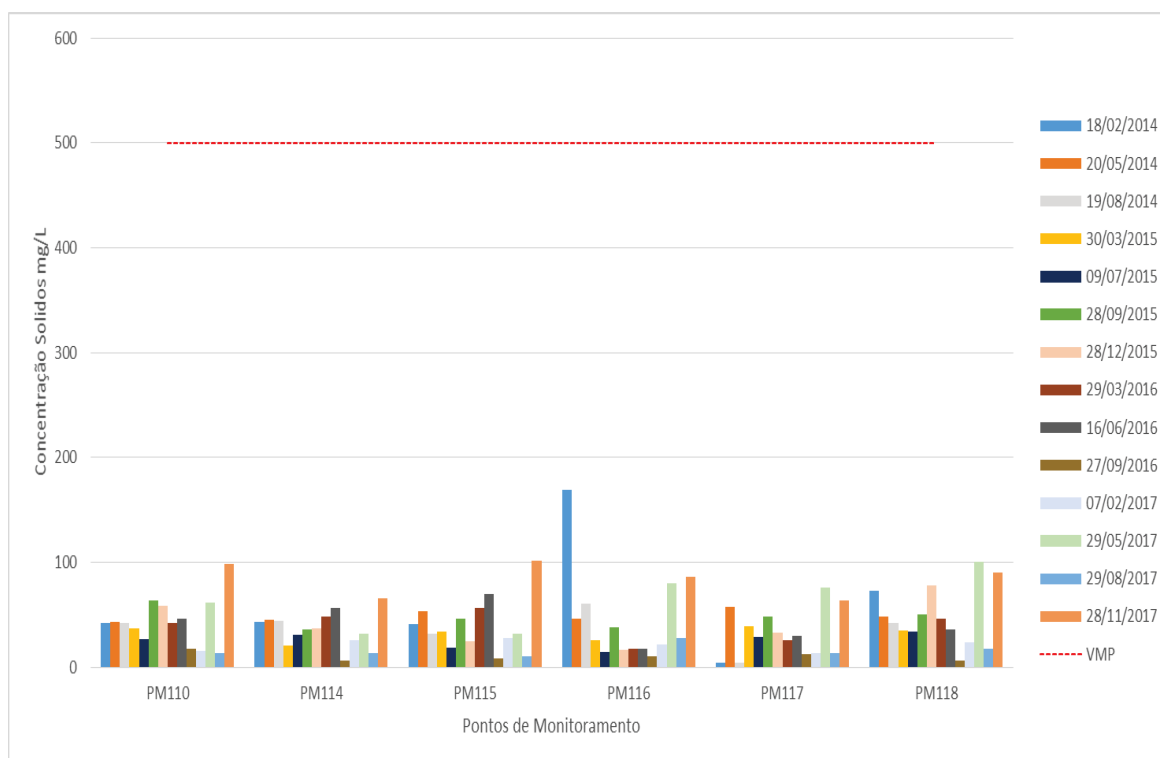
4.2.6 Sólidos Dissolvidos

Nota-se também que para o parâmetro analisado sólido dissolvido, todos os pontos estiveram dentro dos padrões estabelecidos pela Legislação vigente Resolução CONAMA 357/5005 durante a realização deste estudo (Gráfico, 4.6). Não sendo, no momento dos estudos um parâmetro considerado poluente e que altere a qualidade dos recursos hídricos da bacia hidrográfica estudada.

Uma água considerada de boa palatabilidade possui nível de sólidos dissolvidos total inferior a 600 mg/L, valores acima de 1.000 mg/L são classificados como intolerável para o consumo e a concentração em altos níveis prejudiciais para as instalações (WHO, 2017).

Nos trabalhos de campo realizado pode-se notar a água de uma maneira geral de forma “cristalina”, com os locais em que se pode visualizar o rio, o mesmo está com as suas águas limpas em relação aos sólidos dissolvidos no aspecto visual. Não sendo um problema para o momento atual este parâmetro.

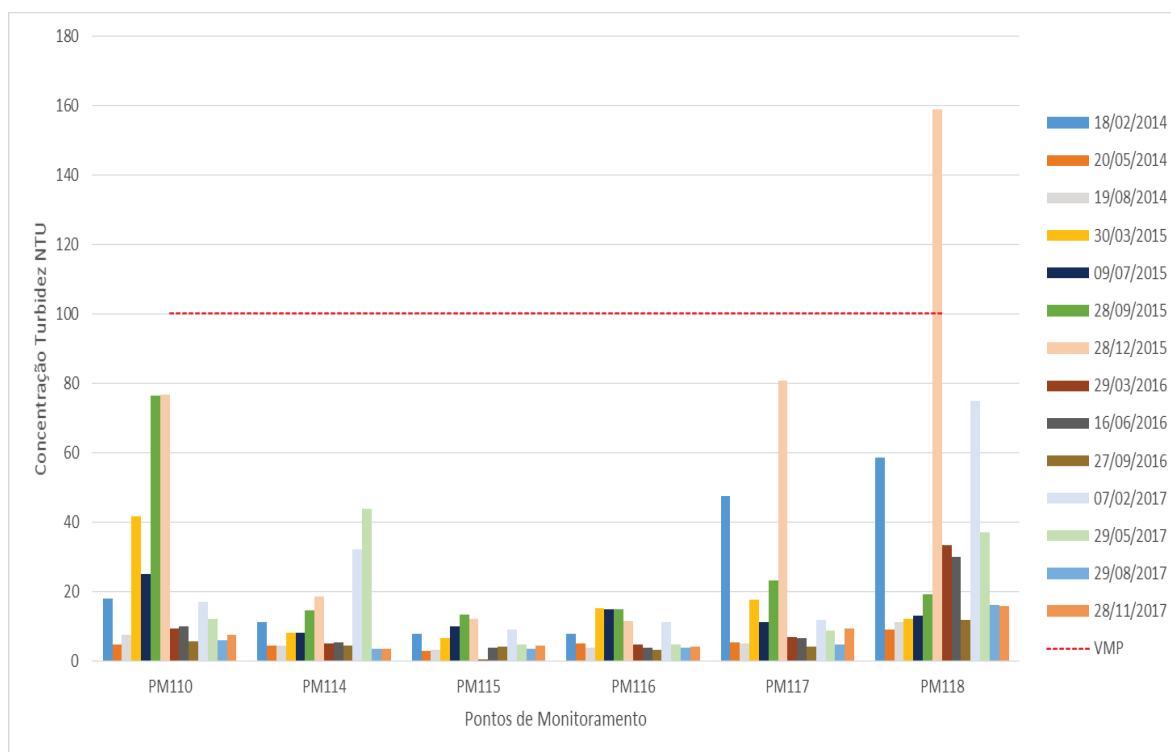
GRÁFICO 4.6: VALORES DO PARÂMETRO SÓLIDOS DISSOLVIDOS NOS PONTOS AMOSTRAIS AO LONGO DA SÉRIE HISTÓRICA DE FEVEREIRO DE 2014 ATÉ NOVEMBRO DE 2017, COM O VMP EM DESTAQUE



4.2.7 Turbidez

Durante o período de realização deste estudo, os resultados encontrados para o parâmetro turbidez estão plotados no Gráfico 4.7 e demonstram que o maior valor encontrado foi de 160 NTU para o PM 118 e único acima do VMP, extrapolando em 60% o limite permitido. Nesta data de amostragem, dezembro de 2015, não foi constatado a ocorrência de precipitação, mas, nas datas anteriores houve precipitação de maneira significativa, totalizando aproximadamente 80 mm em um prazo de 48 horas antes da época da coleta. Com o acontecimento de valores significativos também nos PM110 e PM117, nesta data de precipitação significativa.

GRÁFICO 4.7: VALORES DO PARÂMETRO TURBIDEZ NOS PONTOS AMOSTRAIS AO LONGO DA SÉRIE HISTÓRICA DE FEVEREIRO DE 2014 ATÉ NOVEMBRO DE 2017, COM O VMP EM DESTAQUE



Para o estudo realizado por Souza; Gastaldini (2014) em bacias hidrográficas distintas, englobando bacias de manancial, os valores encontrados variaram entre 10 NTU no mínimo e no outro extremo chegando até 44 NTU, todos dentro dos VMP, com a média em 25,25 NTU, correlacionando o uso do solo agriculturável como influenciador significativo na qualidade da água em relação a este parâmetro.

Os dados representados em CETESB (2017) indicam valores entre 10 e 19 NTU e média de 13,6 para o manancial da cidade de Birigui, Córrego Baixote. Valores entre 40 NTU e 737, com média de 205 são descritos para o Rio do Peixe à montante da captação da SABESP para Presidente Prudente. IAP (2009) encontrou valores acima do VMP para os pontos monitorados no rio Miringuava e, 50% das estações. Ficando próximo dos valores encontrados para o monitoramento dos mananciais de abastecimento público da RMC (MOREIRA et al., 2017).

Os resultados médios, com os seus desvios padrões expressam que na média os valores permaneceram dentro dos limites estabelecidos pela legislação.

Com o PM 115 denotando os menores valores médios e os maiores compreendidos no PM 118.

A turbidez, ao interagir com microorganismos, pode interferir na eficiência do processo de desinfecção, com a sua remoção uma etapa essencial para a melhora na eficiência dos processos de desinfecção, como a remoção por Ultra Violeta, com a sua transmissão prejudicada pelas partículas presentes na água, como o valor não superior a 1 NTU antes da desinfecção (WHO, 2017).

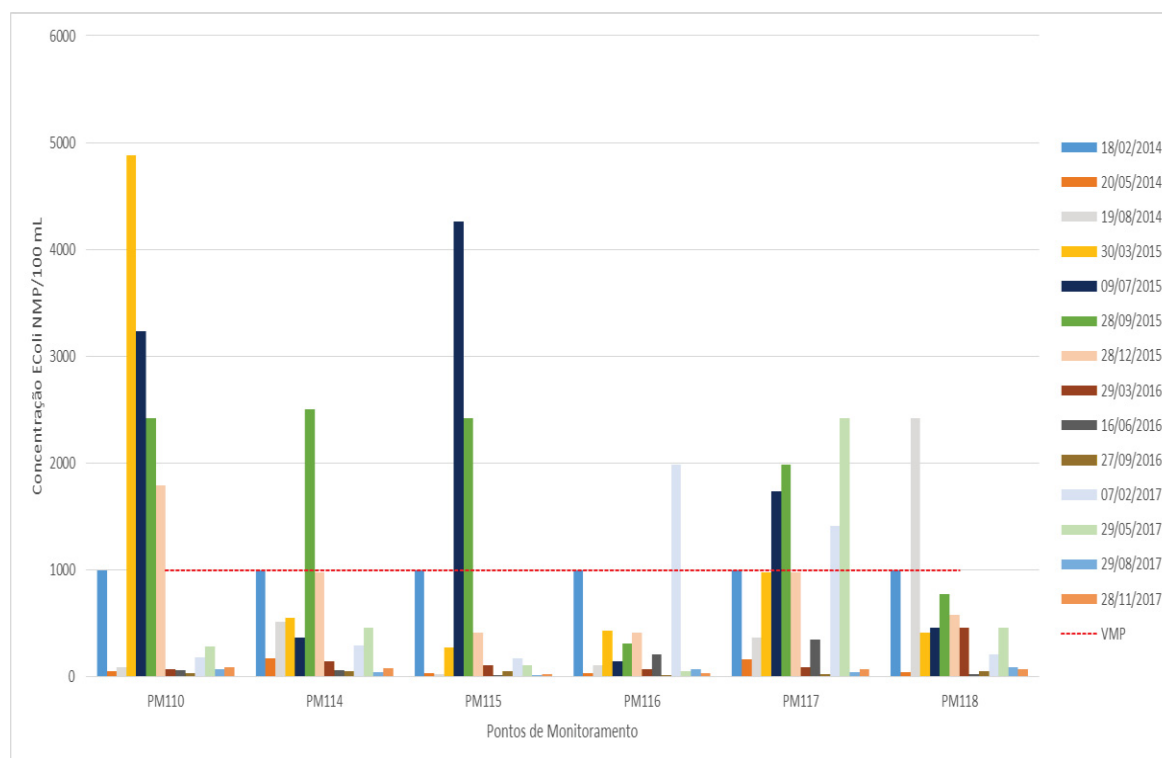
4.2.8 Escherichia Coli

Para o padrão microbiológico estudado, os resultados plotados no Gráfico 4.8, demonstram alguns valores acima dos limites permitidos, e por outro lado datas de amostragens com valores extremamente baixos. O extremo superior foi constatado no PM110 em março de 2015, que extrapolou o LMP em quase 5 vezes mais, com o limite de 1000 unidades/100 ml. Nesta data de amostragem, bem como nas 24 horas anteriores a amostragem, houve precipitação significativa na área de pesquisa, com quase um total de 40 mm em 48 horas, como pode ser notado na série histórica da precipitação durante a realização do estudo. Podendo lixiviar compostos e componentes com estes microrganismos e conseqüentemente aumentar a concentração deste parâmetro.

O monitoramento do Rio Miringuava realizado pelo Instituto Ambiental do Paraná encontrou valores superiores ao estipulado na Legislação em todas as estações amostrais (IAP, 2009). Na RMC o monitoramento dos mananciais de abastecimento também teve alguns valores acima do VMP, afetando nos valores calculados para o índice de qualidade da água (MOREIRA et al., 2017).

Observa-se que na média o PM110 foi o único ponto que permaneceu com os seus valores no limite da legislação permitida, com os outros pontos os valores médios encontraram-se dentro dos valores preconizados por lei. Os valores de desvio em relação à média foram consideráveis em praticamente todos os pontos, com o PM116 o que obteve os menores desvios e os maiores para o exutório da futura barragem PM110.

GRÁFICO 4.8: VALORES DO PARÂMETRO E. COLI NOS PONTOS AMOSTRAIS AO LONGO DA SÉRIE HISTÓRICA DE FEVEREIRO DE 2014 ATÉ NOVEMBRO DE 2017, COM O VMP EM DESTAQUE



Souza; Gasitaldini (2014) ao analisar bacias hidrográficas distintas, com manancial de abastecimento, com diferentes impactos antrópicos, obtiveram os mínimos valores na área representada com a melhor preservação ambiental, com a média dos resultados localizados em 4.500 (NMP/100mL) e os maiores valores em área com influência da urbanização, com a média em 140.000 (NMP/100mL), com o valor médio encontrado em mananciais de abastecimento na faixa de 37.000 (NMP/100mL). Com este parâmetro apresentando maior coeficiente de variação devido a aporte de efluentes, com alto grau de correlação com a DBO.

Atividades de pecuária são fontes importantes de contaminação dos corpos d'água, com os patógenos sendo detectados em uma variedade de ambientes aquáticos (WHO, 2017).

O uso de sistemas de tratamento de água eficientes pode prevenir a ocorrência de problemas sanitários de origem hídrica e eliminar a ocorrência de organismos patogênicos na água de abastecimento público, além de diminuir os custos com internações e tratamentos em 25%, e diminuindo em 65% a mortalidade, traduzindo-se em ganhos econômicos expressivos (HELLER, 2006).

4.2.9 Alumínio

Os resultados encontrados para o parâmetro alumínio variaram entre o mínimo de 0,025 mg/L e no máximo de 0,30 mg/L, na média o parâmetro analisado ficou em 0,080 mg/L. Os valores críticos foram encontrados na amostragem realizada no mês de julho de 2015 nos pontos de monitoramento PM110, o exutório da futura barragem e no PM118. Estes valores, durante o período amostrado, encontraram-se até três vezes acima do limite permitido, VMP de 0,1 mg/L, preconizado na Resolução CONAMA 357/2005, para águas superficiais de classe 2, que podem ser destinadas ao abastecimento público após tratamento convencional.

Menezes et al. (2009) realizaram estudos na bacia hidrográfica do rio São Domingos, localizada no estado do Rio de Janeiro com características agrícolas e que tem sofrido com a escassez de água e encontraram valores médios de 0,35 mg/L, próximo aos valores críticos encontrados na bacia do rio Miringuava, já os seus extremos variaram entre 0,01 e 2,15 mg/L. Os autores atribuíram estes valores ao aumento da turbidez advinda dos processos de lixiviação resultante dos processos de precipitação atmosférica advinda do tipo de solo que compõem a bacia serem a base de minerais alumino-silicatos, bem como o estudado por Carneiro (2008) em bacia hidrográfica com as mesmas características pedológicas da futura barragem do rio Miringuava.

Estudos realizados em área de produção de alumínio e alumina, com amostragens também em águas superficiais, verificaram valores máximos de 1,16 mg/L no rio Mucuripe no Estado do Pará (PEREIRA et al., 2007). Desta forma, ao comparar os valores com o estudo realizado, pode-se constatar que rios em áreas sob o impacto de produção mineral possuem resultados superiores ao VMP.

Estudos realizados por Borges; Barros Junior (2007) encontraram valores para o elemento alumínio dissolvido que variaram entre 0,1 a 1,84 mg/L no ribeirão Borba Gato na cidade de Maringá, que está inserido em uma área de influência agrícola e de um aterro de resíduos sólidos urbanos.

As médias de todos os valores encontrados, em uma mesma data em todos os pontos, foram determinadas para fins de comparação com o valor de referência da legislação ambiental vigente. Desta maneira, os valores críticos encontrados de 0,30 mg/L estiveram, na média de todos os pontos amostrais ao

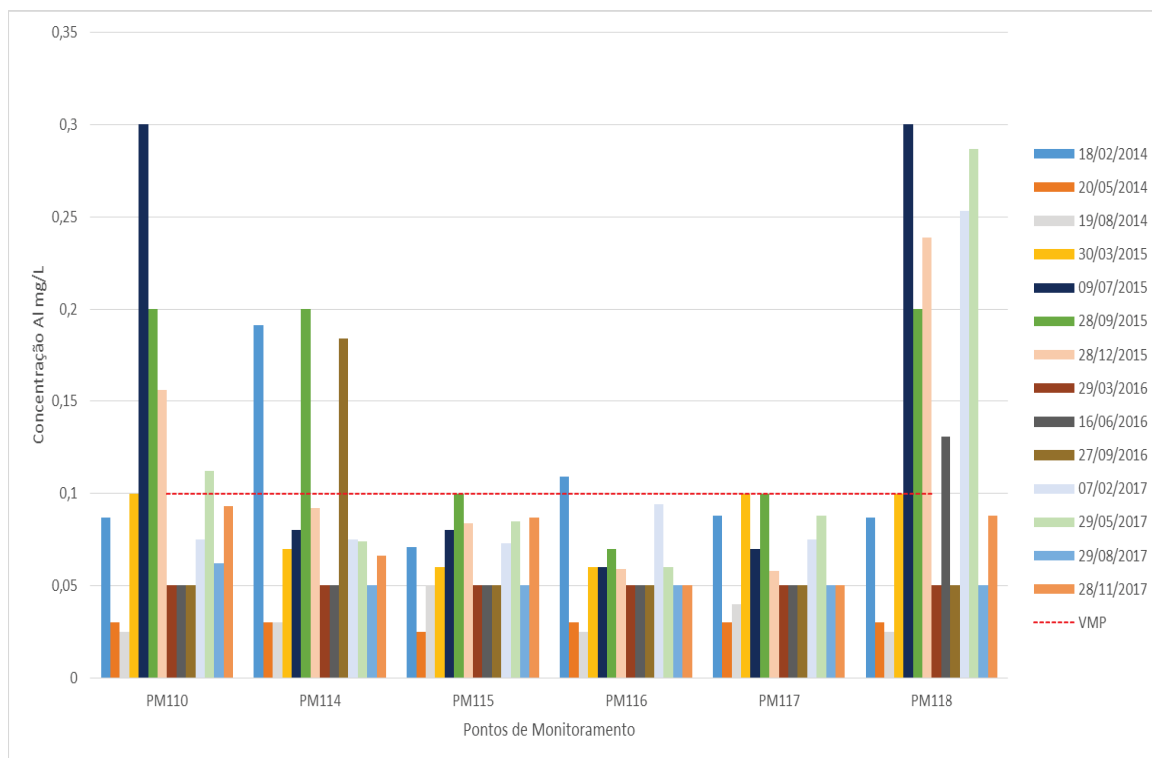
longo do tempo com o valor 34% acima do VMP determinado para esta classe de água superficial. Para o segundo valor crítico encontrado de 0,12 mg/L a sua porcentagem acima dos valores médios foi de 18,8%. Com os valores críticos encontrados pelos autores mencionados, variando de 2050 % para o exemplo descrito por Menezes et al. (2009) e para o estudo realizado por Pereira et al. (2007) ficaram na média acima do Valor Máximo Permitido em 1060%. Desta maneira, pode-se considerar que para este parâmetro analisado os seus valores críticos não estão acima dos valores de referência em uma porcentagem tão expressiva, uma vez que ficou 34% acima.

O Gráfico 4.9 mostra os resultados encontrados para o parâmetro alumínio nos diferentes pontos de monitoramento ao longo do tempo. Destacam-se os maiores valores encontrados no mês de julho de 2015 nos pontos PM110 e PM118. Com o ponto de monitoramento PM118 apresentando maior ocorrência de amostragens fora do VMP, chegando a quase 50% dos seus resultados acima dos valores dispostos na legislação ambiental pertinente. Mas não se pode constatar uma sazonalidade para os resultados encontrados, não permitindo inferir sobre as influências do clima nas concentrações encontradas, porque foram obtidos picos máximos em diferentes épocas do ano, demonstrando que o resultado não está atrelado ou correlacionado com determinados períodos.

Pode-se notar analisando o gráfico com os resultados encontrados que os menores valores foram achados em maio de 2014. Outras datas que tiveram os valores abaixo do VMP foram em agosto de 2014, com os pontos PM 115 e 117 demonstraram valores um pouco mais elevados de 0,05 e 0,04mg/L, respectivamente e março de 2016, com todos pontos no valor de 0,05 mg/L.

Na média os valores estiveram abaixo do VMP em quase todas as estações amostrais, somente no PM110 a média foi quase igual ao VMP de 0,1 mg/L. Neste ponto obteve-se os segundos maiores desvios em relação aos valores médios, com os maiores no PM118, que obteve os valores médios acima do VMP em 0,139 mg/L

GRÁFICO 4.9: VALORES DO PARÂMETRO ALUMÍNIO NOS PONTOS AMOSTRAIS AO LONGO DA SÉRIE HISTÓRICA DE FEVEREIRO DE 2014 ATÉ NOVEMBRO DE 2017, COM O VMP EM DESTAQUE



Na Tabela 4.7 nota-se os diferentes valores encontrados nas literaturas consultadas. Alguns autores não realizaram todas as medidas estimadas para este trabalho, assim faltando algumas estatísticas destes. A tabela 4.5 apresenta também a descrição das características principais dos locais de realização dos levantamentos e comparados com os resultados encontrados nesta pesquisa.

TABELA 4.7 – VALORES MÉDIOS, MÁXIMOS E MÍNIMOS EM DIFERENTES LITERATURAS E SUAS RESPECTIVAS CARACTERÍSTICAS PARA O ELEMENTO ALUMÍNIO

Referência	Média (mg/L)	Máximo (mg/L)	Mínimo (mg/L)	Característica
Pereira et al. (2007)	0,36	1,19	0,074	Produção Mineral
Borges; Barros Jr (2007)		1,84	0,1	Agrícola; aterro resíduos sólidos urbanos
Menezes et al. (2009)	0,35	2,15	0,01	Agrícola

Bossle (2010)	0,10	0,60		Manancial
Santos et al. (2011)	0,42	0,60		Rio urbano
Miringuava	0,080	0,30	0,025	Agrícola Manancial

Os valores encontrados nesta pesquisa estão com a média abaixo dos valores de Bossle (2010) para o manancial de abastecimento, com os autores admitindo o incremento natural deste elemento nas águas estudadas. Em relação ao estudo em área de uso agrícola feito por Menezes et al. (2009), os valores também estiveram abaixo dos encontrados e os autores correlacionaram o aumento na concentração de alumínio por uso inadequado nas atividades agrícolas.

4.2.10 Cobre

Os resultados encontrados para o elemento cobre se mostraram quase que na sua totalidade abaixo do valor máximo permitido na legislação. No ano de 2017, último deste estudo, foi encontrado o menor valor com 0,005 mg/L em todos os pontos de amostragem (fevereiro, maio, e agosto e novembro de 2017). No ano de 2016 os valores para os pontos PM110 e PM116 excederam o VMP em 11% e constaram com 0,01 mg/L, com os outros valores para o mesmo ano com o numeral de 0,005 mg/L. Para os outros anos amostrados os valores permaneceram em 0,008 mg/L, com somente um pico nos pontos PM 116 e PM117 de 0,03 e 0,02 mg/L respectivamente. No Gráfico 4.10, pode-se verificar estes dados plotados, com a série espaço temporal do estudo realizado, com o limite do VMP da legislação pertinente demonstrado em vermelho para a portaria CONAMA 357/2005, para os rios de águas doces de Classe 2.

De acordo com Baird & Cann (2011) o íon cúprico pode existir nas águas naturais na forma dissolvida, podendo existir também ânions inorgânicos ou ligantes orgânicos, como carbonatos, cloretos e ácidos húmicos e fúlvicos. As concentrações consideradas normais em águas superficiais dos EUA variam entre 0,002 e 0,03 mg/L. Com estes dados bem próximos dos encontrados nos estudos da bacia do Miringuava.

Na Tabela 4.8 estão dispostos os valores encontrados em diferentes literaturas com os seus valores médios, máximos e mínimos, quando possível e a descrição da característica dos locais de pesquisas.

TABELA 4.8: VALORES ENCONTRADOS EM DIFERENTES REFERÊNCIAS DO PARÂMETRO COBRE, COM AS CARACTERÍSTICAS DOS LOCAIS ESTUDADOS

<i>Referência</i>	<i>Média (mg/L)</i>	<i>Máximo (mg/L)</i>	<i>Mínimo (mg/)</i>	<i>Característica</i>
Novelli (2005)	0,04			Urbano
Pereira et al. (2007)	0,002	0,192	<0,0017	Produção Mineral
Borges;Barros Jr (2007)		0,07	ND	Agrícola urbano
Alves et al. (2010)	0,003	0,006	0,001	Urbano
Souza; Gastaldini (2014)	0,003	0,0039	0,0036	Manancial
Miringuava	0,008	0,03	0,005	Agrícola Manancial

Nota-se que os valores encontrados nesse estudo estiveram com a média, de 0,008 mg/L abaixo de alguns valores encontrados na literatura, assim como para o seu valor máximo encontrado que foi de 0,03 mg/L. Com os dados maiores do que os encontrados por Alves et al.(2010) em estudos realizados em rio urbano da cidade de Ribeirão Preto-SP.

Os valores médios estiveram com seus valores sempre abaixo do VMP, para todos os pontos a média encontrou-se em 0,008 mg/L, como o desvio padrão variando entre os pontos. O maior desvio em relação aos valores médios encontrados foi no PM 116, variando entre 0,006. Os maiores valores médios

encontrados, para os afluentes da futura barragem de abastecimento público Miringuava, estavam em PM110 e PM116, próximos ao VMP.

Este metal é advindo de fontes antrópicas, sendo um dos mais analisados e encontrados em bacias hidrográficas que possuem em suas áreas o desenvolvimento de atividades antrópicas, sendo fortemente correlacionado a alguns outros metais como níquel, chumbo e zinco (SOUZA; GASTALDINI, 2014).

4.2.11 Ferro

Para o elemento analisado ferro os valores encontrados durante o período de realização deste estudo, variaram entre o mínimo de 0,08 mg/L no PM114 durante amostragem no mês de junho de 2016. E o outro extremo, o valor máximo obtido foi no mês de fevereiro de 2017 no ponto PM115, com o VMP na legislação de 0,3 mg/L sendo excedido em 4 vezes o seu valor, totalizando 1,2 mg/L. Na média os resultados encontrados ficaram em 0,29 mg/L, bem próximo ao VMP preconizado na legislação. Pode-se visualizar estes valores no Gráfico 4.11.

Para Novelli (2005), que realizou estudos na bacia hidrográfica do rio Monjolinho, no estado de São Paulo na região do município de São Carlos, que sofre os impactos advindos deste município, os valores para o ferro nas águas superficiais variaram entre 2,05 e 13,81 mg/L. Pereira et al. (2007) encontrou valores 3,6 vezes maior que o estabelecido pela legislação em área de produção mineral, na região da bacia hidrográfica do rio Mucuripe no estado do Pará, com a média de 1,08 mg/L, máximo de 4,18 mg/L e mínimo de 0,08 mg/L.

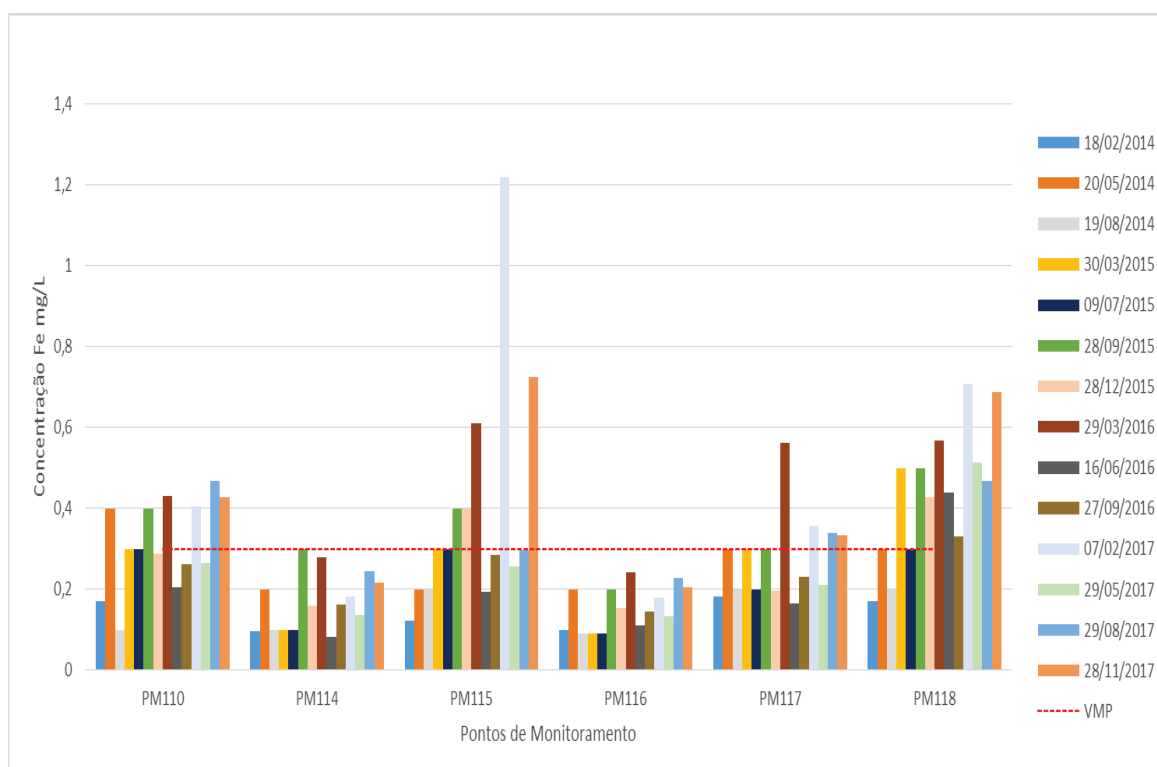
Estudos realizados na área da bacia hidrográfica do rio São Domingos no estado do Rio de Janeiro por Menezes et al. (2009) encontraram valores médios de 0,45 mg/L, variando entre os extremos de 0,09 mg/L no mínimo e 1,52 mg/L no valor máximo. Em 50% das amostras os valores estiveram acima do limite estabelecido pela legislação. Correlacionaram o aumento no nível das concentrações de ferro com o carreamento do solo devido as estações chuvosas, mas também devido a importantes fontes de ferro derivadas de resíduos agrícolas, pois é constituinte de vários agrotóxicos.

Manancial de abastecimento da pequena cidade de Pedra no estado de Pernambuco apresentou valores médios para o elemento ferro dissolvido de 0,4 mg/L, com o parâmetro fora do estabelecido por lei (OLIVEIRA; CUNHA, 2013).

Os valores críticos obtidos para este parâmetro em relação as médias de todos os pontos amostrais ao longo do tempo, ficaram acima do valor de referência 76 % para o maior valor médio de 0,53 mg/L e o segundo valor mais crítico na média ficou com 0,45 mg/L excedendo o limite em 51%. Para Bucci et al. (2015) os valores estiveram acima do limite máximo em 27,5% do total analisado.

A atividade de monitoramento dos mananciais de abastecimento público da RMC, publicado por Moreira et al. (2017), obteve valores próximos dos encontrados nesta pesquisa, em corpos d'água análogos ao objeto de estudo.

GRÁFICO 4.11: VALORES DO PARÂMETRO FERRO NOS PONTOS AMOSTRAIS DE FEVEREIRO DE 2014 ATÉ NOVEMBRO DE 2017, COM O VMP EM DESTAQUE.



Na Tabela 4.9 encontram-se dispostos os valores encontrados em diferentes referências e literaturas com as características dos locais estudados. Com os valores encontrados bem próximos ao estudados em outros mananciais por Bossle, 2010 e Oliveira; Cunha (2013).

TABELA 4.9: VALORES MÉDIOS, MÁXIMOS E MÍNIMOS ENCONTRADOS EM DIFERENTES REFERÊNCIAS PARA O PARÂMETRO FERRO, COM AS CARACTERÍSTICAS DOS LOCAIS ESTUDADOS

Referências	Média	Max	Min	Características
Novelli (2005)		13,81	2,05	Urbano
Pereira et al. (2007)	1,08	4,18	0,08	Produção Mineral
Menezes et al. (2009)	0,45	1,52	0,07	Agrícola
Bossle (2010)	0,3	2,3		Manancial
Santos et al. (2011)	3	8,1		Urbano
Oliveira; Cunha (2013)	0,4			Manancial
Miringuava	0,3	1,2	0,08	Agrícola Manancial

Os resultados dos valores médios encontrados tiveram uma variação ao longo do espaço com um maior valor médio no ponto PM 118, ficando acima do VMP. No ponto PM 116 nota-se um pequeno desvio em relação à média, com os seus valores encontrados bem próximo do valor médio. Para o ponto PM 115 encontramos os maiores desvios variando significativamente em relação aos valores médios que permaneceram acima do VMP em mais de 30%. Onde pode-se aferir que o PM115 teve uma grande variação ao longo do tempo, o PM116 encontrou-se com os seus resultados mais próximos do valor médio medido para este ponto, não havendo um desvio muito significativo em relação à média. Com os valores médios do PM114 praticamente igual ao PM116, mas com os resultados ao longo da série histórica desviando mais em relação à média.

Geralmente o ferro não representa inconvenientes à saúde, mas pode provocar problemas de ordem estética, como manchas em roupas, vasos

sanitários, etc., além de poder prejudicar alguns tipos de usos industriais e ocasionar incrustações em tubulações que podem originar a formação de bactérias ferruginosas nocivas e ocasionar gosto e odor na água distribuída (OLIVEIRA; CUNHA, 2013).

4.2.12 Aldrin+Dieldrin

Para o elemento orgânico Aldrin+Dieldrin o valor máximo permitido na resolução CONAMA 357/2005 para rios de classe 2 é de 0,005 µg/L. Os valores encontrados neste estudo variaram de abaixo do limite de detecção com valor nulo como mínimo na maior parte das amostragens, até o único valor encontrado, extremo superior que ultrapassou o VMP em ordem de 40% com o numeral de 0,0075 µg/L na amostragem do mês de novembro de 2017 para o PM116. Dados plotados no Gráfico 4.12.

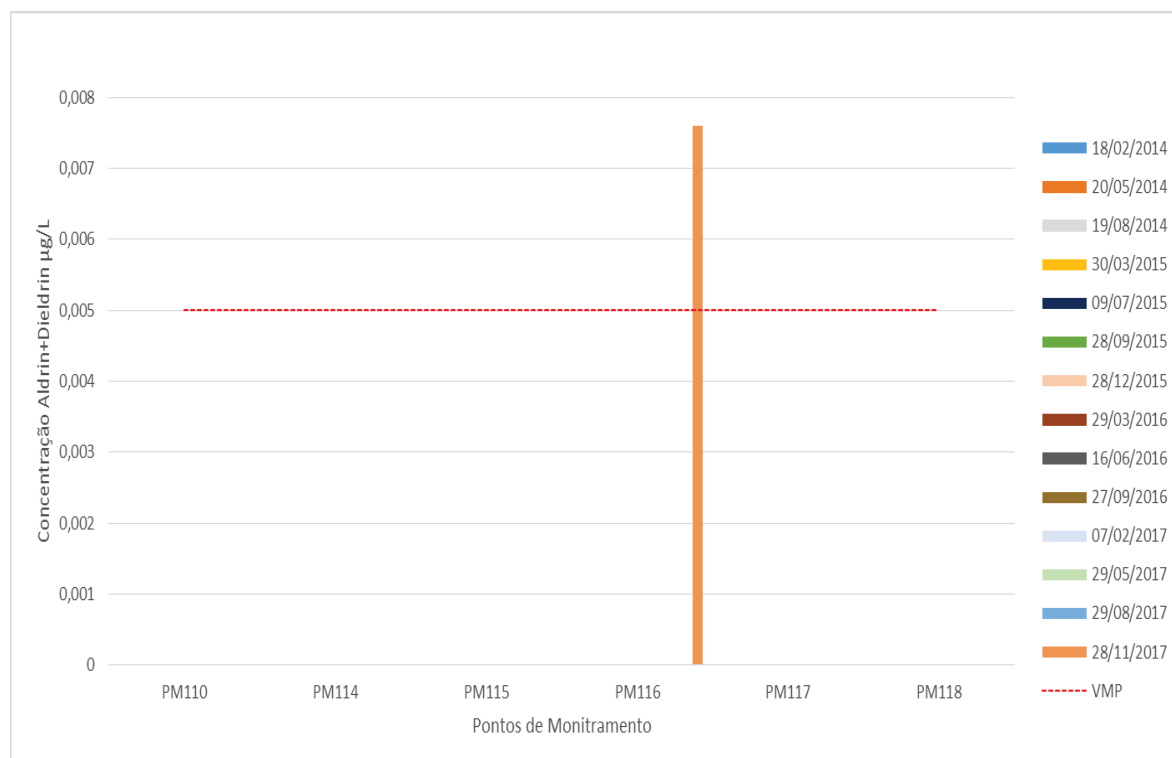
Rissato et al. (2004) encontraram valores em manancias de abastecimento entre no mínimo 0,016 e no máximo 0,23 µg/L para o dieldrin e 0,036 µg/L mínimo e máximo de 0,44 µg/L para o composto aldrin. Novelli (2005) constatou valores acima da legislação pertinente, com o máximo de 1,154 µg/L e o valor mínimo de 0,003 µg/L para água superficial no município de São Carlos - SP.

Estudos em águas superficiais em áreas agrícolas, que servem de mananciais de abastecimento na cidade de Kluang na Malásia, encontraram 16 pesticidas organoclorados de 19 estudados no total. Acharam valores para o pesticida organoclorado Aldrin que variaram entre 0 até 0,051 µg/L com a média igual a 0,003 µg/L (SHARIP et al., 2017).

Rao;Wani (2015) realizaram pesquisas durante diferentes épocas sazonais em um reservatório na Índia e encontraram valores para o aldrin na média de 0,0007 µg/L que variaram de ND até o máximo de 0,004 µg/L. Yamamoto et al. (2018) em estudos no rio Iguaçu, demonstraram que respostas para a biota aquática sobre os disruptores endócrinos devem ser melhor estudadas, mas que os POPs, com os pesticidas organoclorados contemplados, devem estar presentes nestes recursos hídricos e serem capazes de desencadear respostas endócrinas. Com o Aldrin e seus metabólitos sendo encontrado em todos os reservatórios estudados, estando acima do VMP nos

reservatórios de Salto Santiago e Salto Osório. Mas em questões de bioacumulação nos tecidos estudados o componente ocupa a última posição em relação aos outros elementos analisados.

GRÁFICO 4.12: VALORES PARA O PARÂMETRO ALDRIN + DIELDRIN NOS PONTOS AMOSTRAIS DURANTE A REALIZAÇÃO DO ESTUDO, COM O VMP INDICADO EM VERMELHO



Na Tabela 4.10 estão dispostos os valores encontrados nas literaturas citadas e as suas características principais dos locais de estudos. Onde podemos notar que os valores encontrados neste estudo estão abaixo dos descritos em literaturas, tanto nacionais como internacionais.

TABELA 4.10: VALORES ENCONTRADOS EM DIFERENTES REFERÊNCIAS DO PARÂMETRO ALDRIN + DIELDRIN, COM AS CARACTERÍSTICAS DOS LOCAIS ESTUDADOS

Referência	Máximo (µg/L)	Mínimo (µg/L)	Manancial
Rissato et al. (2004)	0,44	0,016	Manancial
Novelli (2005)	1,15	0,003	Urbano
Rao;Wani (2015)	0,004	ND	Reservatório

Sharip et al. (2017)	0,05	ND	Manancial
Miringuava	0,025	0,005	Agrícola Manancial

CETESB (2008), indica que estes produtos ainda são encontrados em áreas contaminadas do Estado de São Paulo devido ao uso passado, utiliza a classificação da Agência Internacional para a Pesquisa sobre o Câncer (IARC), que categoriza as substâncias químicas com relação ao seu potencial risco carcinogênico, como Grupo 3 não classificável como carcinógeno humano. Além do que, resultados de estudos sugerem que não podem ser classificados como um desregulador endócrino em organismos femininos (ATSDR, 2016).

WHO (2017) em suas diretrizes para a água potável, pondera sobre valores para produtos químicos derivados de atividades agrícolas que são importantes para a garantia da qualidade da água, com o desempenho do tratamento para uma concentração de até 0,02 µg/L, deve ser eficiente usando as operações de coagulação, ozonização ou através do uso de carvão ativado.

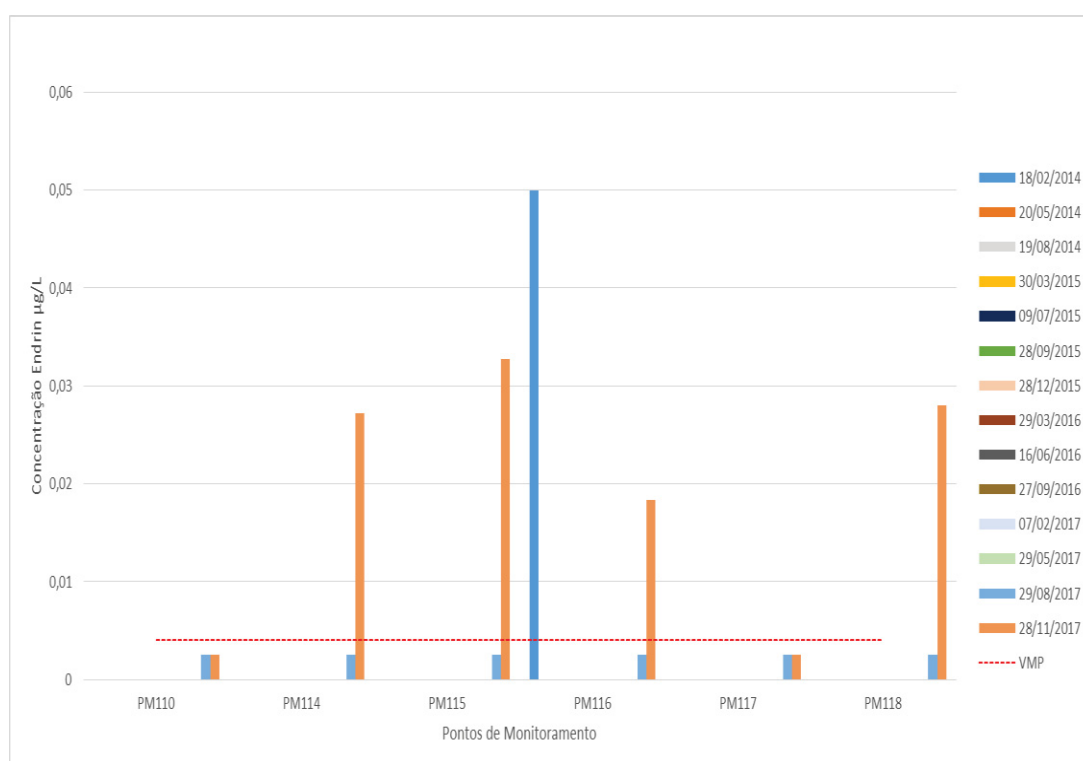
4.2.13 Endrin

Os resultados encontrados para o pesticida organoclorado Endrin estão dispostos no Gráfico 4.13, pode-se perceber que na maior parte do tempo (78%), para todos os pontos de monitoramento, os valores foram encontrados abaixo do LDM, com valor nulo. O maior valor encontrado foi de 0,050 µg/L no PM116 na campanha amostral de fevereiro de 2014, com os outros pontos de monitoramento marcando o menor valor possível nesta data. Na última expedição de coletas em novembro de 2017, foram constatados valores acima do VMP para todos os pontos de monitoramento exceto os PM110 e PM117. Na campanha amostral de agosto de 2017, foram detectadas a presença em todos os pontos amostrais, mas inferiores ao VMP preconizado na legislação.

São dados que demonstram preocupação e cuidado a ser tomado devido ao produto ser banido de todo o território nacional e fazer parte de acordos internacionais, como o a Convenção de Estocolmo. Podendo a ocorrência estar vinculada a usos clandestinos e proibidos deste tipo de material.

Os valores encontrados por Affum et al. (2018) estiveram com o máximo de 0,010 µg/L igualando-se ao valor médio. Os mesmos autores encontraram vestígios deste praguicida clorado tanto em águas superficiais como subterrâneas. Inferiram que as atividades agrícolas desenvolvidas na bacia hidrográfica são fontes de pesticidas nos recursos hídricos.

GRÁFICO 4.13: VALORES PARA O PARÂMETRO ENDRIN NOS PONTOS AMOSTRAIS DURANTE A REALIZAÇÃO DO ESTUDO, COM O VMP INDICADO EM VERMELHO



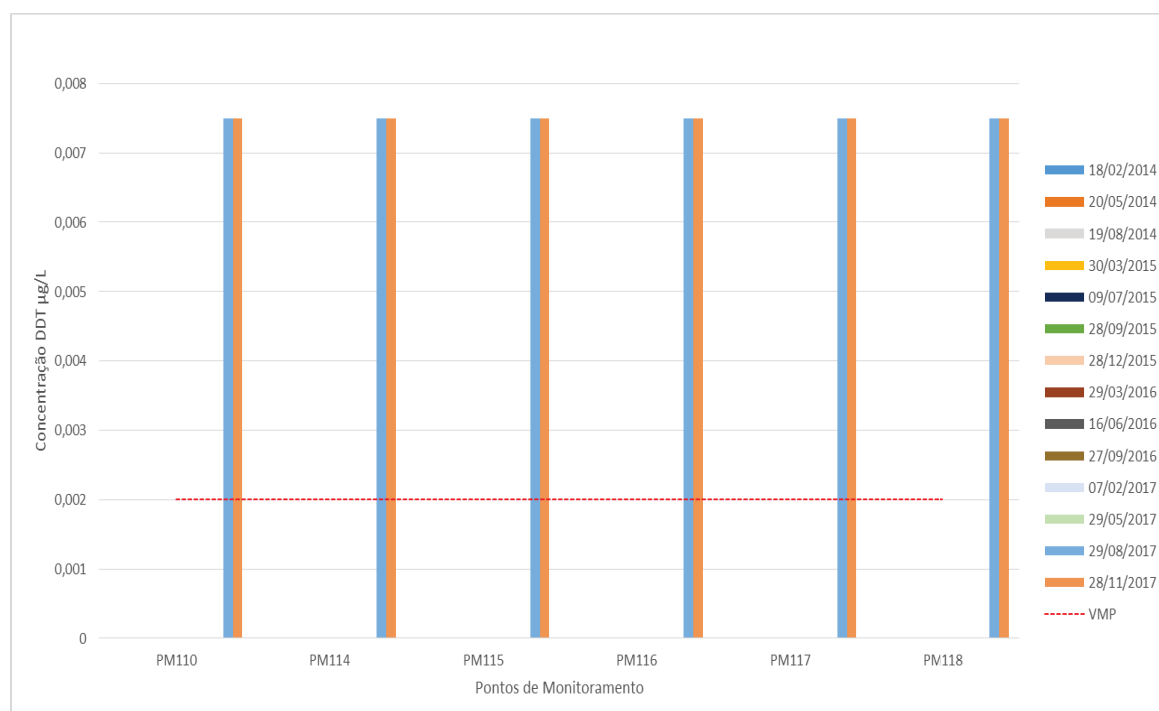
A classificação utilizada pela CETESB (2008), que o coloca com uma meia vida de 12 anos, segue o mesmo princípio da IARC que o coloca como uma substância do Grupo 3 não classificável como carcinógeno humano. Não sendo observado resultados adversos em seres humanos, somente em organismos testes e estudos epidemiológicos realizados em trabalhadores corroboram estas conclusões.

4.2.14 DDT

Os resultados para o praguicida organoclorado DDT estão plotados no Gráfico 4.14. Os valores máximos foram encontrados nas campanhas amostrais de setembro e novembro de 2017, com 0,0075 µg/L, extrapolando em 275% o VMP. Rissato et al. (2004), em estudos sobre a qualidade da água de mananciais da região de Bauru (SP), constataram a presença de DDT com o valor mínimo de 0,06 e máximo de 0,13 µg/L.

Estudos realizados por Abassi; Mannaerts (2018) não encontraram vestígios deste pesticida organoclorado nas águas do lago Naivasha, área em que a utilização de pesticidas é intensa. Em bacias hidrográficas com intensa atividade agrícola em Gana, os resultados encontrados variaram entre abaixo do limite de detecção até o máximo de 0,08 µg/L e valor médio de 0,038 µg/L (AFFUM et al., 2018). Estudos no rio Iguaçu realizados por Yamamoto et al (2018), encontraram a presença do contaminante apenas no reservatório de Salto Santiago que possui suas áreas adjacentes com forte influência agrícola.

GRÁFICO 4.14: VALORES PARA O PARÂMETRO DDT NOS PONTOS AMOSTRAIS DURANTE A REALIZAÇÃO DO ESTUDO, COM O VMP INDICADO EM VERMELHO



Os valores médios encontrados para o DDT estiveram todos abaixo do VMP, com um valor muito baixo, bem próximo ao zero, devido a ocorrência em somente duas campanhas amostrais. Mas, o desvio em relação a média, foi significativo em todos os pontos monitorados, devido à ocorrência dos últimos valores fora dos padrões e acima do VMP. Onde na média os valores encontrados foram satisfatórios e condizentes com a legislação ambiental preconizada, estando todos dentro dos abaixo do VMP.

Novamente, a presença destes contaminantes nas amostras analisadas, demonstram a relevância do tema e necessidade de uma abordagem multi-institucional para poder controlar tal poluente banido da legislação e conteúdo de diversos acordos Internacionais, que o Brasil é signatário. Demonstrando a utilização de produtos proibidos por lei.

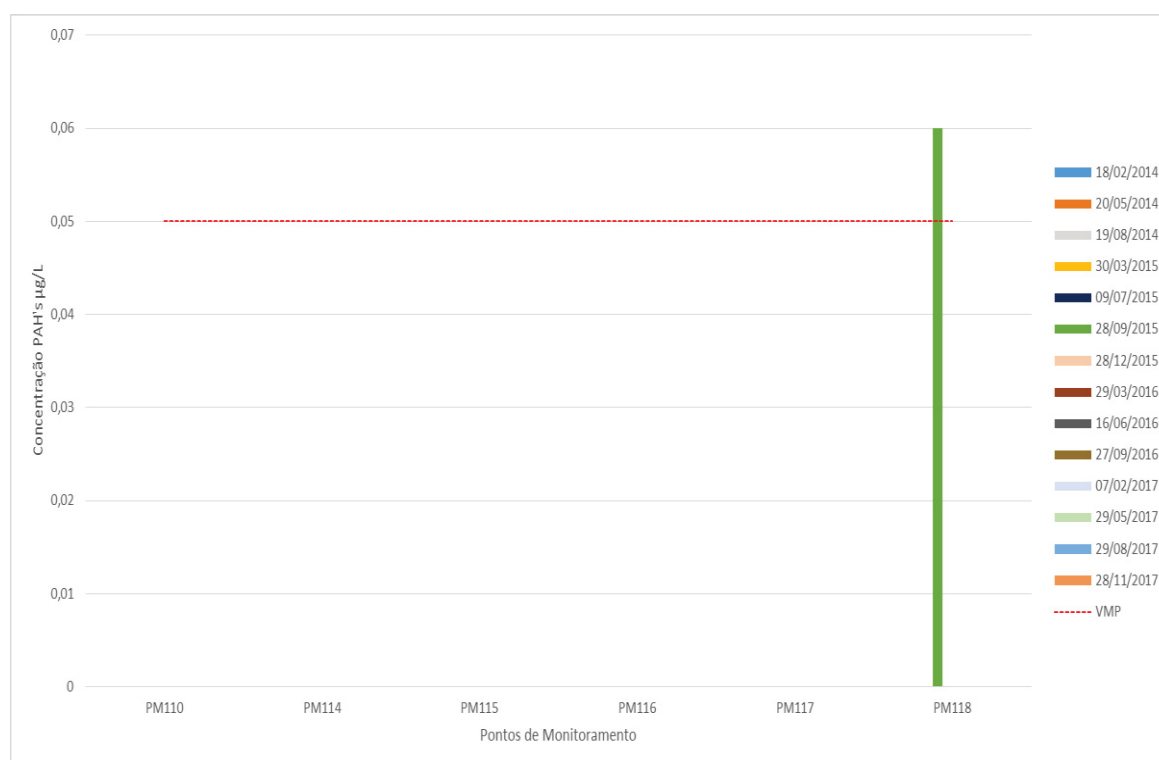
4.2.15 PAH's

Os resultados encontrados para o parâmetro analisado PAH's estão dispostos no Gráfico 4.. Onde nota-se que na maior parte do tempo os valores estiveram abaixo do limite de detecção do método. Com somente uma amostragem com valores significativos e um acima do VMP em 20% para o PM118 em setembro de 2015.

Com estes valores relacionados ao tipo de motorização utilizada nos sistemas de irrigação na sua maioria com combustão a base de combustível fóssil (BOSSLE, 2010). Assim confiando que estas contaminações são advindas dos sistemas de bombeamento utilizado para irrigar as culturas nas propriedades da bacia. Podendo ser advindo de contaminação pontual, através de algum derrame ou vazamento de combustível utilizado no sistema de motorização da irrigação. Ou até devido a localização do ponto amostral esta na entrada de uma propriedade, localizado na porteira de entrada, possa ocorrer algum tipo de vazamento de algum tipo de veículo, como um carro ou trator utilizado na propriedade.

A ocorrência deste resultado, pode alertar para uma poluição crônica em relação a este tipo de contaminante, devido as atividades desenvolvidas na bacia estarem intimamente ligadas a atividade de irrigação e os tipos de veículos utilizados, tanto para o trabalho como para o lazer e deslocamentos. Podendo estes valores serem subjulgados e acarretarem em futuros passivos ambientais.

GRÁFICO 4.15: VALORES PARA O PARÂMETRO PAH's NOS PONTOS AMOSTRAIS DURANTE A REALIZAÇÃO DO ESTUDO, COM O VMP INDICADO EM VERMELHO



Os resultados para os outros parâmetros analisados, não foram contemplados neste capítulo, pois não estiveram acima dos valores máximos permitidos por lei ou até não foram constatados dentro dos limites de detecção do método. Assim não foram objeto de análise e discussão. Com os resultados aqui apresentados, somente para os elementos que estiveram fora dos padrões recomendados e/ou são de importância para a efetiva gestão dos recursos hídricos e garantia da sustentabilidade do sistema de abastecimento.

5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise da qualidade da água dos principais afluentes do futuro reservatório para abastecimento público Miringuava e avaliação do uso e ocupação do solo com especial atenção as sub-bacias de contribuição avaliadas, pode-se concluir com os resultados obtidos, durante o levantamento entre o período de 2014 a 2017, que os valores estiveram fora dos VMP estabelecidos na legislação pertinente para alguns poucos parâmetros analisados dentro de toda a gama de padrões considerados, sendo os seguintes pH, DQO, NT, Turbidez, *E. Coli*, Alumínio, Cobre e Ferro e os parâmetros orgânicos Aldrin + Dieldrin, Endrin, DDT e PAH's.

Os resultados obtidos sugerem sinais de origem natural, para os parâmetros que fazem parte em abundância do solo como o ferro, e o alumínio, advindos da lixiviação do solo através da precipitação, solubilização e escoamento que drenam para os corpos de água. Como por exemplo, Bucci et al. (2015) com o manancial de abastecimento sofrendo incremento na concentração de elementos metálicos devido a características geológicas dos terrenos da região, o intemperismo das rochas e a lixiviação dos solos, que são ricos em Fe, contribuem para o incremento do metal na água. E também de influência das atividades antrópicas (agrícola) na qualidade dos rios.

Os riscos da exposição a pesticidas organoclorados constataam que a elevação da concentração destes elementos e alterações enzimáticas podem estar associadas a atividades agrícolas desempenhadas nas áreas adjacentes. Além de possíveis efeitos adversos aos organismos aquáticos expostos aos poluentes, sugerindo riscos carcinogênicos aos usuários.

Estes conflitos identificados até o momento podem afetar a qualidade da água do futuro reservatório, devido à persistência e bioacumulação de alguns tipos de contaminantes, deve-se atentar para os tipos de contaminantes em cada sub-bacia para poder propor planos de ações a serem realizados com a intenção de minimizar o aporte destes contaminantes aos recursos hídricos de maneira mais rápida e efetiva, bem como de uma maneira mais eficaz e direcionada.

O ferro e o alumínio são uns dos mais abundantes componentes presentes na crosta terrestre, com o segundo o principal e mais abundante elemento metálico e o quarto entre todos os componentes. Com as rochas e os solos variando de composição devido à origem dos materiais componentes e do pH dos mesmos (LNEG, 2018). Os valores encontrados nos resultados analisados, para os elementos Fe e Al, podem ser de origem natural devido à geologia local, com os picos de variação para os elementos metálicos estudados podendo ser advindo de uso nas atividades agrícolas, tais como descritos por Borges; Barros Jr (2007) e Menezes et al. (2009). Affum et al. (2018), constataram que devido à geologia da bacia hidrográfica estudada em conjunto com a alta pluviosidade, os elementos monitorados podem ser lixiviados dos solos cultivados que utilizam insumos agrícolas e escoarem para os recursos hídricos. Carneiro (2008) afirma a importância da avaliação da carga difusa.

Os resultados podem auxiliar na tomada de decisões e também funcionando como base para mensurar a eficiência de ações e planos para o gerenciamento dos recursos hídricos na bacia hidrográfica como um todo, servindo como embasamento ao planejamento e a gestão dos recursos hídricos. Podendo concluir que os resultados apresentados indicam que as diferentes formas de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica, o intemperismo e o escoamento superficial exercem influências na qualidade da água.

A utilização de produtos proibidos por lei é percebida nos resultados desta pesquisa, o que demanda medidas de fiscalização e educação, dentro de bacias de mananciais. Necessitando também, o desenvolvimento de estudos relativos à qual tipo de especiação química estes compostos encontram-se, para poder saber se a origem da poluição é recente ou não, devido aos diferentes tipos de meia vida dos elementos e seus derivados. Como citado por Rissato et al. (2004) onde alguns dos compostos estudado podem persistir 15 a 20 anos no solo e serem arrastados pelas chuvas através da lixiviação. Além de sofrerem transformações e conversões em outros derivados através de atividades bacteriana, oxidação, ação da luz solar, entre outras (VON SPERLING, 2005).

Pesquisas sobre os congêneres dos elementos estudados devem ser realizados para podermos saber com exatidão os valores encontrados para cada

componente e evitar os valores totais sem a distinção específica de cada componente, como Aldrin e Dieldrin e DDT e congêneres como exemplo, bem como para alguns metais que foram analisados na sua fração total, extraíndo toda a sua concentração que pode não estar tão facilmente biodisponível. Além de avaliar as concentrações dos componentes analisados no sedimento dos pontos de amostragem e também em organismos aquáticos para sabermos os efeitos da bioacumulação e biomagnificação destes compostos persistentes.

E para compostos orgânicos advindos de atividades antrópicas como a agricultura e uso de pesticidas de maneira inadequada, as análises demonstram que estas atividades e seus poluentes estão exercendo influência na qualidade dos recursos hídricos de uma maneira não muito satisfatória, podendo acarretar problemas e comprometer os sistemas de abastecimento e à saúde pública.

Deve-se considerar a correta adequação das estradas rurais, com o cuidado de atender os limites impostos na legislação em relação ao entorno do futuro reservatório e sua APP, para resguardar as margens e manter a função da mata ciliar no entorno do espelho d'água.

5.1 SUGESTÕES E ORIENTAÇÕES FUTURAS

De posse dos resultados do monitoramento da qualidade da água dos principais afluentes do futuro reservatório Miringuava e diversas saídas de campo na região estudada e conversas com diferentes profissionais e moradores da localidade, conclui-se algumas possíveis ferramentas que possam auxiliar na manutenção da qualidade e quantidade dos recursos hídricos, contribuindo no gerenciamento dos recursos hídricos.

5.1 .1 AGROECOLOGIA

Os pioneiros da agroecologia na Alemanha foram motivados a repensar os cuidados com os animais e as formas de plantios devido a problemas dentro das propriedades, estendendo-se até familiares. Através da convivência pessoal intrínseca com o meio e acreditando nas destrezas e conhecimentos realizaram

uma agricultura sem os produtos químicos vastamente empregados. Sendo necessário o trabalho em conjunto e a troca de experiências até com outros grupos sociais para fortalecer o movimento (SCHMIDT, 2002).

De acordo ainda com o mesmo autor, os agricultores tiveram que se reorganizar para poder vender os seus produtos, que eram mais caros devido a menor produtividade sem a utilização de defensivos agrícolas, criando seus próprios mercados e agregando valor aos seus produtos através do processamento dos alimentos. Com a admissão de uma certificação governamental que introduziu um símbolo de qualidade confiável diminuindo a desconfiança dos consumidores.

A estruturação e implementação de um Centro de Agroecologia, como previsto no Plano Básico Ambiental (PBA), deve ser realizada de maneira mais célere possível, para poder agregar conhecimento e renda aos produtores da região, além de proteger a saúde ambiental dos recursos hídricos e da população em geral, com a diminuição e/ou eliminação na utilização de agrotóxicos. Mas com um adequado planejamento que considera as demandas dos agricultores que vivem nesta localidade levando em conta as suas necessidades e anseios.

No Estado do Paraná foi concebido com o objetivo de recuperar a área e o entorno da APA do Iraí no ano de 2004 o Centro Paranaense de Referência em Agroecologia (CPRA), que apoia e promove ações de capacitações, ensino e pesquisa em agroecologia. Os dados e as imagens aqui utilizadas são informações dos resultados preliminares do projeto Produção em Base Agroecológica na Região Metropolitana de Curitiba, administrado pelo CPRA. Os trabalhadores rurais necessitam de assistência em relação a questões de cultivo, como irrigação, aplicação de agrotóxicos e a cumprir a legislação referente aos requisitos legais em suas propriedades (BOESSLE, 2010).

5.1.2 EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A companhia de saneamento deve se fazer ainda mais presente na área do empreendimento, atuando de maneira integrada e sistêmica, para evitar que outros usos menos nobres que o abastecimento público, exerçam impactos sobre os recursos hídricos que possam comprometer as atividades de abastecimento.

Com a intenção de implantar um projeto de agroecologia modelo em uma propriedade para demonstrar a viabilidade de alterar os métodos de produção atualmente utilizados. Devendo se preocupar em formar indivíduos da população local com preocupações em relações aos problemas ambientais e ter consciência do seu importante papel dentro do sistema de abastecimento de água e da conservação dos recursos hídricos.

Implementar um centro de educação ambiental e agroecologia, como avaliado anteriormente, em concordância com outros existentes em diferentes áreas de barragens da companhia de saneamento é uma medida interessante e eficaz de conscientização e atuação em conjunto com a população local e turistas na busca da garantia de água em boa qualidade e quantidade, preservando as nascentes e matas e desenvolvendo atividades em consonância com o meio ambiente, especialmente em áreas de mananciais.

5.1.3 SUB-BACIAS PRIORITÁRIAS

Com a intenção de otimizar recursos e esforços elencou-se as sub-bacias hidrográficas estudadas em condições ambientais mais fragilizadas, devido ao número de ocorrências fora dos limites máximos estabelecidos por lei, bem como do tipo de parâmetro que está em desacordo com a legislação.

A metodologia empregada para priorizar a gestão dos recursos hídricos, dentro da unidade de gestão territorial que é constituída pela bacia hidrográfica, foi adaptada de Cunha et al., 2011. Onde se determina pesos para diferentes cenários futuros. Neste trabalho estipulou-se dois diferentes cenários, o primeiro com o número de parâmetros fora dos VMP e o segundo o grau de contaminação dos poluentes. Com isto conclui-se que:

A sub-bacia hidrográfica que apresentou os maiores números de parâmetros foras dos limites estabelecidos por Lei foi a do PM118, seguida pela do PM116 que esteve em segundo lugar neste estudo de acordo com os seus parâmetros analisados fora dos VMP, mas que apresentou elementos contaminantes oriundos das atividades antrópicas desenvolvidas na sua bacia hidrográfica, que exercem pressões sobre os recursos hídricos. Desta maneira são as bacias prioritárias para serem desenvolvidos planos e medidas de

gerenciamento integrados para a gestão dos recursos, visando a recuperação e conservação dos recursos hídricos e consequente garantia de saúde para a população e o meio ambiente.

Planos de gestão e manejo devem ser elaborados e postos em prática, de maneira descentralizada e participativa por todos os atores envolvidos neste importante processo que é preservar os recursos hídricos e produzir água potável com qualidade. Além de garantir a sustentabilidade e segurança das pessoas. Com dois princípios norteadores para elaboração de procedimentos de ordenação e uso dos mananciais, o estímulo a atividades adequadas de acordo com as prioridades da bacia e o respeito às fragilidades ambientais, proibindo o desenvolvimento de atividades impróprias. Com os resultados encontrados neste estudo servindo de elementos para subsidiar a tomada de decisões visando a conservação, recuperação e a gestão ambiental dos recursos hídricos.

Onde os planos de gestão dos recursos hídricos nesta bacia hidrográfica que possui característica agrícola, com a utilização para o abastecimento público, devem contemplar no mínimo a identificação das fontes de contaminação dos pesticidas organoclorados, haja vista que os mesmos possuem o seu uso, fabricação, distribuição, etc. banido do país, apoiar a criação de zonas de amortecimento ao redor dos rios e nascentes nas propriedades, desenvolver e implementar um programa de monitoramento da qualidade da água, dos sedimento, do solo e de bioindicadores para avaliar os níveis dos contaminantes nestes compartimentos. De acordo com WHO (2017) os valores das diretrizes para produtos químicos fornecem metas de qualidade da água que podem ser usadas para verificar se a efetividade dos planos de segurança da água tem sido eficazes no gerenciamento de riscos da qualidade da água de abastecimento público.

Fomentar a implementação do projeto Re-Nascentes da PMSJP, instituído pela Lei Municipal Nº 2.420 de 10 de junho de 2014, que visa implantar ações e medidas que assegurem a qualidade dos recursos hídricos, monitorando os recursos e estimulando os proprietários rurais a conservar e recompor as matas ciliares e proteger as nascentes de acordo com a legislação, garantindo desta forma a qualidade da água e promovendo a melhora da qualidade de vida da população e institui o Pagamento por Serviços Ambientais PSA. Além de constituir

oficialmente a Unidade de Conservação de Uso Sustentável APA do Miringuava, para harmonizar o uso sustentável dos recursos e o manejo e conservação da natureza, orientando o desenvolvimento das atividades antrópicas na área de proteção, garantindo, desta maneira, a sustentabilidade do ecossistema como um todo e assegurando a qualidade dos recursos hídricos.

Assim, a preocupação em deter os conhecimentos mínimos que permitam minimizar ou até dizimar os impactos negativos das consequências do desenvolvimento. Integrar a gestão dos recursos hídricos com a gestão ambiental e não dissociar qualidade de quantidade. Para poder negociar os diferentes conflitos relativos aos usos da água dentro de uma bacia hidrográfica destinada a servir de manancial de abastecimento público, mas que possui uma vocação agrícola a vários anos e através de gerações, que é importante para a subsistência da população da região e da capital do estado.

6 – CONCLUSÕES

A partir dos resultados encontrados e apresentados neste estudo, pode-se concluir que:

- A bacia hidrográfica está inserida em uma área de florestas com um bom nível de preservação;
- Alguns VMP não foram respeitados para os parâmetros, pH, DQO, Nitrogênio, Turbidez, E. Coli, Alumínio, Cobre, Ferro, Aldrin +Dieldrin, Endrin, DDT e os PAH's;
- A qualidade da água na média está dentro dos padrões estabelecidos por lei;
- A utilização de produtos proibidos, tais como os pesticidas organoclorados Aldrin +Dieldrin, Endrin, DDT e os PAH's incidiram esporadicamente e em determinadas situações;
- Deve-se realizar novos levantamento de uso e ocupação do solo da bacia, com ênfase em áreas de APP e reservas legais;
- Estudos interdisciplinares de uso e ocupação do solo devem ser pensados e estruturados para serem realizados nos mesmos moldes dos programas realizados nos reservatórios do rio Verde e Iraí;
- Alguns parâmetros analisados sofrem interferência de questões relativas de origem natural e outros advindos de atividades antrópicas;
- As atividades de agricultura e pastagens exercem influência na qualidade da água;
- Esta bacia hidrográfica possui importância estratégica para o pleno cumprimento do sistema de abastecimento integrado de Curitiba e RMC.

REFERÊNCIAS

- ABASSI, Y.; MANNAERTS, C.M. Evaluating organochlorine pesticide residues in the aquatic environment of the Lake Naivasha River basin using passive sampling techniques. **Environmental Monitoring and Assessment** v.190, n. 09. 2018.
- AGÊNCIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO PARANÁ (ADAPAR). Bulas de Herbicidas. Disponível em: <http://www.adapar.pr.gov.br/arquivos/File/defis/DFI/Bulas/Herbicidas/ALACLORA_TRAZINASC_NORTOX.pdf>. Acesso em: 07 jan. 2018.
- AFFUM, A.O.; ACQUAAHB, S.O.; OSAE, S.D.; KWAANSA-ANSAH, E.E. Distribution and risk assessment of banned and other current-use pesticides in surface and groundwaters consumed in an agricultural catchment dominated by cocoa crops in the Ankobra Basin, Ghana. **Science of the Total Environment**. v. 633, p. 630–640, 2018.
- ÁGUASPARANÁ – Instituto das Águas do Paraná. **Sistemas de Informações Hidrológicas**. Disponível em:<<http://www.sih-web.aguasparana.pr.gov.br/sih-web/gerarRelatorioDiasChuva>>. Acesso em: 12 dez. 2018.
- ALVES, E.C.; SILVA, C.F.; COSSICH, E.S.; TAVARES, C.R.G.; FILHO, E.E.S.; CARNIEL, A. Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó – Maringá, Estado do Paraná, por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. **Acta Science and Technology**, v. 30 n.1, p. 38-48, Maringá, 2008.
- ALVES, R.I.S.; TONANI, K.A.A.; NIKAIIDO, M.; CARDOSO, O.O.; TREVILATO, T.M.B.; SEGURA-MUÑOZ, S.I. Avaliação das concentrações de metais pesados em águas superficiais e sedimentos do Córrego Monte Alegre e afluentes, Ribeirão Preto, SP, Brasil. **Revista Ambiente & Água – An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 5, n. 3, 2010.
- ANDRADE, J.A.; AUGUSTO, F.; JARDIM, I.C.S.F. Biorremediação de solos contaminados por petróleo e seus derivados. **Revista Eclética Química** v. 35, n. 3, São Paulo, 2010.
- ANDREOLI, C.V.; HOPPEN, C.; FERREIRA, A.C.; Avaliação dos níveis de agrotóxicos encontrados na água de abastecimento nas regiões de Curitiba e Londrina. **Revista Técnica da SANEPAR – SANARE** v. 12, Curitiba, 2000.
- ANDREOLI, C.V.; LARA, A.I. Introdução Capítulo I. In: ANDREOLI, C.V. **Mananciais de abastecimento: planejamento e gestão**. (Ed.) SANEPAR/FINEP. Curitiba, 494 p., 2003.
- ANDREOLI, C.V.; CARNEIRO, C. **Gestão Integrada de Mananciais de abastecimento Eutrofizados**. Ed. SANEPAR/FINEP. Curitiba, 500p., 2005.
- ANDREOLI, C.V.; CARNEIRO, C.; GOBI, E.F.; CUNHA, CYNARA. Eutrofização e a estrutura dos estudos. In: CUNHA, C.L.N.; CARNEIRO, C.; GOBBI, E.F.;

ANDREOLI, C.V. **Eutrofização em reservatórios : gestão preventiva. Estudo interdisciplinar na bacia do rio verde**, Pr. Ed. UFPR, Curitiba, 2011.

ANIDO, N.M.R.; **Caracterização Hidrológica de Uma Microbacia Experimental Visando Identificar Indicadores de Monitoramento Ambiental**. 85f. Dissertação (Recursos Florestais) -Escola Superior de Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

ARENAS, A.L.O.; OCHOA, M.R.; MIRANDA, J.P.R. Planificación y gestión de los recursos hídricos: una revisión de la importancia de la variabilidad climática. **REVISTA Logos Ciência e Tecnologia**, v.9, n.1 , Julio - Dezembro, Colombia 2017.

APHA. American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21ª ed. Washington, 2005.

ATSDR. **Annual Report 2016**, Agency for Toxic Substances & Disease Registry. Disponível em <<https://www.atsdr.cdc.gov/hs/hsees/annual2002.html>> Acesso em: 10 mai. 2018.

BAIRD, C.; CANN, M. **Química Ambiental**. Porto Alegre: 4a Ed. Editora Bookman, 844p. 2011.

BERGAMASCO, A.M.D.D.; SÉKULA, C.; DANIEL, M.H.B.; QUEIROZ, F.B.; CABRAL, A.R. Contaminantes químicos em águas destinadas ao consumo humano no Brasil. **Caderno Saúde Coletiva**, n.19 p. 479-486, Rio de Janeiro, 2011.

BLUS, L.J. Organochlorine Pesticides, In: HOFFMAN, D.J.; RATTNER, B.A.; BURTON JR., G.A.; CAIRNS JR., J **Handbook of Ecotoxicology**,. Ed. Lewis. 1995.

BOLLMANN, H.A.; FREIRE, S.M.; Avaliação da Carga de Macro-Nutrientes orgânicos no Reservatório do Rio Iraí, Região Metropolitana de Curitiba, PR, a partir dos Seus Tributários Principais. In Andreoli, C.V.; Carneiro, C. (Eds). **IV Seminário do Projeto Interdisciplinar de Pesquisa em Eutrofização de Águas de Abastecimento Público**. Curitiba, 2003.

BORGES, M.E.E.; BARROS JUNIOR, C. **Avaliação da concentração de metais-traço do ribeirão Borba Gato na área de influência do aterro sanitário de resíduos urbanos de Maringá-PR**. 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES, Belo Horizonte – MG, 2007.

BOSSLE, R.C.. **Gestão do Uso e Ocupação do Solo: Estudo de Caso da Bacia do Rio Miringuava, São José dos Pinhais, Paraná**. 135 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J.G.L.; MIERZWA, J.C.; BARROS, M..T.L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S.

Introdução à Engenharia Ambiental. O desafio do desenvolvimento sustentável. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. Pearson Prentice Hall, 2ª ed, São Paulo, 2007.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Institui a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 02 de set. de 1988, 16519 p. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm> Acesso em: 10 mai. 2018

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, Cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1 da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 09 de jan. 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm> Acesso em: 02 mar. 2018.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA) Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 de mar. 2005. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>> Acesso em: 20 mar. 2017.

BUCCI, M.M.H.S.; DELGADO, F.E.F.; SANTOS, C.S; OLIVEIRA, L.F.C. Análise de metais, agrotóxicos, parâmetros físico-químicos e microbiológicos nas águas da Represa Dr. João Penido, Juiz de Fora, MG. **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, vol. 10, n. 4, Taubate, 2015.

CARNEIRO, C. **Movimentação por veiculação hídrica do fósforo e outros macroconstituintes químicos sob a influência de fatores naturais e tecnogênicos na bacia do rio timbu, tributário do reservatório Iraí – Região Metropolitana de Curitiba.** 240 f Tese (Doutorado em Geologia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

CASSAL, V.B.; AZEVEDO, L.F.; FERREIRA, R.P.; SILVA, D.G.; SIMÃO, R.S. Agrotóxicos: uma revisão de suas consequências para a saúde pública. **Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM** Santa Maria, vol. 18, n.1, p.437-445, abr. 2014.

CETESB. **Relatório qualidade das águas interiores no estado de São Paulo – 2016.** São Paulo, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental CETESB, 2017. Disponível em:< <http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em: 02 mai. 2018.

CETESB. **Valores de Referência: Toxicidade para a Saúde Humana. Aldrin, Dieldrin e Endrin.** Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

COIMBRA, F.L.C.; CRUTO, A.G.M.; COLANERI, R.; LEITE, L.S.R.; COIMBRA, M.C.; ADDAD, J.E. Decloração Anaeróbia Redutiva em Aquífero Freático Contaminado por Fase Dissolvida de Tetracloroetano: Estudo de Caso. **IV Congresso Internacional de Meio Ambiente Subterrâneo**. São Paulo, 2015.

CORBI, J.J.; STRIXINO, S.T.; SANTOS, A.; GRANDE, M.D. Diagnóstico ambiental de metais e organoclorados em córregos adjacentes a áreas de cultivo de cana-de açúcar (Estado de São Paulo, Brasil). **Revista Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 1, 61-65, 2006.

CUNHA, C.L.N.; CARNEIRO, C.; GOBBI, E.F.; ANDREOLI, C.V. **Eutrofização em Reservatórios: Gestão Preventiva. Estudo Interdisciplinar do Rio Verde, PR**. Curitiba, Ed. UFPR 2011.

FERREIRA, H.S.; **Métodos matemáticos em modelagem e simulação do craqueamento térmico do 1,2 Dicloroetano**. 179 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003

FORSTER, L.M.K.; TANNHAUSER, M.; TANNHAUSER, S.L. Toxicologia do tolueno: aspectos relacionados ao abuso. **Revista de Saúde Pública**. Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1994.

FREITAS, M.B.; BRILHANTE, O.M.; ALMEIDA, L.M. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. **Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca**, Fundação Oswaldo Cruz. Brasil, Rio de Janeiro, 2005.

GRAY, K.R Foreign direct investment and environmental impacts – is the debate over? **Review of European Community & International Environmental Law** vol. 11, issue 3. 2002.

GUEDES, J.A.; LIMA, R.F.S.; SOUZA, L.C. Metais pesados em água do rio Jundiá - Macaíba/RN. **Revista de Geologia**, Ceará, UFC. Vol. 18, n. 2, p.131-142, 2005.

HELLER, L. Abastecimento de água, sociedade e ambiente. In **Abastecimento de água para consumo humano**. HELLER, L.; PÁDUA, V.L. (Ed.) Belo Horizonte: UFMG, 2006, p. 29-61.

IAP – Instituto Ambiental do Paraná. **Monitoramento da Qualidade das Águas dos Rios da Bacia do Alto Iguaçu, na Região Metropolitana de Curitiba, 2005 a 2009**. IAP, Curitiba, 2009, 114 pg..

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativa da População 2017**. Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/panorama>>. Acesso 10 mai. 2018.

KIMURA, C.B.; REIS, C.R.; FERNANDES, L.C. Efeito do consumo de água rica em sais de vanádio sobre a glicemia de ratos diabéticos. **Estudos de Biologia**, Curitiba, v. 28, n.65, p. 87-96, out/dez 2006.

KOEHLER, P.H.W.; ASMUS, M.L. Sistemas de Informação de Monitoramento como Instrumento para a Gestão ambiental Portuária. In Boldrini, E.B.; de Paula, E.V.(Org). **Gestão Ambiental Portuária: Subsídios para o Licenciamento das Dragagens**. Curitiba: ADEMADAN, 2009, p. 129-143.

LNEG – Laboratório Nacional de Engenharia e Geologia. **Geoquímica dos elementos**. Publicações. Disponível em <<http://www.lneg.pt/biblioteca/>>. Acesso em 20 mai. 2018.

LOCATELLI, M.A.F.; **Investigação sobre a emissão e caracterização dos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) na bacia do rio Atibaia**. Dissertação (Mestrado em Química). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

LOUCKS, D.P.; BEEK, E. with contributions from JERY, R.; STEDINGER, J.P.M. DIJKMAN, M. T. Water Resources Systems Planning and Management An Introduction to Methods, Models and Applications. **United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization**. Paris, 2005.

MACEDO, J.A.B. **Introdução à química ambiental**. Juiz de Fora: CRQ-MG, 2006.

MALUF, J.C.C.; **Estudo dos metais traços (zinco, cádmio e chumbo) em duas regiões do complexo estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape (SP) sob diferentes pressões antrópicas**. 145 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

MARMITT, C.; HUPFFER, H.M. A cobrança pela poluição da água: um estudo comparativo entre Brasil e Alemanha. In **Direito 10: Novas perspectivas do Direito**. FEEVALE Ed, Rio Grande do Sul Novo Hamburgo, Brasil 2016.

MENEZES, J.M.; PRADO, R.B.; SILVA JUNIOR, G.C.; MANSUR, K.L.; OLIVEIRA, E.S. Qualidade da água e sua relação espacial com as fontes de contaminação antrópicas e naturais: bacia hidrográfica do rio São Domingos - RJ. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.29, n.4, p.687-698, out./dez. 2009.

MENEZES, J.P.C.; BERTOSSI, A.P.A.; SANTOS, A.R.; NEVES, M.A. Correlação entre uso da terra e qualidade da água subterrânea. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 19, n.2, p. 173-186, 2014.

MERTEN, G.H.; MINELLA, J.P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Revista Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v.3, n.4, 2002.

MICHALAK, A.M. Study role of climate change in extreme threats to water quality. **Nature** vol. 535, 2016.

MOREIRA, A.C.P. NEUFFER, D.; VALE JR, P.A.; ALVARENGA, E.C.; SCHEER, M.B.; Aplicação de índices de qualidade de águas – IQA para monitoramento dos mananciais de abastecimento público da região metropolitana de Curitiba, Paraná, Brasil. **29º Congresso ABES/FENASAN**, São Paulo, 2017.

MOURA, D.; FERMINO, F.S. Aspectos da qualidade da água para abastecimento público na represa Paulo de Paiva Castro/Sistema Cantareira/SP. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade**, v. 4 n. 2, p. 96-109, São Paulo, 2014.

NOVELLI, A. **Estudo liminológico e ecotoxicológico da água sedimento do rio Monjolinho – São Carlos (SP), com ênfase nas substâncias de referência cádmio e cobre**. 229 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2005.

OLIVEIRA FILHO, P.C.; DUTRA, A.M.; CERUTI, F.C. Qualidade das Águas Superficiais e o Uso da Terra: Estudo de Caso Pontual em Bacia Hidrográfica do Oeste do Paraná. **Revista Floresta e Ambiente**. v. 19 (1): p. 32-43, Rio de Janeiro, 2012.

OLIVEIRA, T.M.; CUNHA, M.C.C Açude Mororó: microcistinas e a qualidade de águas para abastecimento humano. **27 Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES**, Goiânia, 2013.

OLIVEIRA, P.C.R.; NOGUEIRA, M.G.; SARTORI, L.P. Differential environmental impacts on small and medium size rivers from center of São Paulo State, Brazil, and regional management perspectives. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 26, n. 4, p. 404-419, Rio Claro, 2014.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>. Acesso em 12 fev. 2018.

PÁDUA, V.L.; FERREIRA, A.C.S. Qualidade da água para consumo humano. In: HELLER, L.; PÁDUA, V.L. (Ed.). **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: UFMG, 2006. P. 153-215.

PARANÁ, Lei nº 12.726 de 26 de novembro de 1999. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos e criou o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos. **Legislação do Estado do Paraná**. Disponível em: <<https://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/listarAtosAno.do?action=exibir&codAto=5849&codItemAto=40378>>. Acesso em: 16 jul. 2018.

PARANÁ, Decreto Nº 4435 de 29 de junho de 2016. Declara as áreas de interesse de mananciais de abastecimento público para a região metropolitana de Curitiba e dá outras providências. **Legislação do Estado do Paraná**. Disponível em: <<https://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/pesquisarAto.do?action=exibir&codAto=158763&codItemAto=982298>>. Acesso em: 10 out. 2018.

PEREIRA, S.P.; LIMA, M.A.; FREITAS, K.H.; MESCOUTO, C.S.; SARAIVA, A. F. Environmental chemical study of the Murucupi river–Barcarena–PA, Brazil impacted area for the aluminium production. **Revista Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, v. 2, n. 3, p. 62-82, 2007.

PEREIRA, B.W.F.; MACIEL, M.N.M.; OLIVEIRA, F.A.; ALVES, M.A.M.S.; RIBEIRO, A.M.; FERREIRA, B.M; RIBEIRO, E.G.P. Uso da terra e degradação na qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Peixe-Boi, PA, Brasil. **Revista Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, v. 11, n. 2, p. 472-485, 2016.

PRATES, C.B.; GEBARA, S.S.; RÉ-POPPI, N. Análise de pesticidas organoclorados em água usando a micro extração em fase sólida por *HEADSPACE* com cromatografia gasosa e espectrometria de massas. **Revista Química Nova**, São Paulo, v. 34, n. 7, p. 1260-1264, 2011.

RAO, M.R.J.; WANI, K.A. Monitoring of organochlorine and organophosphorus pesticide residues in water during different seasons of Tighra reservoir Gwalior, Madhya Pradesh, India. **Environmental Monitoring and Assessment**, Nova York, v.187, n.11, 2015.

RAZZOTO, E.S. **Estudo da migração de antimônio em águas minerais envasadas empregando métodos voltamétricos**. 83 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Departamento de Química, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

RISSATO, S.R.; LIBÂNIO, M.; GIAFFERIS, G.P.; GERENUTTI, M. Determinação de pesticidas organoclorados em água de manancial, água potável e solo na região de Bauru (SP). **Revista Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 5., p. 739-743, 2004.

SÁ, F. **Distribuição e fracionamento de contaminantes nos sedimentos superficiais e atividades de dragagens no complexo estuarino da baía de Paranaguá**. 105 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Ambiental) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2003.

SANCHES, S.M.; HIPÓLITO, S.G.; VIEIRA, E.M.; PASSOS, C. Vigilância e controle da qualidade da água do córrego Pirapitinga no município de Ituiutaba (MG). **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 6, n. 3, p. 71-82, 2014.

SANEPAR. Companhia de Saneamento do Paraná. **Plano Diretor SAIC Sistema de Abastecimento de Água Integrado de Curitiba e Região Metropolitana**. 142 p. Curitiba, 2013.

SANEPAR. Companhia de Saneamento do Paraná. **Estudo de impacto ambiental para implantação barragem do rio Miringuava**. São José dos Pinhais, 2002.

SANTOS, V.G.; PINHEIRO, A.; KAUFMANN, V.; ALVES, T.C.; AGUIDA, L.M.; PINHEIRO, I.G.; GARBOSSA, L.H.P. Qualidade da água na nascente e na foz de bacia hidrográfica rural. **XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, Bento Gonçalves, RS, 2011.

SÃO JOSÉ DOS PINHAIS Lei Nº 2420, de 10 de junho de 2014. Dispõem sobre a criação do Programa Re-Nascente e institui o Pagamento por Serviços Ambientais PSA. **Legislação Municipal**. Disponível em:< <https://leismunicipais.com.br/a/pr/s/sao-jose-dos-pinhais/lei-ordinaria/2014/242.>> Acesso em: 07 mai. 2017.

SÃO JOSÉ DOS PINHAIS Lei Complementar Nº 100, de 10 de junho de 2015. Dispõe sobre o plano diretor do município de São José dos Pinhais. **Legislação Municipal**. Disponível em < <https://leismunicipais.com.br/a/pr/s/sao-jose-dos-pinhais/lei-ordinaria/2018/100.>>. Acesso em: 08 jun. 2018.

SCHMIDT, G. A agricultura ecológica na Alemanha. **Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, n.6, p. 105-119, Editora UFPR, 2002.

SHARIP, Z.; HASHIM, N.; SURATMAN, S. Occurrence of organochlorine pesticides in a tropical lake basin. **Environmental Monitoring and Assessment**. Nova York, v.189, n.13, 2017.

SOUZA, M.M; GASTALDINI, M.C.C. Avaliação da qualidade da água em bacias hidrográficas com diferentes impactos antrópicos. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**. Rio de Janeiro, v. 19, n.3, 2014.

STRIEDER, M.L.; ARGENTA, G. ; SILVA, P.R.F. ; FORSTHOFER, E.L. ; SUHRE, E. ; TEICHMANN, L.L. . Adubação nitrogenada em milho pelo monitoramento do nível de nitrogênio na planta por meio do clorofilômetro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 27, p. 109-119, 2003.

TOCI, A.; FARAH, A.; TRUGO, L.C. Efeito do processo de descafeinação com diclorometano sobre a composição química dos cafés arábica e robusta antes e após a torração. **Revista Química Nova**. São Paulo, v. 29 n.5, 2006.

TOMAZELLI, A.C. **Estudo comparativo das concentrações de cádmio, chumbo e mercúrio em seis bacias hidrográficas do estado de São Paulo**. 144 f. Tese (Doutorado em Biologia Comparada) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, 2003.

TORRES, I.F.A.; REIS, L.P.G.; COSTA, T.A.; RODRIGUES, L.S.; SOTO-BLANCO, B.; MELO, M.M. Avaliação química da qualidade da água do Ribeirão da Mata (MG). **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 8, n. 3, p. 69-78, 2016.

TOURINHO, L.A.M.; PASSOS, E. O código florestal na pequena propriedade rural: um estudo de caso em três propriedades na microbacia do rio Miringuava. **Revista. RA'E GA – O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, Ed. UFPR n. 12, p. 221-233, 2006.

UNEP (United Nations Environment Programme). **Stockholm Convention. 2009.** Protection human health and the environment from persistent organic pollutants. Disponível em: <<http://chm.pops.int/TheConvention/ThePOPs/ListingofPOPs>>. Acesso em: 02 dez. 2017.

UNEP (United Nations Environment Programme). **Crisis in Cape Town: 3 months until the taps run dry.** 2018. Disponível em <<https://www.unenvironment.org/news-and-stories/story/crisis-cape-town-3-months-until-taps-run-dry>>. Acesso em: 28 fev. 2018.

UNEP (United Nations Environment Programme) **A Framework for Freshwater Ecosystem Management Overview and guide for country implementation.** 2017. Disponível em: <http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/22243/Framework_Freshwater_Ecosystem_Mgt_vol1>., v. 1 2017. Acesso em: 22 jan. 2018.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP), 2018. **Simazina.** Disponível em: <<http://sites.ffclrp.usp.br/cipa/fispq/Tetracloroeto%20de%20carbono.pdf>>. Acesso em: 27 fev. 2018.

VIEIRA, J.M.P.; MORAIS, C.; ALEXANDRE, C. & CASIMIRO, R.; **Planos de Segurança em Sistemas Públicos de Abastecimento de Água para Consumo Humano.** Instituto Regulador de Águas e Resíduos. Universidade do Minho. Portugal, 2005.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005. v. 1, 3 ed. 452 p.

WHO – World Health Organization. **Guidelines for drinking-water quality.** 2017. Disponível em: <https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/drinking-water-quality-guidelines-4-including-1st/>. Acesso em: 18 jun. 2017.

YAMAMOTO, F.Y.; DIAMANTE, G.D.; SANTANA, M.S.; SANTOS, D.R.; BOMBARDELI, R.; MARTINS, C.C.; OLIVEIRA RIBEIRO, C.A.; SCHLENK, D. Alterations of cytochrome P450 and the occurrence of persistent organic pollutants in tilapia caged in the reservoirs of the Iguaçu River. **Environmental Pollution.** Amsterdam, v.240, p. 670-682. 2018.