

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
MESTRADO ACADÊMICO EM ENGENHARIA CIVIL**

RICARDO MAURICIO DE FREITAS ANDRADE

**ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE A QUALIDADE DA ÁGUA, O USO E
OCUPAÇÃO DO SOLO E A DENSIDADE DEMOGRÁFICA NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO PASSAÚNA**

DISSERTAÇÃO

**CURITIBA
2019**

RICARDO MAURICIO DE FREITAS ANDRADE

**ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE A QUALIDADE DA ÁGUA, O USO E
OCUPAÇÃO DO SOLO E A DENSIDADE DEMOGRÁFICA NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO PASSAÚNA**

Trabalho de Dissertação apresentado como requisito parcial à obtenção do título Mestre em Engenharia Civil, do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Celimar Azambuja
Teixeira

CURITIBA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Andrade, Ricardo Mauricio de Freitas

Análise da relação entre a qualidade da água, o uso e ocupação do solo e a densidade demográfica na bacia hidrográfica do Rio Passaúna [recurso eletrônico / Ricardo Mauricio de Freitas Andrade. -- 2019.

1 arquivo texto (186 f.): PDF; 17,7 MB.

Modo de acesso: World Wide Web

Título extraído da tela de título (visualizado em 13 dez. 2019)

Texto em português com resumo em inglês

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Curitiba, 2019

Bibliografia: f. 135-141.

1. Engenharia civil - Dissertações. 2. Passaúna, Rio (PR) - Água - Qualidade. 3. Bacias hidrográficas - Curitiba, Região Metropolitana de (PR) - Administração. 4. Recursos hídricos - Administração. 5. Abastecimento de água. 6. Recuperação ecológica. 7. Rios - Recuperação. 8. Água - Poluição. I. Teixeira, Celimar Azambuja. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. III. Título.

CDD: Ed. 23 – 624

Biblioteca Central da UTFPR, Câmpus Curitiba

Bibliotecário: Adriano Lopes CRB-9/1429



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação

TERMO DE APROVAÇÃO DE DISSERTAÇÃO Nº 180

A Dissertação de Mestrado intitulada **ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE A QUALIDADE DA ÁGUA, O USO DO SOLO E A DENSIDADE DEMOGRÁFICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PASSAÚNA**, defendida em sessão pública pelo(a) candidato(a) **Ricardo Mauricio de Freitas Andrade**, no dia 09 de setembro de 2019, foi julgada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, área de concentração: Meio Ambiente, linha de pesquisa: Saneamento e Recursos Hídricos e aprovada, em sua forma final, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

BANCA EXAMINADORA:

Prof(a). Dr(a). Celimar Azambuja Teixeira – Presidente – UTFPR
Prof(a). Dr(a). Flávio Bentes Freire – UTFPR
Prof(a). Dr(a). Rivaíl Vanin de Andrade – UFPR

A via original deste documento encontra-se arquivada na Secretaria do Programa, contendo a assinatura da Coordenação após a entrega da versão corrigida do trabalho.

Dedico este trabalho à minha querida avó
Maria das Graças Lima de Andrade
(*in memoriam*),

com muito amor e saudade.”

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Amâncio e Maria Aparecida e aos irmãos Letícia e Robinson, que sempre estiveram meu lado, incentivando-me e nunca me deixando desistir, muito obrigado pelo carinho, apoio, compreensão e amor.

A minha orientadora, Prof^a Dra. Celimar Azambuja Teixeira, que desde o início incentivou a realização deste trabalho, oferecendo, ideias e apoio irrestrito, compreendendo, em diversas ocasiões, questões pessoais que poderiam comprometer o andamento e conclusão deste estudo.

Ao Professor Dr. Fernando Oliveira de Andrade, membro da banca qualificação, pelas sugestões, críticas e opiniões que fizeram a diferença para a finalização deste estudo.

Ao Professor Dr. Rivail Vanin de Andrade, pelas sugestões, análises e opiniões que contribuíram para a melhoria deste estudo.

Ao Professor Flavio Bentes Freire, pelo apoio, incentivo, confiança, desde a graduação, como também pelas sugestões, críticas e opiniões, tanto para a qualificação como para a defesa, que foram muito importantes para a finalização deste estudo.

Ao amigo Cauan pelo apoio e pela amizade.

Ao amigo Arq^o Milton Luiz Brero de Campos por compartilhar seu conhecimento e suas ideias, que foram essenciais para realização deste estudo.

Aos colegas e amigos da Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba, pelo apoio e incentivo na realização deste estudo.

Aos colaboradores da Sanepar e do Instituto Ambiental do Paraná, por compartilharem informações essenciais ao desenvolvimento dessa pesquisa.

Por fim, a todas as pessoas que contribuíram, direta ou indiretamente para que fosse possível a conclusão dessa dissertação de Mestrado, à minha mais sincera gratidão.

RESUMO

ANDRADE, Ricardo Mauricio de Freitas. **Análise da Relação entre a Qualidade Da Água, o Uso do Solo e a Densidade Demográfica na Bacia Hidrográfica do Rio Passaúna**. 186 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2019.

As Áreas de Proteção Ambientais (APA's) criadas na Região Metropolitana de Curitiba visam à proteção das bacias contribuintes das represas de abastecimento público, atuais e futuras, dentre as quais a APA do Passaúna tem um importante papel. Este trabalho teve o objetivo avaliar a relação entre o uso e ocupação do solo e a densidade demográfica na qualidade da água bacia hidrográfica do Rio Passaúna. Para tanto, utilizaram-se os dados históricos de parâmetros de Qualidade da Água das estações de amostragem do IAP disponíveis na área de pesquisa, disponíveis entre os anos de 1991 a 2016, no período da Primavera, através do quais se obteve o indicador da AIQA (Avaliação Integrada da Qualidade da Água). Tendo como referência a localização dessas Estações de Amostragem, definiram-se as áreas das sub-bacias que correspondem as suas respectivas áreas de escoamento. Para os anos de 2000, 2010 e 2016 foram definidas para as áreas destas sub-bacias a densidade demográfica, o uso do solo e do atendimento da rede coletora de esgoto, os quais foram comparados aos parâmetros de qualidade da água, sendo verificados os seus respectivos limites de acordo com os limites estabelecidos para as Classes do Corpo d'água na Resolução CONAMA 357/2005. De modo geral, observou-se que as maiores restrições quanto ao uso do solo e ocupação do solo na APA do Passaúna, contribuíram para manutenção ou melhora da qualidade da água. Na sub-bacia SB 28, onde não foi verificada a presença de áreas urbanizadas, a maior cobertura por áreas de vegetação arbórea e a melhor preservação de vegetação ripária, indicaram uma relação desses fatores com a melhor condição de qualidade verificada neste ponto de monitoramento em comparação aos demais. Nas sub-bacias a montante da captação da represa (SB 30, SB 31, SB 33 e SB 35), a degradação da qualidade da água esteve associada frequentemente a presença de Coliformes Fecais e Escherichia Coli. A sub-bacia SB 11, fora do perímetro da APA do Passaúna, em relação às sub-bacias a jusante da represa, verificou uma pior condição de qualidade da água, relacionada a maior permissividade de usos e de maior presença de áreas urbanizadas e industriais. Em algumas sub-bacias, apesar do aumento da urbanização e da densidade demográfica, observou-se que a ampliação do atendimento da rede de coleta de esgoto sanitário contribuiu para a melhora ou manutenção na qualidade das águas nos anos avaliados. Os resultados advertem sobre a necessidade de implementação de medidas mitigadoras de poluição como a conscientização da população, aumento dos mecanismos de controle e fiscalização dessas áreas, assim como a ampliação da rede de coleta e de tratamento de esgoto.

Palavras-chave: Gestão de Recursos Hídricos, Qualidade de água, Mananciais de Abastecimento Público

ABSTRACT

ANDRADE, Ricardo Mauricio de Freitas. **Analysis the relation between water quality, use and soil occupation, and demographic in the hydrographic basin of Passauna.** 186 p. Dissertation (Master of Civil Engineer) – Pos Graduation in Civil Engineer - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2019.

The designated areas of environment protection (APA) created in the Metropolitan Region of Curitiba, are intended to protect river basins that feed into the dams providing water supply now and for future generations. Between those dams are the APA of Passauna, with a delimited hydrographic of the Passauna basin, it is an important channel for public water supply. The objective of this work is to evaluate how the use and occupation of soil and demographic density influence the quality of water in the hydrographic basin. This study made use of historical data used to determine the water quality in the sample stations of the IAP available during the spring months between 1991 to 2016. This study is based on samples collected the AIQA (Integrated evaluation of water quality) located in the water station sample collection and their respective sewage area. The data was collected over the years of 2000, 2010, 2016, and the results assessed the demographic density, use of soil and the sewage collection system near the sub-basins. In addition, the results verified the parameters to accordance with the limits established by the Class 2 qualification of the water quality as defined at the resolution CONAMA 357/2005. In general, the restrictions for use and soil occupation in urban and industrial areas established by the APA of Passauna contributed to the maintenance of water quality. In the sub-basin SB 28, where it wasn't detected urbanized areas, it was identified a huge area of arboreal vegetation and a better preservation of Riparian Vegetation, therefore a better water quality in relation to the others. In the sub-basins upstream the dam (SB 30, SB 31, SB 33 e SB 35), the degradation of water quality is associated to the presence of Fecal Coliforms and Escherichia Coli. In the sub-basins SB 11, outside the Passaúna APA perimeter, downstream the dam, there is a significant decrease of water quality, that is related to an increase of soil use, urbanization and population density. In some sub-basins despite increased urbanization and population density in these areas, it was observed that increased sewage collection contributes to improve or maintain the water quality based on the date provided in the past years. The results indicate the need to implement mitigating measures to reduce water pollution, increase awareness, and improve regulation to support through inspection in these areas, as well as increase the sewage collection system in these areas.

Keywords: Management of water resources, water quality, Public basins maintenance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Pressão Urbana nas Bacias Hidrográficas de Mananciais.....	26
Figura 2 - Localização das APA's e UTP's da RMC.....	27
Figura 3 - Uso do solo nas APA's e UTP's da RMC.....	28
Figura 4 - Diagrama da estrutura de organização das etapas da Metodologia.....	47
Figura 5 - Localização da APA do Rio Passaúna.....	48
Figura 6 - Delimitação das Sub-bacias versus divisas municipais.....	49
Figura 7 - Delimitação das Sub-bacias a partir das Estações de Amostragem.....	51
Figura 8 - Delimitação das Sub-bacias a partir das Estações de Amostragem.....	53
Figura 9 - Campo das soluções possíveis do Indicador de Qualidade Integrada.....	56
Figura 10 - Representação de um ponto hipotético em relação ao de Qualidade Ideal.....	57
Figura 11 - Interseção entre a áreas das sub-bacias dos Setores Censitários.....	60
Figura 12 - Densidade Demográfica na APA do Passaúna no Ano de 2010.....	61
Figura 13 - Faixa de abrangência estimada da Rede de Coleta de Esgoto.....	65
Figura 14 – Trecho da Sub-bacia SB 32: Área de Abrangência da RCE.....	66
Figura 15 - Localização do Aterro da Lamenha Pequena.....	82

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Limites de Qualidade de acordo com as classes da Resolução CONAMA 357/05	37
Quadro 2 - Classificações de Uso e Ocupação do Solo.....	63
Quadro 3 – Estimativa da densidade demográfica nos anos de 1991 e 2000 nas Sub-bacias.....	68
Quadro 4 - – Estimativa da Densidade Demográfica para o ano de 2010 nas Sub-bacias.....	69
Quadro 5 - Estimativa da Densidade Demográfica para o ano de 2016 nas Sub-bacias	69
Quadro 6 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 27.....	71
Quadro 7 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 28.....	75
Quadro 8 - Variação do Uso do Solo e da Densidade Demográfica na SB 28.....	78
Quadro 9 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 29.....	83
Quadro 10 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 30.....	87
Quadro 11 - Variação do Uso do Solo e da Densidade Demográfica na SB 30.....	90
Quadro 12 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 31.....	93
Quadro 13 - Variação do Uso do Solo e da Densidade Demográfica na SB 31	96
Quadro 14 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 32.....	99
Quadro 15 - Variação do Uso do Solo e da Densidade Demográfica na SB 32.....	102
Quadro 16 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 33.....	105
Quadro 17 - Variação do Uso do Solo e da Densidade Demográfica na SB 33.....	108
Quadro 18 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 35.....	111
Quadro 19 - Variação do uso do Solo e da abrangência da RCE na SB 35	114
Quadro 20 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 36.....	117
Quadro 21 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 37.....	123
Quadro 22 - Variação do Uso do Solo e da Densidade Demográfica na Sub-bacia SB 37	125
Quadro 23 - Variação do Uso do Solo e da Densidade Demográfica na Sub-bacia SB 11	131
Quadro 24 - Parâmetros e Indicadores de qualidade da água na Estação de Amostragem AI 11 nos anos de 1991 a 2003	163

Quadro 25 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 11 entre anos de 2004 a 2016.....	164
Quadro 26 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 27 entre anos de 1991 a 2002.....	165
Quadro 27 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 27 entre anos de 2003 a 2012.....	166
Quadro 28 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 28 entre anos de 1991 a 2002.....	167
Quadro 29 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 28 entre anos de 2003 a 2016.....	168
Quadro 30 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 29 entre anos de 1991 a 2002.....	169
Quadro 31 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 29 entre anos de 2003 a 2012.....	170
Quadro 32 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 30 entre anos de 1991 a 2003.....	171
Quadro 33 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 30 entre anos de 2004 a 2012.....	172
Quadro 34 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 31 entre anos de 1991 a 2003.....	173
Quadro 35 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 31 entre anos de 2004 a 2016.....	174
Quadro 36 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 32 entre anos de 1991 a 2004.....	175
Quadro 37 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 32 entre anos de 2005 a 2016.....	176
Quadro 38 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 33 entre anos de 1991 a 2000.....	177
Quadro 39 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 33 entre anos de 2001 a 2010.....	178
Quadro 40 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 35 entre anos de 1991 a 2000.....	179
Quadro 41 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 35 entre anos de 2001 a 2012.....	180
Quadro 42 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 36 entre anos de 1991 a 2000.....	181
Quadro 43 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 36 entre anos de 2001 a 2012.....	182
Quadro 44 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 37 entre anos de 1991 a 2002.....	183
Quadro 45 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 37 entre anos de 2003 a 2010.....	184

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Instrumentos legais para gestão do uso solo na RMC	30
Tabela 2 – Dados dos Centro de reservação que estão integrados ao Sistema Passaúna.	35
Tabela 3 - Faixas de Limites de Qualidade para Nitrogênio Amoniacal de acordo com as Classes para Águas Doces da Resolução CONAMA 357/05	37
Tabela 4 - Impactos Causados nos Recursos Hídricos pelas Atividades Antrópicas	39
Tabela 5 - Localização das Estações de Amostragem do IAP na Bacia do Passaúna	52
Tabela 6 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água Avaliados	54

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Qualidade da água de 2000 a 2008 na Bacia do Lago Chaohu	45
Gráfico 2 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 27	72
Gráfico 3 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 27	73
Gráfico 4 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 28	76
Gráfico 5 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 28	77
Gráfico 6 - Variação do Uso do Solo e da Densidade Demográfica na SB 28	79
Gráfico 7 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 29	84
Gráfico 8 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 29	85
Gráfico 9 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 30	88
Gráfico 10 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 30	89
Gráfico 11 - Variação do Uso do Solo e da Densidade Demográfica na SB 30	91
Gráfico 12 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 31	94
Gráfico 13 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 31	95
Gráfico 14 - Variação do Uso do Solo e da Densidade Demográfica na SB 31	97
Gráfico 15 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 32 ...	100
Gráfico 16 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 32 ...	101
Gráfico 17 - Variação do Uso do Solo e da Densidade Demográfica na SB 32	103
Gráfico 18 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 33 ...	106
Gráfico 19 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 33 ...	107
Gráfico 20 - Variação do Uso do Solo e da Densidade Demográfica na SB 33	109
Gráfico 21 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 35 ...	112
Gráfico 22 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 35 ...	113
Gráfico 23 - Variação do Uso do Solo e da Densidade Demográfica na SB 35	115
Gráfico 24 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 36 ...	118
Gráfico 25 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 36 ...	119
Gráfico 26 - Variação do Uso do Solo e da Densidade Demográfica na SB 36	121
Gráfico 27 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 37 ...	124
Gráfico 28 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 37 ...	125
Gráfico 29 - Variação do Uso do Solo e da Densidade Demográfica na SB 37	126
Gráfico 30 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 11 ...	129
Gráfico 31 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 11 ...	130
Gráfico 32 - Variação do Uso do Solo e da Densidade Demográfica na SB 11	132

LISTA DE FOTOS

Foto 1 - Imagem de satélite do ano de 2010 da área da sub-bacia SB 28.....	145
Foto 2 - Imagem de satélite do ano de 2016 da área da sub-bacia SB 28.....	145
Foto 3 - Imagem de satélite do ano de 2010 da área da sub-bacia SB 30.....	147
Foto 4 - Imagem de satélite do ano de 2010 da área da sub-bacia SB 31.....	149
Foto 5 - Imagem de satélite do ano de 2016 da área da sub-bacia SB 31.....	149
Foto 6 - Imagem de satélite do ano de 2010 da área da sub-bacia SB 32.....	151
Foto 7 - Imagem de satélite do ano de 2016 da área da sub-bacia SB 32.....	152
Foto 8 - Imagem de satélite do ano de 2010 da área da sub-bacia SB 33.....	154
Foto 9 - Imagem de satélite do ano de 2010 da área da sub-bacia SB 35.....	155
Foto 10 - Imagem de satélite do ano de 2010 da área da sub-bacia SB 36.....	156
Foto 11 - Imagem de satélite do ano de 2010 da área da sub-bacia SB 36.....	157
Foto 12 - Imagem de satélite do ano de 2016 da área da sub-bacia SB 36.....	158
Foto 13 - Imagem de satélite do ano de 2010 da área da sub-bacia SB 11.....	159
Foto 14 - Imagem de satélite do ano de 2010 da área da sub-bacia SB 11.....	160

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 - Uso do solo do ano de 2000 da área da sub-bacia SB 28	146
Mapa 2 - Uso do solo do ano de 2010 da área da sub-bacia SB 28	146
Mapa 3 - Uso do solo do ano de 2016 da área da sub-bacia SB 28	147
Mapa 4 - Uso do solo do ano de 2000 da área da sub-bacia SB 30	148
Mapa 5 - Uso do solo do ano de 2010 da área da sub-bacia SB 30	148
Mapa 6 - Uso do solo do ano de 2000 da área da sub-bacia SB 31	150
Mapa 7 - Uso do solo do ano de 2010 da área da sub-bacia SB 31	150
Mapa 8 - Uso do solo do ano de 2016 da área da sub-bacia SB 31	151
Mapa 9 - Uso do solo do ano de 2000 da área da sub-bacia SB 32	152
Mapa 10 - Uso do solo do ano de 2010 da área da sub-bacia SB 32	153
Mapa 11 - Uso do solo do ano de 2016 da área da sub-bacia SB 32	153
Mapa 12 - Uso do solo do ano de 2000 da área da sub-bacia SB 33	154
Mapa 13 - Uso do solo do ano de 2016 da área da sub-bacia SB 33	155
Mapa 14 - Uso do solo do ano de 2000 da área da sub-bacia SB 36	156
Mapa 15 - Uso do solo do ano de 2016 da área da sub-bacia SB 36	157
Mapa 16 - Uso do solo do ano de 2010 da área da sub-bacia SB 37	158
Mapa 17 - Uso do solo do ano de 2016 da área da sub-bacia SB 37	159
Mapa 18 - Uso do solo do ano de 2000 da área da sub-bacia SB 11	160
Mapa 19 - Uso do solo do ano de 2010 da área da sub-bacia SB 11	161
Mapa 20 - Uso do solo do ano de 2016 da área da sub-bacia SB 11	161

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACAI	Atividades de Controle Ambiental Intensivo
ACP	Análise de Componentes Principais
ANA	Agência Nacional de Águas
APA	Área de Proteção Ambiental
AIQA	Avaliação Integrada da Qualidade da Água
C	<i>Celsius</i>
CERH	Conselho Estadual de Recursos Hídricos
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
COALIAR	Comitê das Bacias do Alto Iguaçu e Afluentes do Alto Ribeira
COMEC	Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DBO5	Demanda Bioquímica de Oxigênio, com período de incubação com de 5 dias
DQO	Demanda Química de Oxigênio
EA	Estação de Amostragem
<i>E. coli</i>	<i>Escherichia coli</i>
ETA	Estação de Tratamento de Água
FPA	Fundo de Preservação Ambiental da RMC
FPIC	Funções Públicas de Interesse Comum
FDd	Fator de diluição
FT	Fator de toxicidade
GM	Gabinete do Ministro.
Hab.	Habitantes
IAP	Instituto Ambiental do Paraná
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
IPPUC	Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba
IQA	Índice de Qualidade da Água
IT	Índice de Toxicidade

Km	Quilômetro
O ₂ /OD	Oxigênio / Oxigênio Dissolvido
ONU	Organização das Nações Unidas
pH	Potencial Hidrogeniônico
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MPC	Método da Programação de Compromisso
N	Nitrogênio
mg.L ⁻¹	Miligramas por litro
mg/L	
NBR	Norma Técnica da ABNT
NO ₂	Nitrito
NO ₃	Nitrato
NMP	Número mais provável
P	Fósforo
PARANACIDADE	Serviço Social Autônomo - Paranacidade
RCE	Rede de Coleta de Esgoto
RMC	Região Metropolitana de Curitiba
SAIC	Sistema de Abastecimento de Água Integrado de Curitiba
SANEPAR	Companhia Paranaense de Saneamento
SB	Sub-bacia
SEAB	Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento
SIGPROM	Sistema Integrado de Gestão e Proteção aos Mananciais da RMC
SIH	Sistema de Informações Hidrológicas
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SUDERHSA	Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental do Paraná
STF	Supremo Tribunal Federal
und	Unidade
UNT	Unidade Nefelométrica de Turbidez
UTP	Unidades Territoriais de Planejamento
ZEE	Zoneamento Ecológico Econômico
Zn	Zinco

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	20
1.1	OBJETIVOS.....	22
1.1.1	OBJETIVO GERAL.....	22
1.1.2	OBJETIVO ESPECÍFICOS	22
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	23
2.1	A GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL.....	23
2.2	GESTÃO DE ÁREAS DE MANANCIAL NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.....	25
2.2.1	A ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO PASSAÚNA.....	30
2.2.2	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA INTEGRADO DE CURITIBA (SAIC) E REGIÃO E O SISTEMA PASSAÚNA	33
2.3	PADRÕES E CLASSIFICAÇÕES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS	35
2.3.1	CLASSES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS SEGUNDO O CONAMA	36
2.4	IMPACTOS DA ATIVIDADE ANTRÓPICA NA QUALIDADE DA ÁGUA.....	38
2.5	ESTUDOS CORRELATOS.....	41
3	MATERIAIS E MÉTODOS	47
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE PESQUISA	48
3.2	DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DAS SUB-BACIAS	50
3.3	LEVANTAMENTO HISTÓRICO DE DADOS DE PARÂMETROS E INDICADORES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS AVALIADOS.....	54
3.4	AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS E INDICADORES DE QUALIDADE DA ÁGUA	56
3.5	ESTIMATIVA DA POPULAÇÃO NA ÁREAS DAS SUB-BACIAS	59
3.6	USO E DE OCUPAÇÃO DO SOLO NAS SUB-BACIAS	62
3.7	ESTIMATIVA DA ÁREA DE ABRANGÊNCIA DA REDE DE COLETA DE ESGOTO.....	65
4	RESULTADOS	67
4.1	RESULTADOS PARA A SUB-BACIA SB 28 (SB 28)	70
4.1.1	ESTAÇÃO DE AMOSTRAGEM AI 27.....	70
4.1.2	ESTAÇÃO DE AMOSTRAGEM AI 28 E SUB-BACIA 28 (SB 28).....	74
4.2	RESULTADOS PARA A SUB-BACIA 30 (SB 30)	81
4.2.1	ESTAÇÃO DE AMOSTRAGEM AI 29.....	81
4.2.2	ESTAÇÃO DE AMOSTRAGEM AI 30 E PARA A SUB-BACIA 30 (SB 30).....	86
4.3	RESULTADOS PARA A SUB-BACIA 31(SB 31)	92
4.4	RESULTADOS PARA A SUB-BACIA 32 (SB 32)	98
4.5	RESULTADOS PARA A SUB-BACIA 33 (SB 33)	104
4.6	RESULTADOS PARA A SUB-BACIA 35 (SB 35)	110
4.7	RESULTADOS PARA A SUB-BACIA 36 (SB 36)	116
4.8	RESULTADOS PARA A SUB-BACIA 37 (SB 37)	122

4.9	RESULTADOS PARA A SUB-BACIA S11	127
5	CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES.....	134
	REFERÊNCIAS.....	138
	APÊNDICE A – MAPA: REDE DE COLETA DE ESGOTO NA BACIA DO PASSAÚNA PARA O ANO DE 2016	143
	APÊNDICE B – MAPAS DAS ÁREAS DA SUB-BACIAS :IMAGENS DE SATÉLITE E USOS E OCUPAÇÃO DO SOLO	144
	APÊNDICE C – VALORES MÉDIOS DO PARÂMETROS E INDICADORES DE QUALIDADE DA ÁGUA DAS ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM DO IAP.....	162
	ANEXO A – MAPA DO ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO DA APA DO PASSAÚNA	185
	ANEXO B – REDE DE DISTRIBUIÇÃO A PARTIR DO SISTEMA PASSAÚNA ...	186

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural de extrema necessidade para à vida humana, diversas civilizações da antiguidade se desenvolveram às margens de rios. Nos oceanos estão 97,5% de toda a água existente no ciclo hidrológico da Terra e os 2,5% remanescentes são encontrados nas calotas polares congeladas, nas águas subterrâneas, nos rios, nos lagos, nas lagoas, em pântanos ou na umidade da atmosfera (CECH, 2013).

As primeiras sociedades costumavam se desenvolver as margens dos rios e seu progresso estava relacionado a gestão de seus recursos hídricos. Os egípcios, por exemplo, utilizaram o rio Nilo para suas atividades agrícolas, o mesmo ocorreu com os povos da Mesopotâmia que se instalaram entre os vales dos rios Tigre e Eufrates. Uma gestão precária dos recursos hídricos trazia impactos negativos a saúde e no bem-estar da população, influenciando em casos extremos na extinção de uma civilização inteira (CECH, 2013; BITTENCOURT, 2014).

Considerando que a história humana na Terra tem pelo menos dois milhões de anos, os processos ocupação, urbanização, modificação da paisagem, que conseqüentemente acarretaram na degradação dos rios, são relativamente recentes e remontam à 1ª Revolução Industrial, cerca de 150 a 200 anos atrás (ALMEIDA, 2010).

O processo de urbanização ao longo das últimas décadas tem ocasionado um intenso crescimento da população urbana, enquanto a população rural diminuiu. Entre 1960 e 1980, o crescimento demográfico urbano, deveu-se, em sua maior parte, ao intenso fluxo migratório rural-urbano, estima-se que nesse período que saíram do campo para às cidades aproximadamente 43 milhões de pessoas. No período de 2000 a 2010, a população urbana aumentou em 23 milhões de habitantes, enquanto a população rural diminuiu em 2 milhões. Esse processo de urbanização das últimas décadas, não foi acompanhado pelo aumento adequado dos serviços de coleta e tratamento dos esgotos domésticos (ANA, 2012; BRITO, 2013).

O crescimento urbano tem causado um aumento significativo no consumo hídrico em função da concentração populacional, da necessidade de realização de infraestruturas, dos serviços urbanos, dos equipamentos domésticos e das atividades industriais, comerciais e de serviços (TUNDISI, 2011).

Para Tundisi (2013), os usos múltiplos e competitivos da água se acentuam e colocam pressões suplementares sobre a quantidade, qualidade e governança da água, tornando-se um elemento estratégico de grande importância para o desenvolvimento territorial e econômico. Conforme a economia se desenvolve e se diversifica, a necessidade de uma gestão eficiente e participativa maior é, de forma a contribuir para o gerenciamento da escassez ou do estresse hídrico e de regular a demanda de água entre seus múltiplos usos.

Nas últimas décadas tem crescido o número de pesquisas sobre os impactos na qualidade da água, provocados pelas atividades agrossilvopastoris. De modo geral, essas pesquisas apontam que a poluição difusa acarretada por estas atividades, frequentemente, tem origem no carreamento da água da chuva dos solos agrícolas, associado aos sedimentos carreados pela erosão do solo, como por exemplo, de fertilizantes e defensivos agrícolas. Já em áreas de pecuária é relacionada aos resíduos da criação animal, matéria orgânica e coliformes (ALVES *et. al*, 2012; BARBOSA, 2012; CORNELLI *et. al* 2016, HUANG *et. al*, 2013; MONAGHAN *et. al*, 2007).

Tendo como pressuposto que o desenvolvimento das atividades realizadas pelo ser humano deve ser conciliado com a proteção do meio ambiente, deve-se buscar alternativas a políticas mais extremas acerca da proteção dos mananciais, baseadas no modelo em que áreas de manancial não podem ser utilizadas, o que na maioria das vezes ignora os conflitos sociais que envolvem as populações dessas áreas.

Dentre as áreas de mananciais da Região Metropolitana de Curitiba, a escolha da Bacia Hidrográfica do Passaúna, se deu em função desta possui um dos principais reservatórios de abastecimento público. Além disso, observa-se nesta área, a ocorrência de diversos fatores que interagem e interferem nos seus usos e na proteção ambiental ocasionada pelas ações antrópicas, tais como: a destruição da mata ciliar, as atividades agrossilvopastoris e a pressão desempenhada pelo processo de urbanização, aumento das área construída e as ocupações irregulares do território de margens de arroios e rios.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem por objetivo geral avaliar a relação entre os usos do solo, a densidade demográfica e a qualidade da água, a partir de estimativas populacionais e dados censitários do IBGE, dos parâmetros de qualidade avaliados das amostras coletadas pelo IAP na Bacia Hidrográfica do Rio Passaúna e dos dados de atendimento da Rede de Coleta de Esgoto (SANEPAR, 2018).

1.1.2 Objetivo Específicos

Os objetivos específicos do trabalho, são citados a seguir:

- a. Analisar os impactos usos dos solos em decorrência das atividades antrópicas, (atividades industriais, comerciais, agrossilvopastoris e ocupação populacional), identificando a variação na qualidade de água nos anos censitários de 1991, 2000, 2010 e para o ano de 2016;
- b. Avaliar se há relação entre a qualidade de água e o uso do solo no ano de 2000, tendo como referência os dados de uso do solo realizado pela SUDERHSA (2000) na a área da bacia do Alto Iguaçu, com também para os anos de 2010 e de 2016 a partir de dados obtidos através de fotointerpretação de imagens de satélite;
- c. Verificar, por meio da comparação dos resultados das amostras avaliadas, os parâmetros analisados que apresentaram violação dos limites estabelecidos para a classe dos Corpos d'água;
- d. Identificar os conflitos entre as atividades ou elementos que prejudicam a qualidade da água nas sub-bacia e propor ações para melhoria na qualidade da água em função dos problemas encontrados;
- e. Averiguar se há relação entre o atendimento da Rede de Coleta de Esgoto e a qualidade da água.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

Até o início do século XX, a gestão das águas no Brasil estava direcionada para o predomínio dos usos privados da água, com autoridade regulatória precária ou inexistente. O modelo econômico de desenvolvimento e crescimento sem atenção a gestão dos recursos hídricos, resultou em um padrão insustentável de uso. Deste modo, a gestão sustentável dos recursos hídricos, constitui como objetivo o debate sobre o estabelecimento de metas quantitativas de abastecimento de água, esgoto e controle de efluentes (ANA, 2011).

A Política Nacional do Meio Ambiente, Lei nº 6.938/81, é o instrumento que define os mecanismos e instrumentos de proteção do meio ambiente no Brasil. Nesta Política, não se têm como foco o disciplinamento sobre a gestão dos recursos hídricos. Contudo, foi através dessa lei que foi criado o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). O art. 8º, inciso VII, da Lei nº 6.938/81, dispõe-se que: “Compete ao CONAMA: ... Estabelecer normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente com vistas ao uso racional dos recursos ambientais, principalmente os hídricos” (BRASIL, 1981).

O Ministério do Meio Ambiente (MMA) foi criado em 1992 e até então apenas dois instrumentos eram utilizados no país para regulamentação dos recursos hídricos, o Código das Águas, de 1934 e a Constituição Federal de 1988. A partir da criação do MMA algumas ações foram feitas para estruturar o setor de recursos hídricos no país, entre elas foi instalada a Secretaria de Recursos Hídricos e criada a Agência Nacional de Águas (ANA), e o Fundo Setorial de Recursos Hídricos.

Com a implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos, amparada pela Lei 9.433 de 1997, criaram-se princípios e normas de gestão dos recursos hídricos, e definiu-se a bacia hidrográfica como um recorte natural de abrangência desse recurso (BRASIL, 1997)

O Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), foi instituído pela Política Nacional de Recursos Hídricos. O objetivo desse sistema é coordenar os instrumentos essenciais à gestão integrada das águas, tais como: planejamento, regulamento e controle do uso, preservação, recuperação e a cobrança

dos recursos hídricos. A partir da aprovação dessa lei, o país passou a dispor de instrumentos legais que visam garantir às gerações futuras a disponibilidade dos recursos hídricos (BRASIL, 1997; MMA, 2017)

Os instrumentos para viabilizar a implantação da Gestão dos Recursos Hídricos da Política Nacional de Recursos Hídricos, apresentados em seu art. 5º são:

- “ I - os Planos de Recursos Hídricos;
- II - o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;
- III - a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;
- IV - a cobrança pelo uso de recursos hídricos;
- V - a compensação a municípios;
- VI - o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos” (BRASIL, 1997).

O enquadramento dos corpos d'água é o estabelecimento do nível de qualidade a ser alcançado ou mantido em um segmento de corpo d'água ao longo do tempo. À luz da Lei nº 9.433/1997, o enquadramento busca “assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas” e a “diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes” (ANA, 2012).

O Estatuto da Metrópole, Lei nº 13.089/2015, estabelece diretrizes gerais para o planejamento, a gestão e a execução das Funções Públicas de Interesse Comum (FPIC's) em regiões metropolitanas e em aglomerações urbanas e também institui normas sobre o Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado e outros instrumentos de governança interfederativa para o compartilhamento de responsabilidades e ações entre entes da Federação em termos de organização, planejamento e execução das FPIC's.

A gestão dos recursos hídricos tem relação direta com diversas FPIC's ligadas ao desenvolvimento socioeconômico sustentável, o uso e ocupação do solo, ao meio ambiente e a proteção dos mananciais de água, saneamento básico e aos resíduos sólidos (BRASIL, 2015).

A Constituição Federal de 1988 no inciso IX do art. 23 atribui como competência comum à União, aos Estados e aos Municípios a promoção de melhoria das condições de Saneamento Básico (BRASIL, 1988).

Segundo o STF (2013), em Ação Direta de Inconstitucionalidade, a função pública do saneamento básico normalmente extrapola o interesse local e passa a ter natureza de interesse comum no caso de instituição de regiões metropolitanas,

aglomerações urbanas e microrregiões, nos termos do art. 25, § 3º, da Constituição Federal (STF, 2013).

Ainda segundo o STF (2013), a instituição de regiões metropolitanas, aglomerações urbanas ou microrregiões pode vincular a participação de municípios limítrofes, com o objetivo de executar e planejar a função pública do saneamento básico, seja para atender adequadamente às exigências de higiene e saúde pública, seja para dar viabilidade econômica e técnica aos municípios menos favorecidos, ainda que este caráter compulsório da integração metropolitana não esvazie a autonomia municipal.

Um aspecto a ser considerado é que uma relação mais equilibrada entre os recursos hídricos e o ambiente, a sociedade, o desenvolvimento econômico e a sustentabilidade no uso dos recursos naturais, também se relacionam com gestão e planejamento no setor público e no privado, bem como nos organismos que expressam um controle social com diversos e diferentes atores, como os organismos de gestão de recursos hídricos e saneamento básico: comitês de bacia, consórcios públicos, e mesmo, dentre os operadores de concessões de serviços de água, saneamento e energia elétrica, que afetam diretamente os cursos hídricos, impactando diretamente as bacias hidrográficas (CECH, 2013).

2.2 GESTÃO DE ÁREAS DE MANANCIAL NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA

As pressões pela expansão da ocupação urbana, existentes nas áreas de mananciais e de proteção ambiental demandam políticas públicas para regulação e de uma política ambiental claramente delineada no âmbito regional (COMEC, 2019)

A Lei Estadual nº 12.248/1998 de Proteção aos Mananciais da RMC, criou o Sistema Integrado de Gestão e Proteção aos Mananciais da RMC (SIGPROM), uma estrutura criada a fim de estabelecer um instrumento legal, com base em critérios técnicos, para conciliar as questões ligadas ao crescimento urbano e a proteção aos mananciais da Região Metropolitana de Curitiba (COMEC, 1998).

A Lei 12.248/1998 possui como características principais a criação de diversos instrumentos: Conselho Gestor dos Mananciais da RMC; Fundo de

Preservação Ambiental da Região Metropolitana de Curitiba (FPA-RMC); Sistema de informações e a elaboração de um plano de monitoramento permanente; permuta de potencial construtivo por áreas de preservação e as Unidades Territoriais de Planejamento (UTP's). Esta última juntamente com as Áreas de Proteção Ambiental (APA's), existentes anteriormente a publicação da citada lei, vem consolidando a política de uso e ocupação do solo das áreas de mananciais (COMEC, 1998).

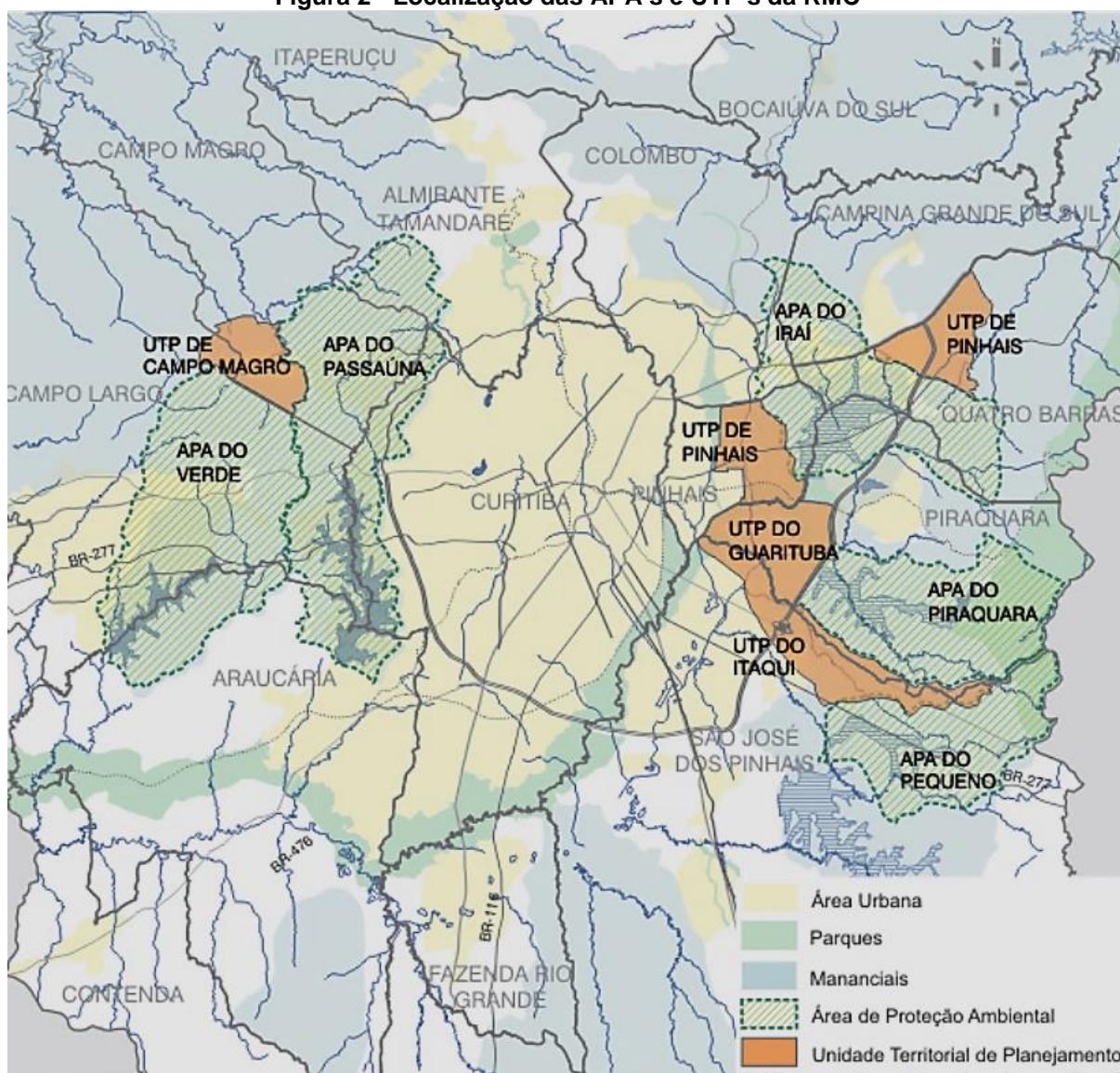
A relação entre as pressões pela ocupação urbana e os contornos espaciais das APA's e UTP's, são ilustradas na Figura 1.



A Figura 1 ilustra o papel desempenhado pelas APA's, como áreas de proteção das bacias contribuintes das represas de abastecimento público, atuais e futuras, enquanto as UTP's têm por objetivo estabelecer espaços de transição de ocupação entre os ambientes urbanos consolidados e as áreas de maior restrição ambiental (COMEC, 2019)

No mapa da Figura 2, são apresentadas as APA's e UTP's da RMC e seu contexto em relação as áreas urbanas, de parques e de mananciais.

Figura 2 - Localização das APA's e UTP's da RMC

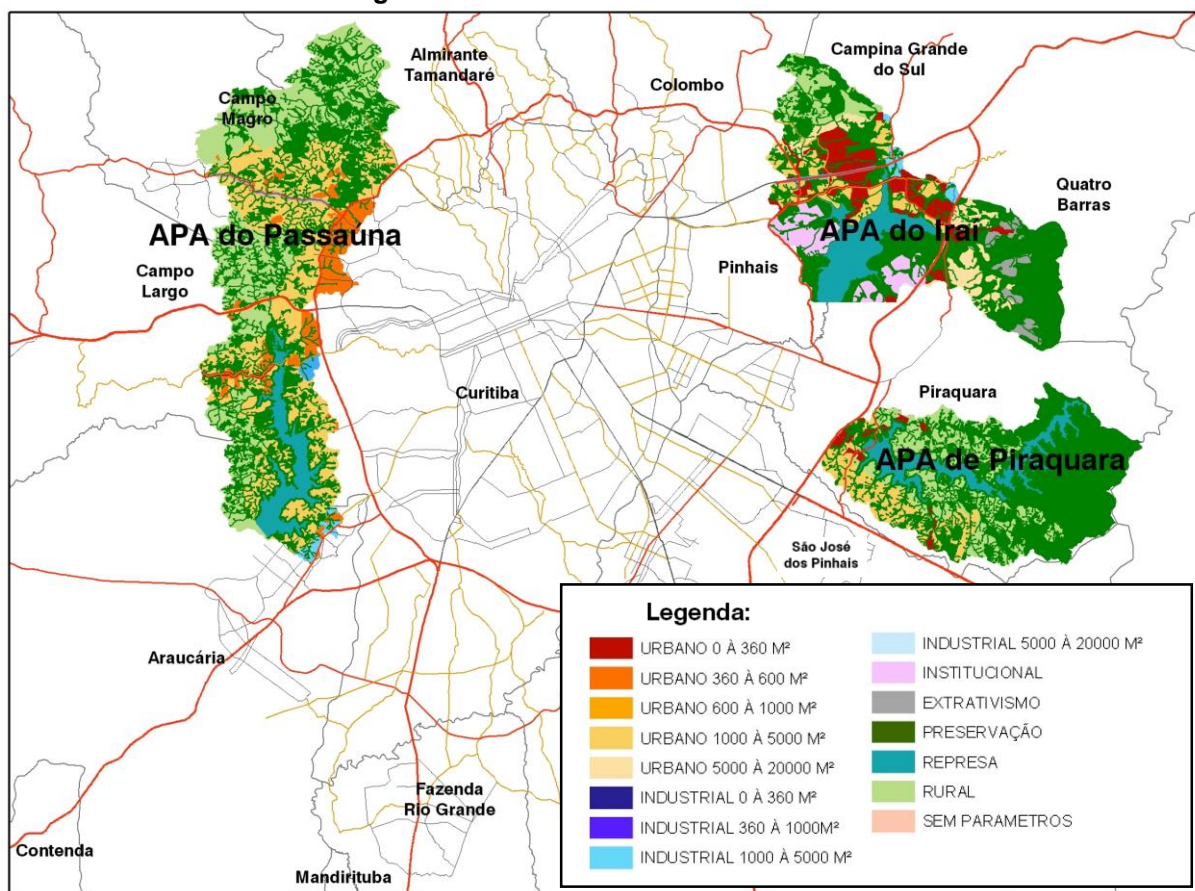


Fonte: COMEC, 2018.

As UTP's são territórios urbanos integrantes das áreas de interesse de proteção de mananciais, delimitados em consequência de sua localização, em regiões que sofrem pressão por ocupação, nas áreas urbanas dos municípios e por sua proximidade com a acessibilidade viária (COMEC, 2019).

As APA's têm seu planejamento fundamentado na capacidade de suporte da bacia hidrográfica e na manutenção da qualidade da água nas represas de abastecimento. Na Figura 3, o mapa apresenta, de forma simplificada, o uso do solo nessas áreas (COMEC, 2019).

Figura 3 - Uso do solo nas APA's e UTP's da RMC



Fonte: Adaptado de COMEC, 2018.

As UTP's regulamentadas por legislação estadual, são a de Pinhais, do Guarituba, do Itaquí, de Quatro Barras e de Campo Magro. Entre as APA's existentes estão a do Irai, do Piraquara, do Pequeno, do Passaúna e do Verde, as quais apresentadas na Figura 2. Dentre estas, somente as APA's do Irai, do Piraquara e do Passaúna, apresentadas na Figura 3, possuem seus planos ambientais aprovados, através de um instrumento denominado Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE).

Para Nagamine *et al* (2014), a Lei 12.248/98 nasceu a partir do debate da necessidade de prover as áreas de mananciais de abastecimento público com instrumentos e diretrizes que fizessem frente aos problemas de uso e ocupação do solo. Deste modo, buscou-se atuar de forma a instrumentalizar as principais áreas de mananciais, que conviviam com o problema da grande pressão por ocupação, intensificada pela condição de ilegalidade da população que ali se instalava em ritmo crescente.

Ainda conforme Nagamine *et al* (2014), os zoneamentos propostos permitiram a permanência de ocupações já consolidadas, contanto que não estejam em áreas frágeis e de preservação permanente, consoante à diretriz de manutenção de baixas densidades sobre área de mananciais. Não obstante, este mecanismo tem propiciado diretrizes para tomada de decisão referente aos problemas de ocupação indiscriminada destas áreas. Os autores concluem que a flexibilização do uso do solo tem viabilizado a regularização fundiária dos assentamentos informais e uma ocupação orientada das cidades.

A fim de preservar a qualidade da água nas áreas de mananciais, surge um desafio que é a busca de densidades compatíveis com a destinada ao abastecimento público nos municípios integrantes das áreas de proteção. Através do disposto na Lei 12.248/1998, foram adotados novos parâmetros de gestão do uso e ocupação do solo dos mananciais da RMC, a partir de necessidades identificadas como: “tratamento diferenciado de áreas de manancial sob pressão por ocupação, compartilhamento do processo de decisão, entre Estado e Municípios, e a necessidade de um efetivo monitoramento e fiscalização do uso e ocupação do solo (COMEC, 1998; COMEC; 2019)”.

A política de uso e ocupação do solo nas áreas de interesse de proteção é discutida e compartilhada entre os municípios que possuem seus territórios situados em áreas de mananciais. A elaboração das políticas públicas voltadas a qualidade ambiental das áreas de mananciais cabe ao Conselho Gestor dos Mananciais da RMC, órgão colegiado, com poderes consultivo, deliberativo e normativo. Nesse sentido, o Conselho Gestor dos Mananciais é considerado como a instância adequada para a discussão e tomada de decisão, com a competência da aprovação da delimitação das áreas de mananciais superficiais e subterrâneos da RMC (COMEC, 2019).

Conforme citado anteriormente, o compartilhamento de responsabilidades e ações entre entes da Federação é realizada através da promoção da governança interfederativa. Em relação a gestão da ocupação de áreas de manancial na RMC, conforme apresentado na Tabela 1, a instrumentalização é realizada através da legislação Municipal, Estadual e Federal, com o objetivo de estabelecer parâmetros e condicionantes e em função do local de implantação e do tipo de uso.

Tabela 1 - Instrumentos legais para gestão do uso solo na RMC

Tipo da Ocupação	Instrumento Legal
Áreas sob pressão de Ocupação Urbana	UTP's - Unidades Territoriais de Planejamento (Estadual)
Bacias Hidrográficas dos Reservatórios de Abastecimento Público	APA's - Áreas de Proteção Ambiental (Estadual)
Áreas Urbanização Consolidada (Perímetros Urbanos Atuais)	Legislações Municipais de Uso e Ocupação do Solo – regidas pelos respectivos Planos Diretores Municipais, com definição Mapa de Zoneamento e Parâmetros de Uso e Ocupação do Solo
Áreas Rurais	Legislação Federal - INCRA (Módulo Mínimo - 20.000 m²)

Fonte: Adaptado de COMEC, 2012.

Não obstante, há uma nova visão e um novo entendimento sobre a gestão das áreas de mananciais, que é compartilhada por diversas instituições públicas e privadas, apesar de muitas vezes os interesses ligados as questões políticas, sociais e econômicas, que refletem na pressão pela ocupação dessas áreas, apresentarem-se conflitantes, o que pode vir a colocar em risco a necessidade de proteção dos mananciais (COMEC, 2019).

O tratamento dado pela Lei 12.248/98 ao reconhecer a possibilidade de regularização fundiária em áreas de ocupação irregular, através da criação de áreas de interesse social de ocupação. Essa nova visão, antecipando-se aos preceitos do Estatuto da Metrópole, incorpora a realidade da população metropolitana e possibilita a inclusão social de milhares de habitantes que eram impedidos de ter o direito à moradia digna e acesso à infraestrutura básica (COMEC, 2019).

2.2.1 A Área de Proteção Ambiental do Passaúna

A APA do Passaúna, foi instituída através do Decreto Estadual nº 458/1991, tendo sua delimitação alterada através da Lei Estadual 13.027/2000. A APA está localizada em parte do território dos municípios de Almirante Tamandaré, Araucária, Campo Largo, Campo Magro e Curitiba, Estado do Paraná e possui uma área de 15.690,00 hectares (COMEC, 1991; COMEC, 2000).

O objetivo de sua implantação foi a proteção e a conservação da qualidade ambiental especialmente em relação a qualidade e quantidade da água para fins de abastecimento público, através do estabelecimento de medidas e instrumentos para gerenciar todos os fenômenos e seus conflitos sucedidos pela diversidade do ordenamento territorial e do uso e ocupação do solo (COMEC, 1991; COMEC, 2000).

O Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) da APA do Passaúna, cujo mapa é apresentado no Anexo A, foi atualizado e alterado através do Decreto Estadual 5063/2001, do Decreto do Município de Curitiba Nº 250/2004 e pelo Decreto Estadual Nº 8536/2017. O ZEE foi criado tendo em vista a necessidade de regulamentar o uso das diversas atividades de modo a assegurar a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental da região de manancial do Rio Passaúna (COMEC, 2001; COMEC, 2017; CURITIBA; 2004)

O ZEE tem por objetivo: compatibilizar o zoneamento da APA com o SIGPROM da RMC; assegurar as condições essenciais à recuperação e conservação do manancial destinado ao abastecimento público; promover a recomposição florestal e a melhoria e recuperação da qualidade ambiental da região de manancial do Rio Passaúna; incentivar e compatibilizar os instrumentos que propiciem o uso e ocupação do solo de forma adequada a conservação do manancial; promover o controle ambiental da área (COMEC, 2001; CURITIBA; 2004)

Para garantir a preservação e recuperação do manancial, os instrumentos previstos no ZEE da APA do Passaúna são a Recomposição Florestal, o Potencial Ambiental e o Controle Ambiental. A Recomposição Florestal se refere à proteção, manejo e busca atenuar o nível crítico da cobertura vegetal através da integração entre os seus fragmentos existente na APA (COMEC, 2001).

O ZEE da APA do Passaúna instituiu o Plano de Recomposição Florestal, o qual recomenda a execução de elementos de ordem técnica com a melhoria das formas dos fragmentos da cobertura vegetal remanescente da APA. O Potencial Ambiental, é um instrumento de valorização de uma área a ser preservada pelo próprio proprietário ou pelo poder público, é o potencial construtivo transferível do imóvel que sofre limitações urbanísticas impostas pelas variáveis ambientais (COMEC, 2001).

A fim de alcançar os objetivos propostos o ZEE da APA do Passaúna vedou a instalação e funcionamento de qualquer atividade considerada poluidora em relação a geração de efluentes líquidos; visto que estas atividades mesmo quando dotadas

de instalações para tratamento deste tipo de resíduo, geram um efluente final que ao ser disposto irá atingir direta ou indiretamente os rios componentes da Bacia do Passaúna (COMEC, 2001).

Contudo, algumas atividades industriais são categoricamente proibidas de serem implantadas na área da APA, entre elas estão: frigoríficos; matadouros; curtumes; indústria de refino de açúcar; indústria de extração e refino de óleos vegetais; indústria de fermento e leveduras, fecularias; lavanderias industriais; indústrias têxteis; tinturarias industriais; indústria de pilhas, baterias e outros acumuladores; indústria de preservantes de madeira; indústria de fabricação de chapas, placas de madeira aglomerada, prensada ou compensada; indústria de papel e celulose; indústria de borracha; indústria de químicas em geral; atividades de destinação de resíduos urbanos e industriais; depósitos de agrotóxicos e de produtos químicos perigosos para o comércio atacadista; e; postos de abastecimento e serviços (COMEC, 2001).

As atividades consideradas de risco à manutenção da qualidade hídrica nominadas como Atividades de Controle Ambiental Intensivo (ACAI), sobre as quais deverá haver um constante monitoramento ambiental e deverão atender às exigências dos órgãos ambientais e compreendem as atividades de risco à manutenção da qualidade hídrica. O Controle Ambiental de todas as atividades existentes que já foram autorizadas pelo município e a serem implantadas através do licenciamento pelo órgão ambiental competente (COMEC, 2001).

Segundo COMEC (2001), o Zoneamento Ecológico-Econômico da APA Estadual do Passaúna denominou e classificou os tipos de ocupação em quatro áreas principais, descritas a seguir, definindo seus parâmetros de uso e ocupação do solo:

- a) Áreas de Urbanização Consolidada: são as áreas de interesse de consolidação da ocupação urbana existente, que devem ser objeto de ações intensivas de saneamento e recuperação das condições ambientais.
- b) Áreas de Ocupação Orientada: são áreas de transição entre as atividades rurais e urbanas, sujeitas à pressão de ocupação, as quais exigem a intervenção do poder público para minimizar os efeitos poluidores sobre os mananciais;
- c) Áreas de Restrição à Ocupação: são áreas de interesse à preservação, que tem por objetivo a promoção da recuperação e a conservação do meio ambiente, assegurando a conservação da biodiversidade e dos ecossistemas;

d) Áreas Rurais: são as áreas destinadas à produção agrossilvopastoril, que compreende os espaços aptos ao manejo florestal, agrícola e pecuário.

Cabe destacar que conforme o Artigo 19 do Decreto Estadual 5063/2001: “É proibido o uso de agrotóxicos e de outros biocidas que por sua natureza possam comprometer a qualidade ambiental do solo, da água e do ar”. Ainda é previsto no referido decreto que o órgão ambiental estadual é órgão de fiscalização e monitoramento que definirá os produtos proibidos e permissíveis. Ainda define que o órgão ambiental estadual, como entidade administradora da APA, e que este deverá comunicar a Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento (SEAB) e a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Paraná (EMATER) sobre o prazo de proibição do uso de agrotóxicos e outros biocidas na APA do Passaúna (COMEC, 2001).

2.2.2 Sistema de Abastecimento de Água Integrado de Curitiba (SAIC) e Região e o Sistema Passaúna

O Plano Diretor do SAIC - Sistema de Abastecimento de Água Integrado de Curitiba, contratado pela SANEPAR (2013), apresenta o macrodiagnóstico do sistema atual e apresentação de um conjunto de propostas para nortear a gestão e desenvolvimento do sistema até o ano de 2040. Não obstante, um dos desafios do SAIC é o fornecimento diária de água tratada para as atuais populações futuras com qualidade e quantidade suficiente.

O SAIC 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. Neste plano estimou-se que até 2040, população de Curitiba e Região Metropolitana deve chegar a 4 milhões e 100 mil habitantes (SANEPAR, 2013).

O primeiro plano diretor de saneamento para a Região Metropolitana de Curitiba foi desenvolvido em 1975, com o título “Plano Diretor de Abastecimento de Água e Controle de Poluição para a Região Metropolitana de Curitiba”, com horizonte

de 30 anos. Em 1980, a população da Região Metropolitana de Curitiba - RMC já superava a que foi prevista nos estudos, levando a Sanepar a contratar o “Plano Geral Integrado de Água - Esgoto da Região Metropolitana de Curitiba” Nesta época a barragem do Piraquara I encontrava-se em pleno funcionamento e as obras do Passaúna sendo iniciadas (SANEPAR, 2013).

Em 1991 foi contratada a reavaliação do Plano de 1980, através da qual ofereceu-se novas proposições quanto aos aproveitamentos hídricos. Nesta oportunidade a barragem do Passaúna já estava concluída, e a reavaliação propôs o aproveitamento total dos mananciais do Alto Iguaçu com sequência de barramentos nos rios Iraí, Piraquara II, Pequeno, Miringuava e Cotia – Despique, permanecendo o Rio da Várzea e Açungui para aproveitamento futuro (SANEPAR, 2013).

No ano 2000, após uma nova reavaliação do Plano Diretor com a inclusão do Aquífero Karst, localizado nos municípios de Colombo, Almirante Tamandaré, Bocaiúva do Sul, Campo Largo, Campo Magro, Itaperuçu e Rio Branco do Sul, cuja utilização não havia sido cogitada em nenhum dos planos anteriores (SANEPAR, 2013).

O Sistema Passaúna possui uma barragem para a regularização de vazão nominal de 2.000 l/s e foi construída no Rio Passaúna. Esse manancial abastece a ETA (Estação de Tratamento de Água) Passaúna. A capacidade de produção de água tratada é da ordem de 1.800 l/s devendo alcançar 2.000 l/s, após as obras de melhorias previstas. A ETA é do tipo convencional completa com processos de floculação, decantação, filtração, fluoretação e desinfecção. A água tratada é encaminhada, por gravidade ou por recalque, aos centros de reservação: Campo Comprido, Ceasa, Central (Araucária), Costeira (Araucária), Campo de Santana, Fazenda Rio Grande, Passaúna/ETA, Pinheirinho, São Braz, Sabiá (Araucária), Santa Felicidade e Tatuquara (SANEPAR, 2013). No Anexo B é apresentada a ilustração da distribuição a partir do Sistema Passaúna.

A partir de informações da SANEPAR (2013), foram obtidos os valores apresentados na Tabela 2, os quais se referem dados dos centros de reservação que estão integrados ao Sistema Passaúna, desconsiderando as unidades que embora estejam ligadas a Sistema, não possuem prioridade de abastecimento através da ETA Passaúna. A partir do Somatório desses centros de obteve-se os valores Total e Médios apresentados.

Tabela 2 – Dados dos Centro de reservação que estão integrados ao Sistema Passaúna.

Centro de Reservação (CR) / Booster	Economias residenciais	VM - Volume micromedido	VP - Volume produzido	Demanda máxima dia	Consumo por economia	Demanda por economia
Unidade	Média 2010	(m ³ /mês)	(m ³ /mês)	(l/s)	(l/econ/dia)	(l/econ/dia)
Campo Comprido	41.772	6.583.577	11.079.016	422	432	727
Ceasa	12.745	3.091.122	4.907.967	187	664	1.055
Central (Araucária)	5.347	931.392	1.639.534	62	477	840
Costeira (Araucária)	8.229	2.447.939	1.863.702	71	815	620
Campo de Santana	9.407	1.109.213	1.354.230	52	323	394
Fazenda Rio Grande	11.280	1.765.250	2.798.095	106	429	680
Passaúna/ETA	44.742	8.413.092	14.963.190	569	515	916
Pinheirinho	21.780	3.435.987	5.453.048	207	432	686
São Braz	13.384	2.198.523	3.677.935	140	450	753
Sabiá (Araucária)	9.870	1.515.708	2.271.695	86	421	631
Santa Felicidade	15.394	2.386.140	4.051.077	154	425	721
Tatuquara	46.105	6.265.392	9.565.599	364	372	568
Total	240.055	-	-	202 Média	480 Média	716 Média

Fonte: Adaptado de SANEPAR, 2013.

Na Tabela 2, pode-se verificar que através do Sistema Passaúna, para o ano de 2010 eram atendidas estimadamente 240.055 economias residenciais. As economias residências, são a média de domicílios residenciais existentes em 2010, abastecidos pela rede de água.

2.3 PADRÕES E CLASSIFICAÇÕES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

Segundo Von Sperling (2018), devido aos diferentes constituintes da água, resultante dos processos químicos e de interação com os ecossistemas aquático e terrestre, que alteram o seu grau de pureza, se faz necessário estudo das variáveis físicas, químicas e biológicas, pois, tais características traduzem os parâmetros de qualidade da água.

Segundo a NBR 9.896/87 (ABNT, 1987), os padrões de qualidade são constituídos por um conjunto de parâmetros e respectivos limites, como por exemplo, concentrações de poluentes, em relação aos quais os resultados dos exames de uma amostra de água são comparados, aprimorando-se a qualidade da água para um determinado fim.

A Política Nacional dos Recursos Hídricos de 1997 em seu Art. 2º, Cap. II, define, dentre seus objetivos que se deve “assegurar a atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos”. A qualidade de água não se refere, necessariamente, a um estado de pureza, mas as características químicas, físicas e biológicas que condicionam as diferentes finalidades de uso. A primeira classificação de águas no Brasil já ocorreu no de 1976, através da portaria GM/Nº 0013, do Ministério do Interior, na qual foram definidas quatro classes para as águas interiores no país, fixando as especificações de uso e teores máximos de impureza (ANA, 2005).

2.3.1 Classes de qualidade das águas segundo o CONAMA

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), através Resolução nº 357/2005, determina a atual classificação para as águas doces, salobras e salinas em esfera Nacional, de acordo com os seus usos preponderantes. Esta resolução, complementada e alterada pela CONAMA 430/2011, dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, assim como estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências (CONAMA, 2005; CONAMA; 2011).

Através dessa resolução as águas doces, salobras e salinas do Território Nacional são classificadas em 13 classes de qualidade, conforme a qualidade requerida para seus principais usos e estabelece limites individuais para cada substância em cada classe. Ainda, estabelece que efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos d’água, depois de tratamento adequado e obedecendo as condições, padrões e exigências definidos nesta resolução (CONAMA, 2005).

No caso das águas doces, as seguintes classificações são definidas: Classe especial, 1, 2, 3 e 4. Em relação aos parâmetros avaliados neste trabalho, os limites de qualidade, de acordo com as classes da Resolução CONAMA 357/2005, são apresentados no Quadro 1.: Turbidez, pH, Oxigênio Dissolvido, Sólidos, DBO5, Fósforo Total (Ambiente Lêntico), Nitrato, Nitrito, Coliformes Fecais e Coliformes totais.

Segundo mencionado na resolução, a *Escherichia coli* poderá ser determinada em substituição aos parâmetros coliformes termotolerantes, de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente (CONAMA, 2005; IAP, 2009).

Quadro 1 - Limites de Qualidade de acordo com as classes da Resolução CONAMA 357/05

Parâmetros de Qualidade da água	Unidade	Padrões de Qualidade das águas			
		Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Físico-Químico					
Turbidez	UNT	≤ 40	≤ 100	≤ 100	
pH	-	6 - 9	6 - 9	6 - 9	6 - 9
Oxigênio Dissolvido	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4	≥ 2
Sólidos	mg/L	≤ 500	≤ 500	≤ 500	-
DBO5	mg/L	≤ 3	≤ 5	≤ 10	-
Fósforo Total	mg/L - P	≤ 0,25	≤ 0,25	≤ 0,25	-
Nitrato	mg/L - N	≤ 10	< 10	≤ 10	-
Nitrito	mg/L - N	≤ 1	< 1	≤ 1	-
Coliformes					
E. coli	NMP/100 mL	≤ 200 a	≤ 1000 a	≤ 4000 a	
Coliformes fecais	NMP/100 mL				

Fonte: Adaptado de CONAMA, 2005; IAP, 2009.

O enquadramento do corpo hídrico é definido pelos usos preponderantes mais restritivos da água, atuais ou pretendidos. De acordo com o Quadro 1, é possível verificar que cada parâmetro apresenta uma concentração limite que pode ser encontrada para que um corpo d'água esteja em conformidade com a classe está enquadrado. Na Tabela 3 são apresentadas as faixas de limites de qualidade para Nitrogênio Amoniacal de acordo com as Classes para Águas Doces da Resolução CONAMA 357/05.

Tabela 3 - Faixas de Limites de Qualidade para Nitrogênio Amoniacal de acordo com as Classes para Águas Doces da Resolução CONAMA 357/05

Limite de Nitrogênio Amoniacal (mg/L N)		Faixa de pH da Amostra
Classe 1	Classe 3	
3,7	13,3	para pH ≤ 7,5
2,0	5,6	7,5 < pH ≤ 8,0
1,0	2,2	8,0 < pH ≤ 8,5
0,5	1,0	pH > 8,5

Fonte: Adaptado de CONAMA, 2005.

Para o Nitrogênio Amoniacal, conforme apresentado na Tabela 3, os limites de qualidade para as Classes, estão vinculados ao valor do pH, os quais são definidos através de faixas desse parâmetro.

2.4 IMPACTOS DA ATIVIDADE ANTRÓPICA NA QUALIDADE DA ÁGUA

Para Rebouças (2006), a carência no planejamento e na gestão de bacias hidrográficas é parte proeminente nesta problemática, associada ao uso indiscriminado da água, desmatamento de áreas de nascentes e poluição de rios e lagos. Diante dos diferentes modos de ocorrência de poluição da água apontados, ainda ressalta que é necessária uma reversão urgente nos padrões de consumo, desperdício e poluição dos corpos d'água, para garantir níveis compatíveis com a sustentabilidade, considerando respostas em longo prazo. Estas ações são indispensáveis, tanto nas áreas rurais, como nos grandes centros, onde a disposição e coleta de resíduos não é realizada de maneira adequada, a ocupação urbana é caótica, há lançamento de efluentes domésticos e esgoto não tratado diretamente nas águas.

O conceito de que a poluição difusa, advinda da agricultura é uma das principais causas da degradação da qualidade da água, tem tido crescente reconhecimento, conforme descreve Rebouças (2006). O Autor ainda relata que apesar das atividades de agricultura e pecuária serem indispensáveis para a geração de alimentos, estas necessitam fundamentalmente de espaço físico e suprimento de água, o que acaba acarretando na realização destas atividades nas proximidades de rios, lagos, devido à necessidade de irrigação. Esta demanda por terras traz como efeito principal, o desmatamento, prejudicando o meio ambiente, uma vez que o solo desnudo fica exposto à lixiviação superficial, carreamento de matéria orgânica, promovendo uma lavagem dos nutrientes, o que conseqüentemente resulta no empobrecimento do solo.

Sob o aspecto dos usos antrópicos, Straskraba e Tundisi (2000) relacionam, conforme apresentado na Tabela 4, algumas atividades que exercem amplo impacto sobre os recursos hídricos.

Tabela 4 - Impactos Causados nos Recursos Hídricos pelas Atividades Antrópicas

Atividade	Impacto
Desflorestamento	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento da carga de particulados, nutrientes e poluentes; • Redução da recarga dos aquíferos; • Alteração do ciclo hidrológico.
Mineração	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento da carga de particulados e nutrientes associados.
Obras de Transporte (ferrovias e rodovias)	<ul style="list-style-type: none"> • Grandes alterações em várzeas, baixadas e cursos de água; • Incremento da erosão; • Incremento do escoamento superficial
Reservatórios	<ul style="list-style-type: none"> • Interrompe a inundação natural de várzeas e baixadas; • Afetam consideravelmente quantidade e qualidade das águas
Esgotos/resíduos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração na qualidade físico-química (OD, DBO, nutrientes, etc); • Alteração da cadeia alimentar de rios, várzeas e baixios alagadiços
Crescimento urbano	<ul style="list-style-type: none"> • Selamento do solo alterando o ciclo hidrológico das bacias; • Produção de esgotos e resíduos sólidos; • Ocupação de fundos de vale; • Aumento da demanda de água (retirada); • Erosão urbana: sedimentos, turbidez, nutrientes, etc.
Agricultura	<ul style="list-style-type: none"> • Lixiviação e erosão são responsáveis por grande parte da carga de nutrientes nos corpos hídricos; • Dejetos; • Poluição de solo, água e sedimentos por agrotóxicos; • Sedimentos, particulados e sólidos em suspensão transportados pela erosão; • Redução da capacidade de retenção de água do solo
Irrigação	<ul style="list-style-type: none"> • Retirada de água; • Aumento da lixiviação de nutrientes; • Aumento da erosão.
Recreação e Turismo	<ul style="list-style-type: none"> • Disposição inadequada do lixo; • Degradação ambiental
Hidrovias e navegação	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração do regime natural dos corpos hídricos, diminuindo ou aumentando a velocidade do fluxo, perturbando o leito do fundo e casando erosão das margens.
Destruição das várzeas	<ul style="list-style-type: none"> • Redução da capacidade hídrica local, aumento da carga de poluentes aos córregos.
Retiradas de água	<ul style="list-style-type: none"> • Aumenta a concentração dos elementos no meio.
Poluição atmosférica	<ul style="list-style-type: none"> • Particulados, compostos orgânicos e nutrientes podem ser transferidos da atmosfera para os reservatórios através das precipitações; • Acidificação.
Indústrias	<ul style="list-style-type: none"> • Efluentes contaminados; Resíduos sólidos.

Fonte: Straskraba e Tundisi, 2000.

Sabe-se que as atividades antrópicas causam interferências nos ecossistemas aquáticos, a exemplo dos impactos citados na Tabela 4. O carregamento de nutrientes como, nitrogênio e fósforo, originários das descargas de esgotos domésticos e industriais e das regiões agrícolas, está entre os principais fatores causadores de poluição dos corpos d'água, que é a eutrofização

Conforme descrito por Andreoli *et al* (2005), o rápido crescimento demográfico observado na RMC ao longo das últimas décadas, derivou em um forte crescimento das regiões periféricas das principais cidades da Grande Curitiba. Em decorrência deste processo, houve um aumento da ocupação de áreas de proteção de mananciais e várzeas. Essas ocupações geram impactos sobre a disponibilidade e qualidade da água, além da necessidade de ampliação dos sistemas de abastecimento de água, coleta de esgotos sanitários e coleta de lixo. Em decorrência desse processo, observa-se a deterioração dos corpos d'água pela ocupação de áreas importantes para recarga de aquíferos, descargas diretas de esgoto, cargas não-pontuais e escoamento superficial.

Também é relatado por Andreoli *et al* (2005), que a dinâmica de crescimento socioeconômico, tem dificultado o planejamento preciso dos vetores de expansão da área urbana, prevalecendo na RMC, em muitos casos, a pressão econômica em detrimento da preservação dos mananciais. As infraestruturas para ampliação dos sistemas de abastecimento de água exigem planejamento de médio e longo prazo, o que em muitos casos, tem interesses contraditórios ao desenvolvimento econômico, que pela sua natureza, na maioria das vezes são de curto prazo. Esta dinâmica leva ao abandono dos investimentos realizados com o crescimento desordenado das cidades sobre seus rios, que se transformam em verdadeiros cadáveres hídricos, que poluem e envergonham as cidades.

Ainda segundo Andreoli *et al* (2005), nos reservatórios estas interferências ocasionam a sua eutrofização, os quais passam a apresentar um crescimento de biomassa, alterando a atividade das comunidades de fitoplânctons, predominantemente ocupadas por cianobactérias, com consequências negativas sobre a eficiência e o custo do tratamento da água. Na região de Curitiba, este é um problema constante no reservatório do Iraí.

Na sequência Andreoli *et al* (2005), avaliam que desconsiderando a implementação de programas efetivos de conservação destas áreas, mantendo-se o cenário atual de expansão da RMC, praticamente todas as obras previstas no sistema Altíssimo e grande parte do sistema Alto Iguaçu estarão afetadas até 2050, em virtude das pressões antrópicas, tende-se para a perda de parte significativa dos mananciais da região.

2.5 ESTUDOS CORRELATOS

Na literatura podem ser encontrados alguns estudos que buscaram analisar a relação entre a qualidade da água e uso e ocupação do solo, entre os quais podem ser citados os estudos realizados por Cornelli *et. al* (2016), Barbosa (2012), Monaghan *et al* (2007) e Huang *et al* (2013). Não obstante, apresenta-se na sequência, de forma sucinta, a descrição e os resultados obtidos nestes estudos. Por conseguinte, nos resultados apresentados no Capítulo 4, verificou-se as relações entre seus resultados e os verificados no presente trabalho.

No estudo de Cornelli *et. al* (2016), avaliou-se a influência do uso e ocupação dos solos sobre a qualidade da água das bacias hidrográficas dos Rios Piaí e Tega, em Caxias do Sul, no Estado do Rio Grande do Sul. Para isso utilizou o Índices de Qualidade da Água (IQA) e o Índice de Toxicidade (IT) em 5 pontos do Rio Piaí e em 12 pontos do Rio Tega no período de setembro de 2012 a julho de 2014.

De forma similar a proposta no presente trabalho, no estudo realizado por Cornelli *et. al* (2016), também foram desenvolvidos mapas de uso e ocupação dos solos, a partir de imagens de satélite, sendo definidas como classes de uso: mata nativa, campo, silvicultura, agricultura, solo exposto, área urbana e lâmina d'água. Após a análise dos índices de qualidade da água, IT e IQA, os autores puderam constatar que a baixa qualidade da água de alguns pontos do Rio Piaí e do Rio Tega é reflexo do uso e ocupação do solo, lançamento de efluentes de fontes pontuais (residências e indústrias) sem estação de tratamento de efluentes ou cujo tratamento não é suficiente para atender os padrões de lançamento previstos pela legislação.

A partir dos resultados obtidos por Cornelli *et. al* (2016), verificou-se que a sub-bacia do Rio Piaí, que possui pouca influência da urbanização e características predominantemente rurais com aproximadamente 70% do uso do solo dividido entre atividade agropastoril, mata nativa e exótica e estepe, é a que possui a melhor qualidade da água, se comparado as duas sub-bacias, tendo em vista que na maioria das campanhas seu IQA foi considerado Boa e o IT baixo.

Enquanto para a sub-bacia do Rio Tega, que possui alta intervenção antrópica e que as coletas foram realizadas na área urbana, Cornelli *et. al* (2016) verificaram valores de IQA ruim e o IT alto, e, conseqüentemente pior qualidade na maioria dos pontos devido a presença de despejo de esgotos domésticos e também de efluentes

industriais. Os autores, puderam ainda inferir que mesmo com os impactos presentes nas duas sub-bacias, é perceptível que ainda existam nestes rios processos capazes de diminuir a carga de poluentes que é lançada. Para tanto, são necessárias a realização de ações para aprimorar a coleta dos resíduos sólidos nas áreas de entorno, melhorar a coleta e a eficiência dos tratamentos de efluentes, buscar a recuperação e preservação das matas ciliares, além disso, a implantação de um programa de educação ambiental.

Barbosa (2012) buscou verificar a qualidade da água e as formas de uso e ocupação e identificar as principais fontes de poluição hídrica na bacia do rio Pirarara, na cidade de Cacoal, no estado de Rondônia. Para isso, realizou coleta de amostras de água, entrevistas em campo, e para constatar esta influência do uso do solo, utilizou-se um Sistema de Informação Geográfica e técnicas de sensoriamento remoto. As amostras de água foram coletadas ao longo do rio, em seis pontos nos anos de 2010 e 2011, sendo realizadas análises físico-químicas e biológicas nas amostras de água coletadas. Foram analisados 14 parâmetros de qualidade de água, com o objetivo de determinar os valores para o Índice de Qualidade da Água (IQA) e da Avaliação Integrada da Qualidade da Água (AIQA), comparando os parâmetros de qualidade de suas águas com os estabelecidos pela Resolução nº. 357/2005 do CONAMA.

Os resultados obtidos por Barbosa (2012), permitiram aferir que a qualidade da água variou de “poluída” a “extremamente poluída”. A autora constatou que as concentrações de cargas orgânicas, nutrientes e coliformes sofreram aumentos gradativos, resultantes do aumento de lançamento de resíduos. No período das chuvas em função da erosão do solo e conseqüente aumento da turbidez e coliformes na água, verificou-se a queda da qualidade nos trechos do médio e baixo curso do rio.

Nesse estudo, Barbosa (2012) ainda inferiu que as áreas ocupadas por vegetação favorecem a qualidade da água. De modo geral, a conclusão foi de que as áreas urbanas, agricultadas e com pastagens, reduziram a qualidade da água contribuindo com o índice de contaminação que comprometem a qualidade da água, e, ainda que na área urbana do município a ocupação irregular e o lançamento de esgoto interferiram negativamente na qualidade da água. Assim, verificou-se que as variáveis estiveram acima dos valores máximos permitidos pela resolução CONAMA 357 de 2005 para os rios de classe 2.

O comportamento da água em uma microbacia hidrográfica do riacho Bog Burn, na Nova Zelândia, foi estudado por um período de 4 anos por Monaghan *et al* (2007). A bacia tem uso do solo predominantemente ocupado por diversas atividades agropecuárias.

Nesse estudo, avaliou-se que a relação das cargas medidas de nutrientes gerados pelo escoamento na bacia com aqueles estimados com base na caracterização de práticas agrícolas no interior da bacia, com base em levantamentos detalhados de práticas agrícolas e qualidade do solo. O Monitoramento mensal de córregos mostrou que as concentrações médias de nutrientes (Nitrogênio e Fósforo), sedimentos e bactérias fecais excederam as diretrizes recomendadas para águas superficiais (MONAGHAN *et al*, 2007).

Monaghan *et al* (2007) identificaram através de medições de campo, pesquisas de manejo agrícola e modelagem de sistemas agrícolas, que algumas práticas de manejo da terra parecem ser as principais fontes de muitos desses poluentes. Estas fontes tem origem nos sistemas de drenagem subsuperficiais, incluindo o fluxo de efluentes irrigados através destes solos, escoamento superficial dos solos utilizados para a produção leiteira na área de captação e as culturas forrageiras de inverno destinadas a alimentação animal.

Os autores sugerem que uma melhoria significativa na qualidade da água de captação, poderia ser alcançada, através da implementação de melhores práticas de manejo nas fazendas leiteiras da área de contribuição da microbacia. Estas incluem sistemas de alimentação de inverno cobertos para controlar a dispersão de Nitrogênio, uso de inibidor de nitrificação nas plataformas de ordenha, irrigação diferida e baixa taxa de aplicação de efluentes de laticínios agrícolas (MONAGHAN *et al*, 2007).

Os resultados obtidos por Monaghan *et al* (2007), demonstraram a relação mútua entre os ecossistemas terrestres e aquáticos, onde se leve em consideração a poluição originária de fontes não pontuais e também as características de uso e cobertura do solo e monitoramento da qualidade da água para possibilitar proprietários rurais e aos gestores municipais, melhorarias e adequações nos sistemas de produção agropecuário e o tratamento de seus efluentes sanitários.

A avaliação da influência da proximidade da urbanização e da agricultura na qualidade da água foi estudada por Tran *et al* (2010). Para isso foram avaliados dados biológicos, químicos e de habitat físico de 29 córregos localizados, do estado de Nova York, nos Estados Unidos, inseridos em diversos tipos de uso do solo. Entre

os objetivos do estudo, buscou-se comparar a influência do uso da terra de campos distantes, abrangendo uma área de drenagem de bacias hidrográficas, em um raio de 200 m de cada lado dos rios, com o intuito de determinar a zona de influência do uso da terra tem o maior impacto na qualidade da água.

Nesse estudo através da análise de componentes principais (ACP), indicou-se que as variáveis e uso da terra e qualidade da água estavam associadas a contaminantes não pontuais, nutrientes e condutância específica. Usando o coeficiente de correlação de postos de Spearman, foram detectadas relações significativas entre os três tipos de uso da terra e a qualidade da água do riacho foram determinadas na zona de influência de 200 m da zona de influência (TRAN *et al* , 2010).

Tran *et al* (2010) verificaram que os valores de Oxigênio Dissolvido, dentro do raio de 200 m, variaram inversamente proporcionais a cobertura pela ocupação urbana. Deste modo, a forte correlação entre a cobertura da terra e a qualidade da água numa extensão de 200 m, pode indicar que a presença de uma zona de proteção de riachos entre córregos e áreas agrícolas e urbanas é um fator significativo na redução da contaminação de cargas não pontuais.

O estudo realizado por Huang *et al* (2013), teve como objetivo analisar a influência de vários tipos de uso do solo na qualidade da água dentro da bacia do lago Chaohu. O lago está situado em Hefei, capital da província de Anhui, um dos cinco maiores lagos de água doce da China, com base nos dados de monitoramento da qualidade da água entre os anos de 2000 a 2008.

A bacia do lago Chaohu apresentava um bom ambiente ecológico, com boa qualidade da água e costumava ser conhecida como a terra do peixe e do arroz. No entanto, as condições hidrológicas e os ecossistemas a jusante deste lago foram alteradas desde o estabelecimento da represa de Chaohu, no rio Yuxi, além disso, com o rápido desenvolvimento da economia local e da atividade social, as áreas úmidas da Bacia do Lago Chaohu foram modificadas ou ocupadas (HUANG *et al*, 2013).

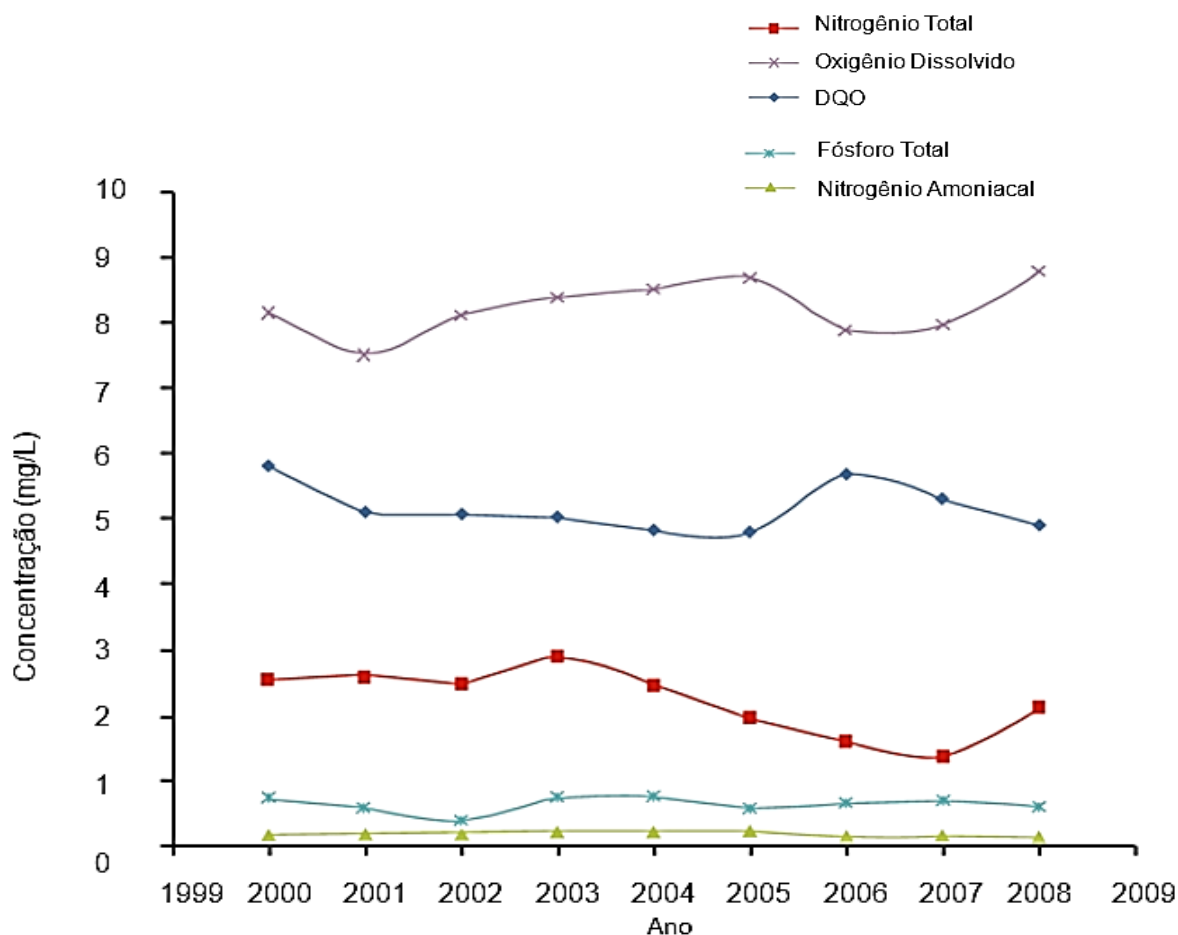
No estudo realizado por Huang *et al* (2013), a Bacia do Lago Chaohu foi dividida em nove sub-bacias hidrográficas, de acordo com os sistemas fluviais locais e os pontos de monitoramento foram instalados. Entre as variáveis de qualidade de água disponíveis a partir desses pontos de monitoramento, foram selecionados dados de Fósforo Total, Nitrogênio Total, OD, Nitrogênio Amonical e DQO, medidos em todos

os meses de 2000 a 2008. A concentração média de DQO entre 2000 e 2008 foi de 5,18 mg / L, com a concentração de Nitrogênio Amoniacal, Fósforo Total, Nitrogênio Total E OD sendo 0,54 mg / L, 0,19 mg / L, 2,23 mg / L, e 8,22 mg / l, respectivamente. O desvio padrão dos indicadores de qualidade da água foi geralmente muito pequeno.

A qualidade da água do lago Chaohu deteriorou-se continuamente devido à grande quantidade de descargas poluentes da indústria, agricultura e atividades antrópicas desde o final dos anos 70. Aliado a isso, o surto de floração da água, despertou grande preocupação do governo fazendo com que o lago atingisse o estado eutrófico, com alta concentração de sais nutrientes e rápido crescimento de algas (HUANG *et al*, 2013).

No Gráfico 1 são apresentadas as variações das concentrações de alguns indicadores de qualidade da água entre os anos de 2000 a 2008.

Gráfico 1 - Qualidade da água de 2000 a 2008 na Bacia do Lago Chaohu



Fonte: Adaptado de Huang et al, 2013.

Observa-se no Gráfico 1 que a tendência de mudança de Nitrogênio Amoniacal e Fósforo Total foi pequena. E a tendência de mudança do OD foi para cima, conforme Gráfico 1. O restante mudou muito nesse período; no entanto, o valor inicial estava próximo do valor final (HUANG *et al*, 2013).

Em geral, na Bacia do Lago Chaohu a qualidade da água melhorou de 2000 a 2008, devido a modificação no uso do solo com o aumento das áreas arborizadas. O estudo de Huang *et al* (2013), verificou que o aumento da área florestal e da área de pastagem contribuíram para a redução das concentrações de Fósforo Total, Nitrogênio Total e substâncias que consomem oxigênio, desta forma aumentando a concentração de Oxigênio Dissolvido, e, conseqüentemente, melhorando a qualidade da água.

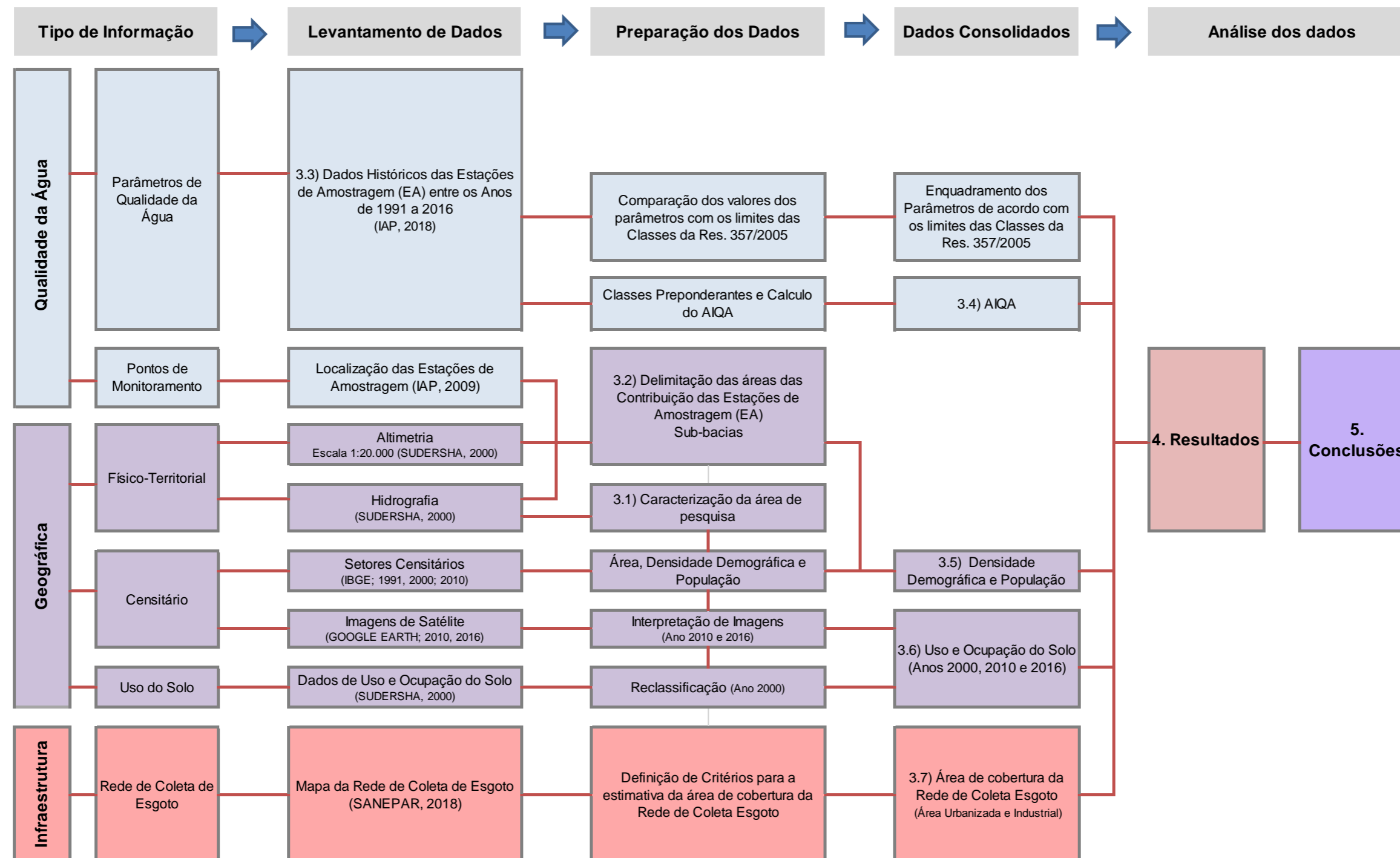
De modo geral, Huang *et al* (2013) verificaram que o aumento da área urbanizada, contribuiu para influenciar a qualidade da água, ao passo que, o aumento da área urbanizada aumentou as concentrações de Fósforo Total, Nitrogênio Total, Nitrogênio Amoniacal e DQO e diminuiu a concentração de OD. Por conseguinte, os resultados indicaram que o aumento da área construída tende a degradar a qualidade da água. A densidade populacional e as atividades econômicas densas concentram-se na área construída, o que leva a uma poluição muito séria. Além disso, há muita superfície impermeável na área construída, o que contribuirá para o aumento do escoamento superficial e poderá aumentar a concentração de sais nutrientes no rio e conseqüentemente degradar a qualidade da água dentro da bacia.

De acordo com os resultados mencionados anteriormente e as condições da qualidade da água local na Bacia do Lago Chaohu, os autores concluíram que é necessário aumentar a área de floresta, pastagem e área de água no planejamento do uso da terra local. Uma vez que a área florestal está mais relacionada com a qualidade da água local, é especialmente importante aumentar a área de floresta. Além disso, a taxa de crescimento das áreas urbanizadas deve ser reduzida, sob a condição de garantir a área mínima de terra. Além disso, é necessário aumentar a diversidade da paisagem, pois quanto maior a diversidade da paisagem, mais uniformemente os fragmentos de cada tipo são distribuídos e mais a poluição da água será aliviada (HUANG *et al*, 2013).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para o atingimento dos objetivos propostos neste trabalho, foram adotados os procedimentos que serão descritos neste capítulo. Na Figura 4 é apresentado o diagrama com a sequência das operações e os processos, utilizados em cada etapa, para o levantamento, preparação e obtenção dos dados consolidados, os quais serão apresentados e analisados no próximo capítulo.

Figura 4 - Diagrama da estrutura de organização das etapas da Metodologia

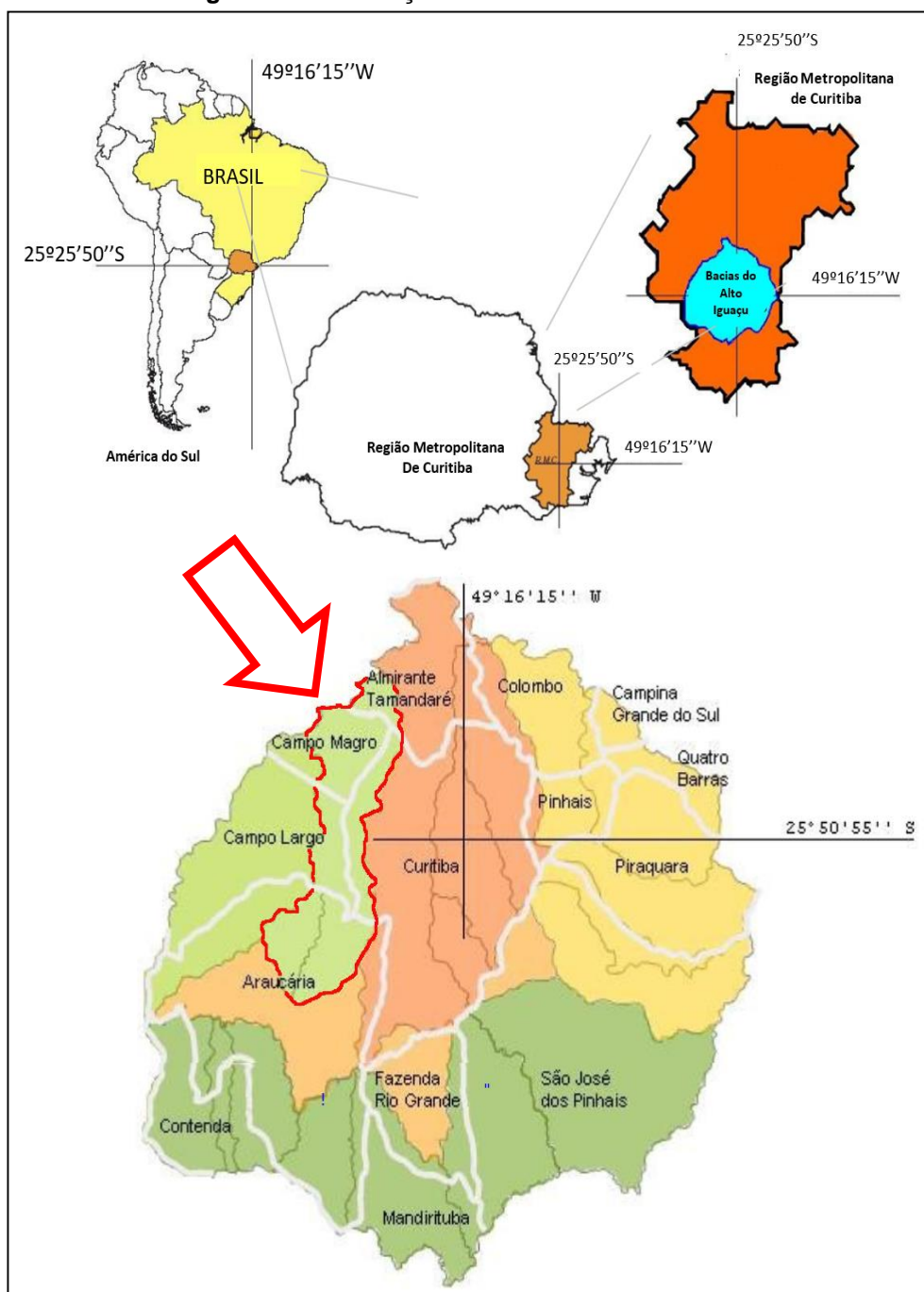


Fonte: Autoria própria.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE PESQUISA

A área de pesquisa do trabalho é a Bacia Hidrográfica do Rio Passaúna, cujo mapa de situação é apresentado na Figura 5.

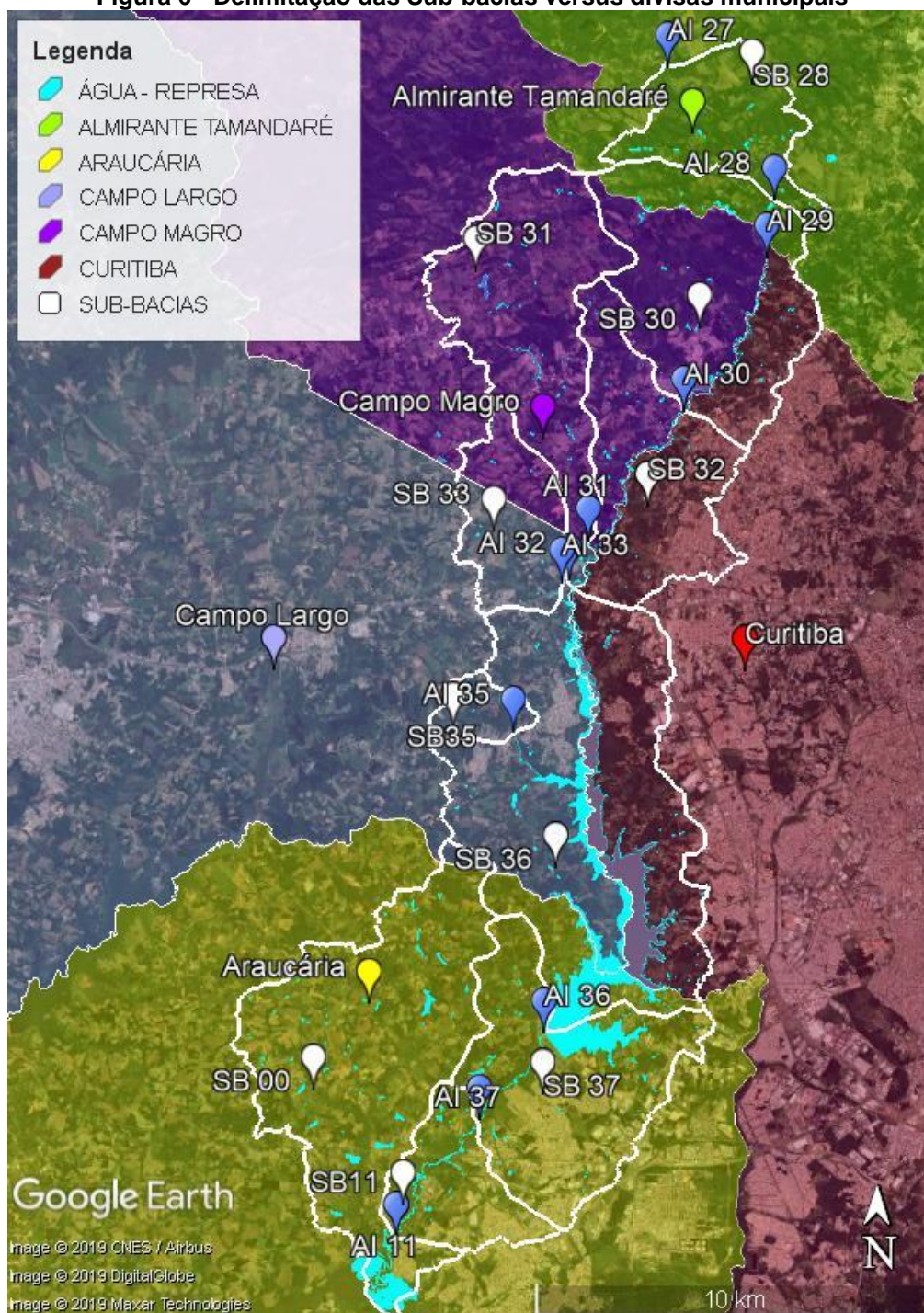
Figura 5 - Localização da APA do Rio Passaúna



Fonte: adaptado de IAP, 2005.

Esta bacia é caracterizada como uma sub-bacia do Alto do Rio Iguaçu, conforme demonstrado na Figura 5. O rio Passaúna é afluente pela margem direita do Rio Iguaçu. Conforme pode ser observado na Figura 6, localizam-se, nesta bacia, partes dos territórios dos municípios dos seguintes municípios da Região Metropolitana de Curitiba: Almirante Tamandaré, Campo Magro, Campo Largo, Curitiba e Araucária.

Figura 6 - Delimitação das Sub-bacias versus divisas municipais



Fonte: Autoria própria com base em Google Earth, 2019.

O Reservatório do Passaúna foi formado em 1989 e responsável pelo abastecimento de cerca de 22% da população da Região Metropolitana de Curitiba produzindo 2.000 litros de água por segundo (XAVIER, 2005).

A bacia do rio Passaúna constitui atualmente um dos mananciais de água para abastecimento público da RMC. A água é captada pela Sanepar no reservatório formado pela represa do Passaúna.

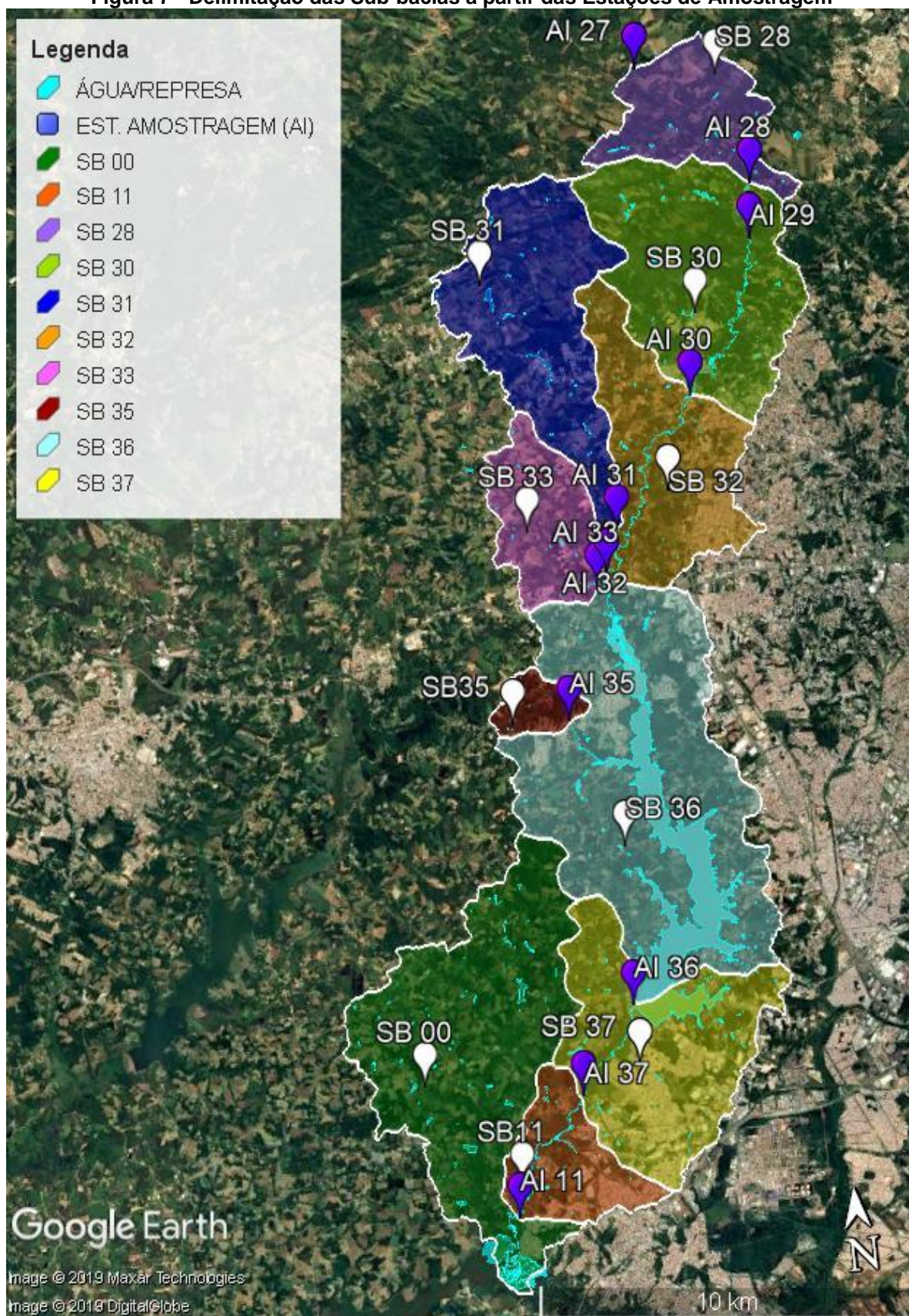
Visando assegurar as condições ambientais adequadas à preservação deste manancial, a área da bacia hidrográfica a montante da represa foi instituída por Decreto Estadual como a Área de Proteção Ambiental do Passaúna, conforme citado anteriormente no item 2.2.1

A sua bacia hidrográfica abrange uma extensão territorial de cerca de 217 km². Segundo IAP (2005), ela é formada por um conjunto de rios tributários. Na margem direita encontram-se os rios Juriqui, Cachoeirinha, Cachoeira, Ferraria, Sem Nome e Taquarova. Na margem esquerda, o rio Passaúna aproxima-se muito do divisor de águas e não apresenta afluente significativo.

3.2 DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DAS SUB-BACIAS

Afim de que se pudesse compreender as variações da qualidade da água, em função dos usos do solo, a partir da definição de que as Estações de Amostragem alocadas pelo IAP no interior da Bacia, representam o exutório de suas respectivas áreas de contribuição de escoamento, a área da bacia hidrográfica foi dividida em bacias hidrográficas menores. Na Figura 7 é possível identificar que definidas a partir das Estações de Amostragem do IAP.

Figura 7 - Delimitação das Sub-bacias a partir das Estações de Amostragem



Fonte: Autoria própria com base em Google Earth, 2019.

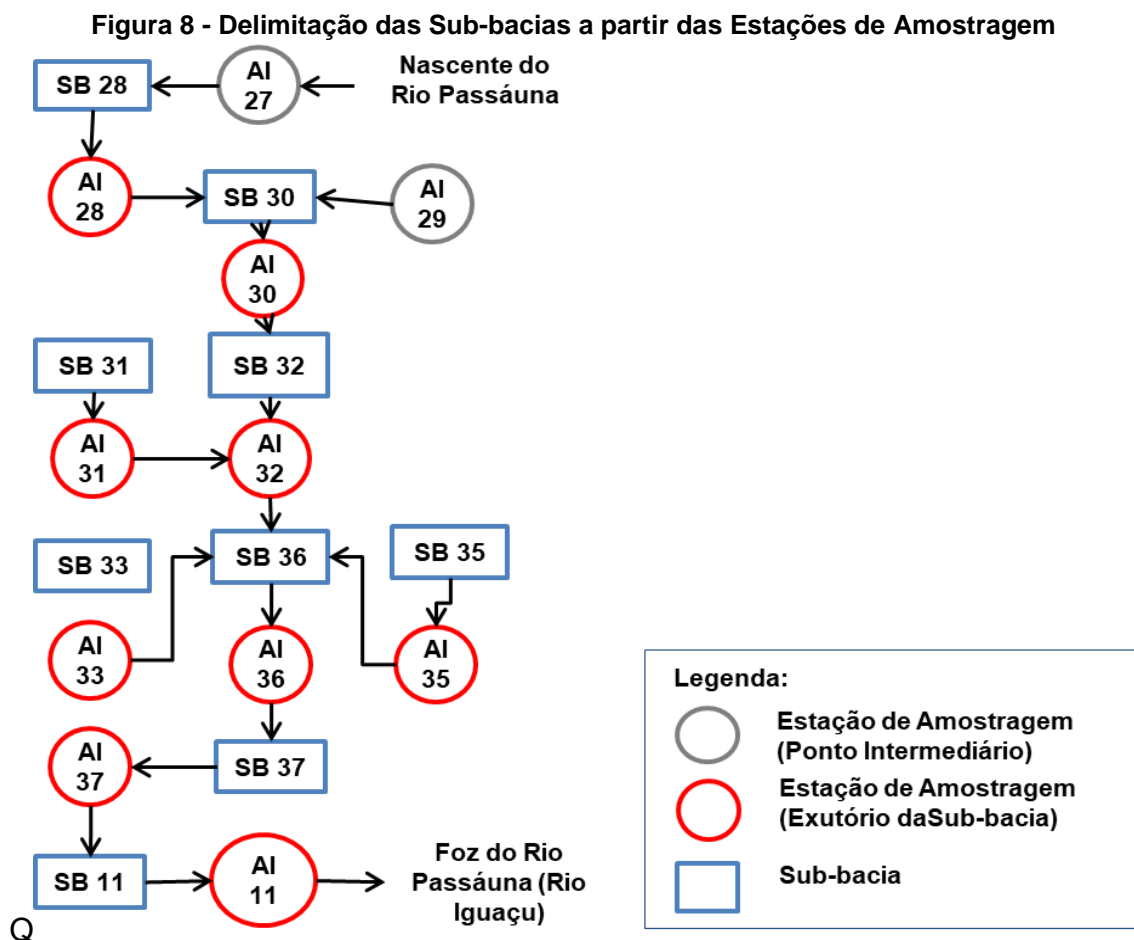
Deste modo, buscou-se estabelecer uma relação entre os resultados das amostras em cada Estação de Amostragem e das características das suas respectivas sub-bacias. A localização das Estações de Amostragem alocadas pelo IAP na Bacia do Passaúna está descrita na Tabela 5.

Tabela 5 - Localização das Estações de Amostragem do IAP na Bacia do Passaúna

Estação	Rio	Localização	Município
AI27	Passaúna	Nascente	Alm. Tamandaré
AI28	Passaúna	Montante Aterro Sanitário	Alm. Tamandaré
AI29	Passaúna	Jusante Aterro Sanitário	Alm. Tamandaré
AI30	Passaúna	Frigorífico Túlio	Curitiba
AI31	Cachoeirinha	Colônia Dom Pedro	Campo Largo
AI32	Passaúna	BR-277	Campo Largo
AI33	Cachoeira	Jusante BR-277	Campo Largo
AI35	Ferraria	Montante Cruz da Ferraria	Campo Largo
AI36	Passaúna	Jusante barragem	Araucária
AI37	Passaúna	Capela Venha	Araucária
AI11	Passaúna	Campina das Pedras	Araucária

Fonte: Adaptado de IAP, 2005.

As Estações de Amostragem do IAP de estão apresentadas na Tabela 5, de montante para Jusante. sendo que a AI 27 está localizada nas proximidades da Nascente do Rio Passaúna no município de Almirante Tamandaré, e, a AI 11 está localizada nas proximidades da foz do Rio Passaúna junto ao Rio Iguaçu no Município de Araucária. Na Figura 8 é apresentada a sequência hierárquica de contribuições do escoamento na Bacia Hidrográfica do Rio Passaúna, das sub-bacias delimitadas partir das Estações de Amostragem.



Fonte: Autoria própria.

Conforme ilustrado na Figura 8, as sub-bacias não seguem uma linha sequencial contribuindo diretamente e independentemente ao rio principal, pois algumas sub-bacias contribuem diretamente a sua respectiva estação e outras consideram uma parte desta somadas as sub-bacias que se encontram a montante,

Para definição dos limites das sub-bacias, utilizou-se os softwares ArcView GIS 3.2. (ESRI 1999) e Quantum GIS 3.6.0 (QGIS, 2018), com base na Hidrografia e na Altimetria, da Bacia do Alto Iguaçu da SUDERSHA (2000 a), gerados a partir da restituição aerofotogramétrica nas áreas rurais, apresentados nas Ortofotos/Cartas com escala em escala 1:10.000, e a partir de dados de projetos existentes (PARANACIDADE e IPPUC) nas áreas urbanas, com escala 1:2.000.

Considerando fatores como a capacidade de depuração dos cursos d'água e que parte da carga poluidora fica retida no ambiente no curso da bacia hidrográfica, nas análises das informações, deu-se maior relevância a influência da área de drenagem da sub-bacia imediatamente vinculada a estação de amostragem.

3.3 LEVANTAMENTO HISTÓRICO DE DADOS DE PARÂMETROS E INDICADORES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS AVALIADOS

O monitoramento da qualidade das águas das bacias hidrográficas do alto Iguaçu, cujo um dos objetivos é verificar alterações nas condições ambientais, é realizado pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP) desde 1991, que verifica 26 parâmetros físico-químicos, 2 microbiológicos e 1 toxicológico.

Para realização do trabalho foram disponibilizados pelo IAP (2018), em arquivo digital, os valores dos parâmetros de qualidade das águas das Estações de Amostragem apresentadas na Tabela 5.

Conforme descrito na Tabela 6, os parâmetros avaliados foram: turbidez, temperatura, oxigênio dissolvido, saturação de oxigênio, pH, condutividade, DBO5, DQO, nitrogênio amoniacal, nitritos, nitratos, N-kjedahl, fosfato total, resíduos suspensos, E.coli, Coliformes totais e toxicidade para *Daphnia magna*,

Tabela 6 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água Avaliados

Parâmetro	Unidade
Qualidade Físico-Química	
oxigênio dissolvido	mg/L O ₂
Saturação de O ₂	%
pH	unidades pH
DBO	mg/L O ₂
DQO	mg/L
Fósforo total	mg/L P
Nitrito	mg/L N
Nitrato	mg/L N
Nitrogênio amoniacal	mg/L N
Nitrogênio kjeldhal	mg/L N
Sólidos totais	mg/L
Sólidos suspensos	mg/L
Turbidez	UNT
Qualidade Bacteriológica	
<i>Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i>)	NMP/100 mL
Coliformes fecais	NMP/100 mL
Coliformes totais	NMP/100 mL
Qualidade Ecotoxicológica	
Toxicidade Aguda com <i>Daphnia magna</i>	FDd

Fonte: adaptado de IAP, 2005.

Com o objetivo de avaliar a relação entre a população e os parâmetros de qualidade das águas, avaliaram-se os dados dos anos de censitários de 1991, 2000, 2010 e também para 2016, a fim de obter a comparação com resultados mais recentes. Dentre os dados históricos, foram selecionadas as amostras coletadas entre os meses de setembro a dezembro, no período da primavera, sendo aplicada a média das amostras disponíveis para cada ano nesse período. Os valores médios dos parâmetros e indicadores de qualidade da água das Estações de Amostragem do IAP utilizados, são apresentados no Apêndice C.

Visto que não se têm um grande número de amostras nos anos avaliados, as quais inicialmente tinham recorrência mensal e ao longo dos anos passaram a ter o número de coletas diminuído, escolheu-se prioritariamente as amostras coletadas na Primavera, por ser a estação a qual têm-se a continuidade das amostras para todas as estações de amostragem avaliadas e de forma a representar um comportamento hidrológico sazonal das vazões dos rios.

Nos gráficos que apresentam a variação dos parâmetros ao longo dos anos de 1991 a 2016, nos anos entre os períodos avaliados em que não se tem dados disponíveis para o período da primavera, utilizou-se como critério a escolha das amostras das estações do ano subsequente, ou seja, na ausência de dados do período da primavera utilizou-se os dados do verão, na ausência de dados do período da primavera e do verão utilizou-se os dados do outono. Na maioria dos anos não haviam disponíveis dados de mais de uma amostra para cada estação do ano, sendo aplicado nesses casos o único valor disponível para cada parâmetro.

Os dados fluviométricos e pluviométricos disponíveis nos repositórios *HidroWeb* (ANA, 2019) e Sistema de Informações Hidrológicas (SIH) (AGUASPARANA, 2019) na área da bacia do rio Passaúna, não permitem inferir a vazão em todas as Estações de Amostragem nas datas da coleta amostras. Deste modo, buscou-se diminuir a influência destes parâmetros sobre as análises em função da concentração ou diluição de poluentes na amostra em função do regime de chuvas.

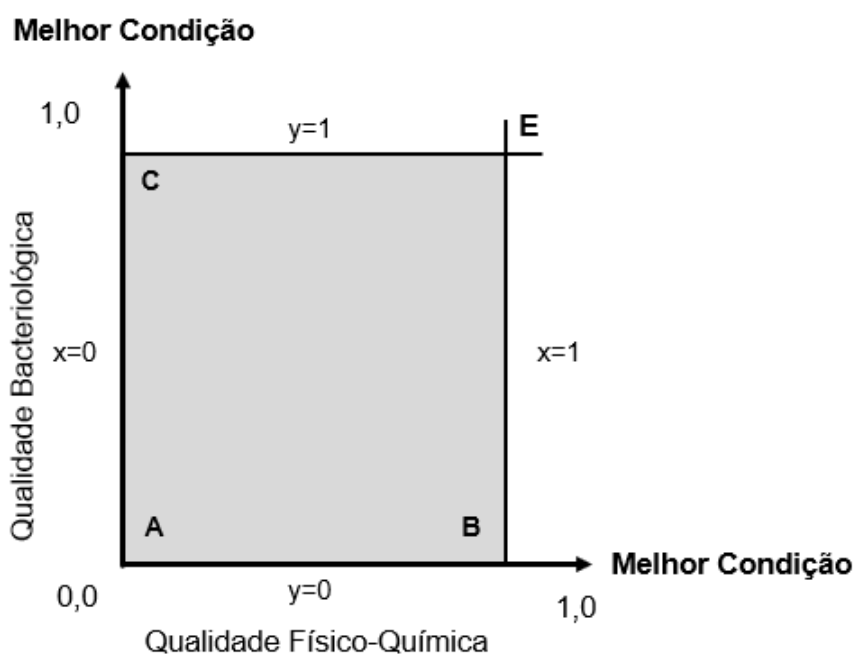
Verificou-se que houve descontinuidade da coleta das amostras para diversas estações de amostragem a partir do ano de 2012. Nesses casos realizou-se a análise dos dados dos anos de 1991, 2000 e 2010, sendo que os gráficos que apresentam a variação das concentrações para os parâmetros avaliados, são utilizados todos os dados disponíveis entre os anos de 1991 a 2012, conforme os critérios descritos no parágrafo anterior

3.4 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS E INDICADORES DE QUALIDADE DA ÁGUA

No presente trabalho foi utilizado a Avaliação Integrada da Qualidade da Água (AIQA) conforme metodologia descrita por IAP (2005), cujo objetivo é fornecer informações sobre a qualidade das águas através da consideração das diversas dimensões de elementos de diferentes naturezas. No cálculo do AIQA avaliaram-se três diferentes classes da qualidade. A avaliação físico-química tem por objetivo a quantificação da carga orgânica presente nos cursos d'água. A avaliação bacteriológica complementa esta análise pela indicação do grau de contaminação das amostras por coliformes. A avaliação ecotoxicológica avalia o efeito nocivo de agentes físicos ou químicos presentes na amostra ao microcrustáceo aquático *Daphnia magna* (bioindicador).

A metodologia utilizada para o cálculo do AIQA está fundamentada na análise multiobjetivo, através do Método da Programação de Compromisso (MPC), que tem como base a percepção geométrica, em que a melhor condição é representada função da proximidade à Ponte E, conforme ilustrado na Figura 9.

Figura 9 - Campo das soluções possíveis do Indicador de Qualidade Integrada



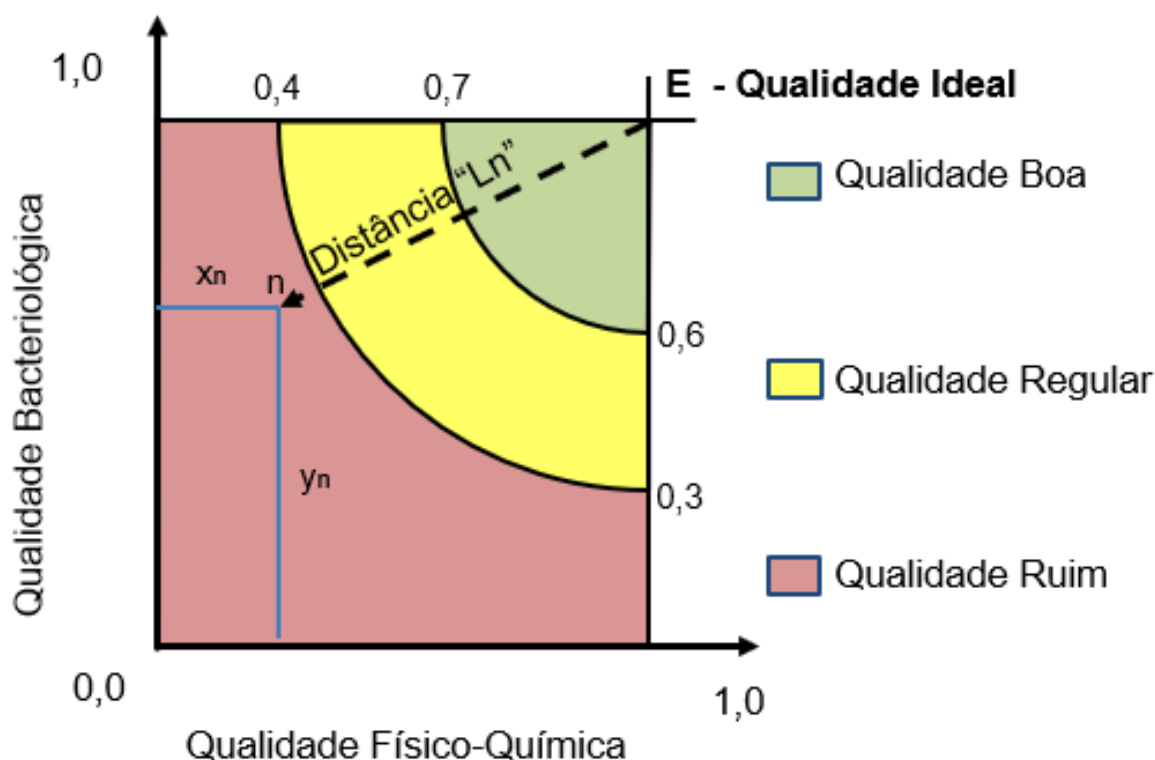
Fonte: Adaptado de IAP, 2005.

Conforme representado na Figura 9, são definidas dimensões de qualidade para diversos indicadores. Assim a medida entre os pontos n e E , é a distância que separa uma dada solução da ideal, ou seja, dos limites máximos estabelecidos na Resolução CONAMA 357/2005, para as diferentes classes de enquadramento.

Considerando o Princípio da Normalização, pode-se demonstrar a estruturação do método através da representação da escala de um indicador entre dois extremos, conferindo o valor 0 (zero) para a pior condição da grandeza avaliada, e o valor 1 (um) para a melhor condição possível. Assim no caso da aplicação de duas grandezas (qualidade físico-química e microbiológica, conforme exemplo da Figura 10, pelo princípio da normalização, pode-se delimitar um espaço cartesiano limitado pelas retas $y=0$, $y=1$, $x=0$ e $x=1$).

Deste modo, baseadas na consideração geométrica da equidistância, são definidas regiões de proximidade ao ponto E .

Figura 10 - Representação de um ponto hipotético em relação ao de Qualidade Ideal



Fonte: Adaptado de IAP, 2005.

No exemplo da Figura 10, foram definidas três regiões, a de “Boa Qualidade”, a de “Qualidade Razoável” e a de “Qualidade Ruim”. Contudo, poderiam ser definidas ilimitadas classes de qualidade das águas de acordo com seus níveis de comprometimento. Entretanto, para simplificar os procedimentos de representação desta qualidade, serão consideradas sete categorias baseadas nas regiões de equidistância com o ponto E. Quanto mais afastado, maior o grau de poluição observado. A escala proposta para o indicador é representada na Tabela 7.

Uma vez que o ponto de qualidade ideal das águas é conhecido, pode-se comparar os resultados de qualidade das águas em dois ou mais pontos amostrais e indicar sua distância ao ponto E. Após o levantamento dos dados, conforme apresentado no item 3.2, foram elaboradas planilhas para cada estação de amostragem.

Tabela 7 - Condição de Qualidade de acordo com faixas numéricas do AIQA

Condição de Qualidade	Classe Equivalente CONAMA 357/2005	Cor indicadora	Distância Ln ao Ponto E (AIQA)
Muito boa	Classe 1	Azul Claro	$0,00 < AIQA \leq 0,20$
Boa	Classe 2	Verde Claro	$0,20 < AIQA \leq 0,40$
Pouco Poluída	Classe 3	Amarelo Claro	$0,40 < AIQA \leq 0,60$
Medianamente Poluída	Classe 3	Amarelo Escuro	$0,60 < AIQA \leq 0,80$
Poluída	Classe 4	Laranja Claro	$0,80 < AIQA \leq 1,00$
Muito Poluída	Fora de Classe	Vermelho Claro	$1,00 < AIQA \leq 1,20$
Extremamente Poluída	Fora de Classe	Roxo	$AIQA \geq 1,20$

Fonte: de Autoria Próprio com base em IAP, 2009.

Na sequência final de operações com a planilha, foram obtidos os valores normalizados referenciais do método AIQA, representado pela distância Ln na Figura 10. Para cada faixa de distância L, existe a equivalência às classes da Resolução CONAMA 357/2005 e as cores indicativas, conforme apresentado na Tabela 7. A distância L é a representação numérica resultante da integração dos valores normalizados, determinando o AIQA final

A linha gradual de faixas de AIQA, que representam a Condição de Qualidade da água, procura estabelecer uma relação com as classes de enquadramento constantes na Resolução CONAMA 357/2005, a fim de permitir uma avaliação

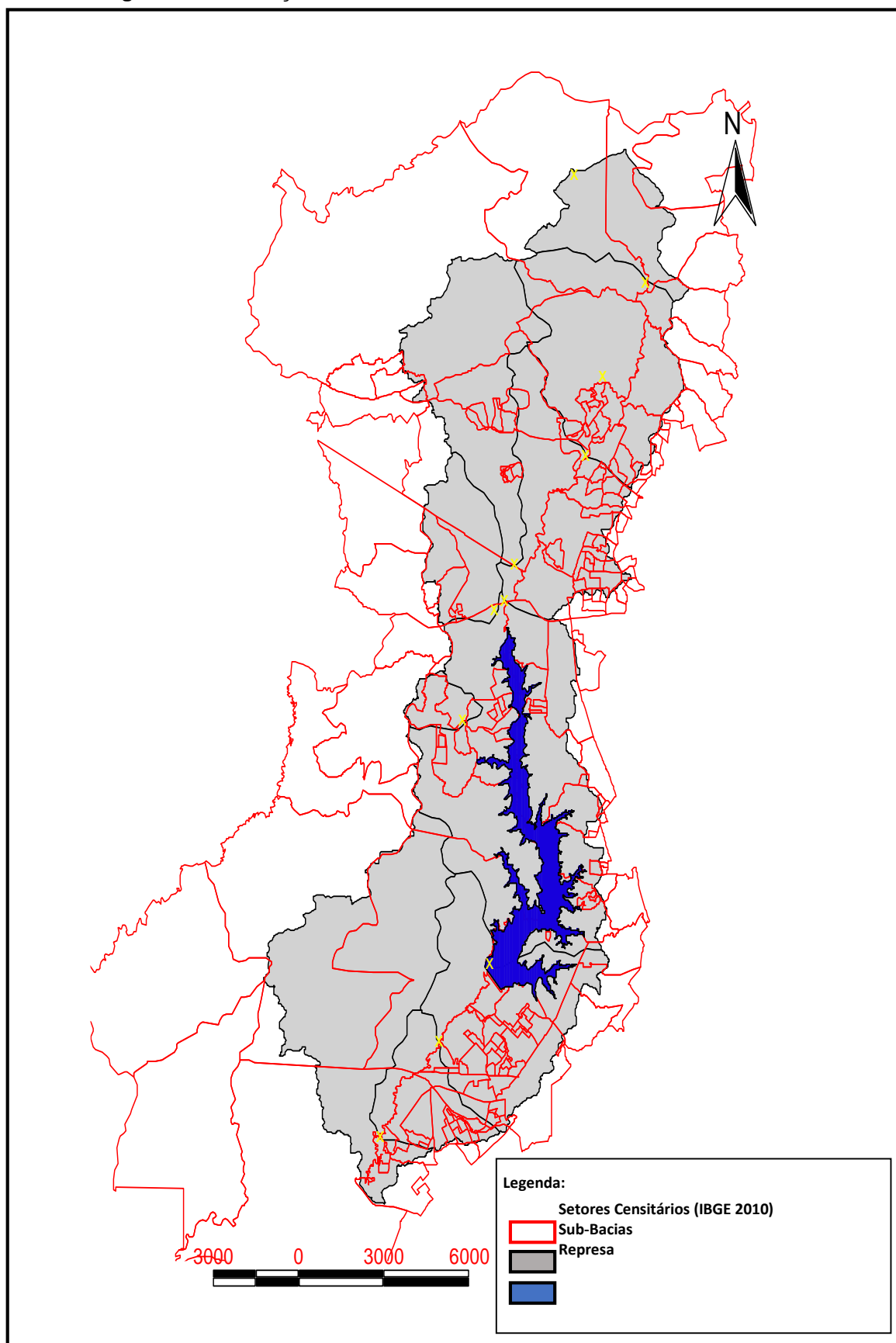
unificada dos parâmetros analisados. Entretanto, notar que esta relação é aproximativa uma vez que os critérios de enquadramento não são lineares para todas as variáveis, além de apresentar variabilidade temporal, o que demandou o uso do conceito de “Classe Preponderante” dentro de cada amostra considerada.

Vale lembrar que a Classe Preponderante utilizada no cálculo do AIQA, não se refere a classe do corpo hídrico, com vista ao objetivo de uso da água e com base no enquadramento da cada parâmetro, para os valores das amostras coletas, segundo os limites da Resolução 357/2005 do Conama para Águas Doces, os quais são agrupados nas Classes Físico-Química, de Coliformes e de Ecotoxicidade. Esse agrupamento utilizou o conceito da estatística descritiva de Percentil, sendo utilizado nos cálculos do AIQA o P₈₀ (80º percentil), o qual indica que há 80% de dados inferiores.

3.5 ESTIMATIVA DA POPULAÇÃO NA ÁREAS DAS SUB-BACIAS

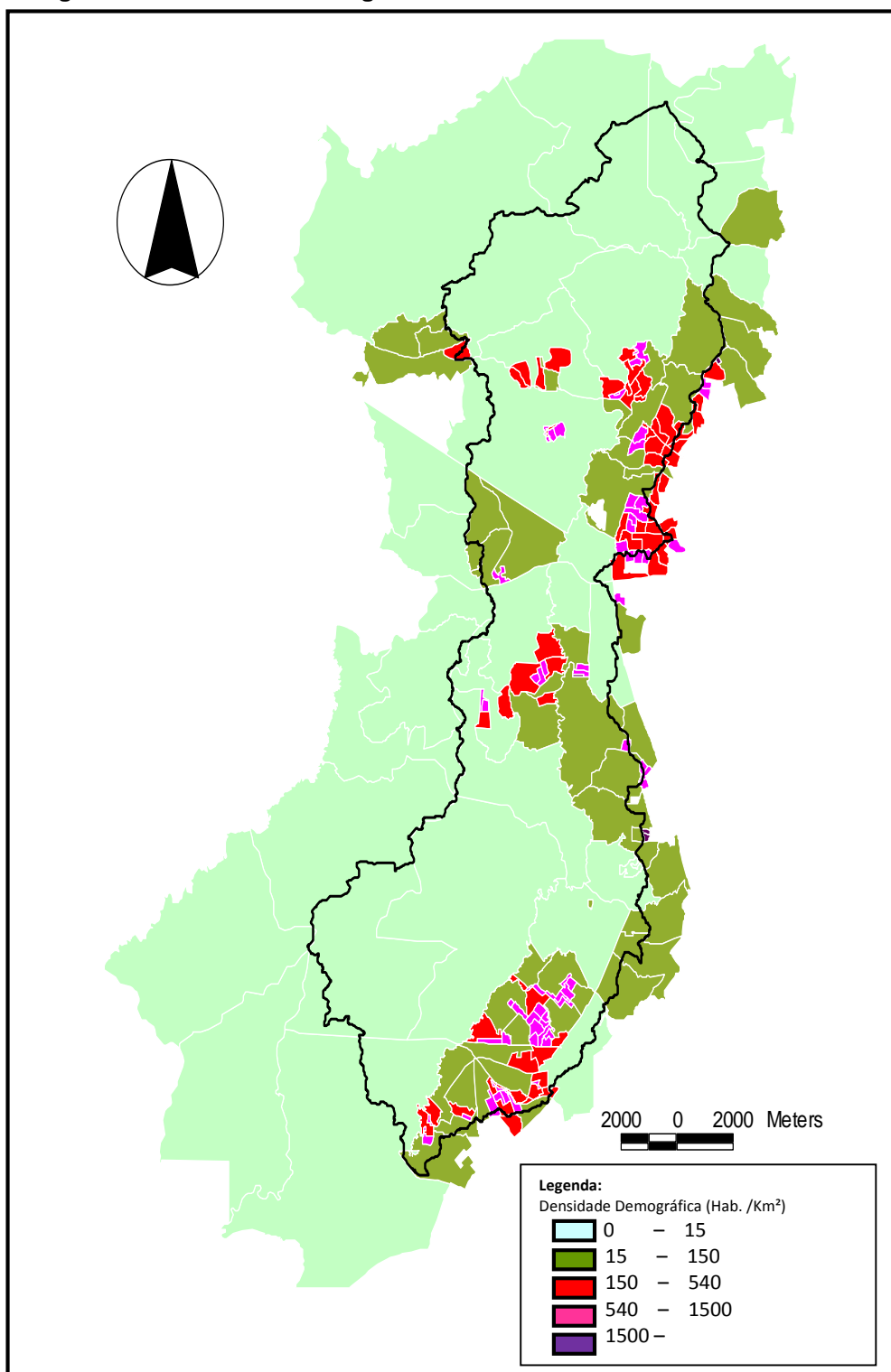
A estimativa da população de cada uma das sub-bacias descritas no item anterior foi realizada através de informações dos Setores Censitários do IBGE anos de 1991, 2000 e 2010. Dentre as informações disponíveis no CENSO foram utilizadas a população dos polígonos formados pelos Setores Censitários, conforme representado na Figura 11 para ano de 2010, a partir da qual foi calculada a Densidade Demográfica, conforme representado na Figura 12, também para ano de 2010

Figura 11 - Interseção entre a áreas das sub-bacias dos Setores Censitários



Fonte: Autoria própria.

Figura 12 - Densidade Demográfica na APA do Passaúna no Ano de 2010



Fonte: Autoria própria.

Devido a algumas áreas dos polígonos formadas pelo Setores Censitários extrapolarem os limites das sub-bacias, conforme ilustrado na Figura 11, sendo que nestas áreas estão contempladas diversas densidades populacionais, conforme

apresentado na Figura 12, para que fossem estimadas as populações dessas áreas, a partir dos dados de população dos setores censitários do IBGE, calculou-se a população das sub-bacias com base nos somatórios das densidades populacionais de cada Setor Censitário dentro dos limites das sub-bacias, e nas áreas em que os perímetros não são coincidentes utilizou-se o fator de proporcionalidade em função da área de ocupação do setor censitário no interior da sub-bacia.

Os valores da população e da densidade demográfica apresentados nos Resultados nos Quadro 3, 4 e 5, foram obtidos computacionalmente com o auxílio do *Software ArcView 3.2* aplicando-se a interseção entre dados de área das sub-bacias e os dados de população dos setores censitários, totalizando-se para cada ano, a população por sub-bacia.

Considerando que os valores informados pelo IBGE para a população nos municípios para o ano de 2016 são estimativos e, por conseguinte, não se tem a informação da população nos Setores Censitários, para o cálculo da população das sub-bacias neste ano utilizou-se a Método da Projeção Aritmética.

Este método de projeção foi o que melhor representou a tendência de crescimento demonstrada nos anos anteriores. Os cálculos da população no ano de 2016, foram realizadas através das Fórmulas 1 e 2, apresentadas abaixo:

$$k_a = \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1} \quad (1)$$

$$P_t = P_2 + k_a (t_2 - t_1) \quad (2)$$

Onde:

Ka: Taxa de crescimento aritmética

t: Ano projetado

t₂ e t₁: Ano final e inicial conhecido

Pt: Projeção da População

P₂ e P₁: População Final e Inicial Conhecidas

3.6 USO E DE OCUPAÇÃO DO SOLO NAS SUB-BACIAS

Para a determinação dos usos do solo nas Sub-bacias, nos diversos anos, adotaram-se as classes que foram definidas pelo levantamento do uso do solo do ano de 2000 pela SUDERHSA (2000), as quais foram gerados a partir de técnicas de

sensoriamento remoto e interpretação das fotografias aéreas digitais ortorretificadas (ortofotos).

Para a implementação nesse trabalho, as classes de uso do solo da (SUDERHSA, 2000 b) foram agregadas, gerando uma nova classificação apresentada no Quadro 2, na qual a exemplo de vegetação não rasteiras, foram adotadas uma única classe que é Vegetação Arbórea ou Arbustiva.

Quadro 2 - Classificações de Uso e Ocupação do Solo

Grupo	Classes de Uso Bacia do Alto Iguaçu (SUDERHSA, 2000)	Classes de Uso do Solo para os anos de 2010 e 2016
A	Área Urbana Alta	Área urbanizada ou Vila
	Área Urbana Baixa	
	Área Urbana Média	
	Loteamentos	
	Vila (Perímetro Rural)	
B	Campo	Área de Campos ou Pastagens
	Solo Exposto	
	Afloramento Rochoso	
C	Cultura Temporária	Área de Cultivo
	Cultura Permanente	
D	Armazéns/Silos	Área Industrial
	Aterro Sanitário/Industrial	
	Granja	
	Área Industrial	
	Lixão	
	Mineração /Areia	
	Mineração /Outros	
E	Vegetação Arbórea Natural	Vegetação Arbórea (e/ou Arbustiva)
	Vegetação Arbórea Plantada	
	Vegetação Arbustiva Natural	
F	Água	Água e ou Área alagada
	Área Alagada	

Fonte: Autoria própria com base em SUDERHSA, 2000.

Para o ano de 2000, foram utilizadas as informações da Bacia do Alto Iguaçu, procedendo com o recorte para as Bacia Hidrográfica do Passaúna e para as sub-bacias delimitadas para este trabalho, somando as áreas de acordo com a nova classificação estabelecida, a qual é apresentada no Quadro 2. A partir dessa nova classificação, com auxílio de imagens de satélite para os anos de 2010 e 2016 do software Google Earth Pro (GOOGLE, 2019), foram utilizadas para reconhecimento de uso do solo para esses anos.

A análise do uso do solo buscou designar, de forma simplificada, qualquer forma de uso e ocupação do solo, tanto pela cobertura vegetal natural, quanto pelas diversas atividades humanas (uso antrópico) nas áreas urbanizadas, nas atividades agropecuárias e industriais, entre outras.

Foram levantadas para cada sub-bacia, através de conceitos fotointerpretação simplificados, os padrões de uso descritos no Quadro 2: Área urbanizada ou; Campo ou Pastagem; Área de Cultivo; Área Industrial; Vegetação Arbórea ou Arbustiva; e; Área alagada ou Água.

Cabe destacar que as áreas denominadas como “Vilas”, são aglomerações de habitações nas áreas rurais. Para designar a ocorrência de novas áreas de Vilas para os anos de 2010 e 2016, em relação as já observadas pela SUDERSHA no ano de 2000, estabeleceu-se como critério o número de 10 edificações, o qual foi definido a partir de observação visual das imagens de satélite, tendo sido observado um maior número de ocorrência pontuais com crescimento superior a esse número de edificações,

Os polígonos gerados representam o uso e ocupação no solo na Bacia do Rio Passaúna para os anos de 2010 e 2016, foram convertidos em arquivos do tipo *shape* e foram divididos de acordo os limites das sub-bacias delimitadas através do software Arcview Gis 3.2 (ESRI, 2019), sendo exportados para arquivo do Google Earth (GOOGLE, 2019). Os Mapas de uso e ocupação do solo nas sub-bacias para os anos de 2000, 2010 e 2016 são apresentados no capítulo 5 “Resultados”.

Na verificação das somas das áreas dos polígonos das tipologias de uso do solo das sub-bacias, constatou-se diferenças de até 5% (\pm), em relação a área total da sub-bacia. Essas diferenças foram aplicadas nas áreas predominantes em cada sub-bacia, que em maioria dos casos ocorreu nas tipologias de Campo ou Vegetação Arbórea ou Arbustiva.

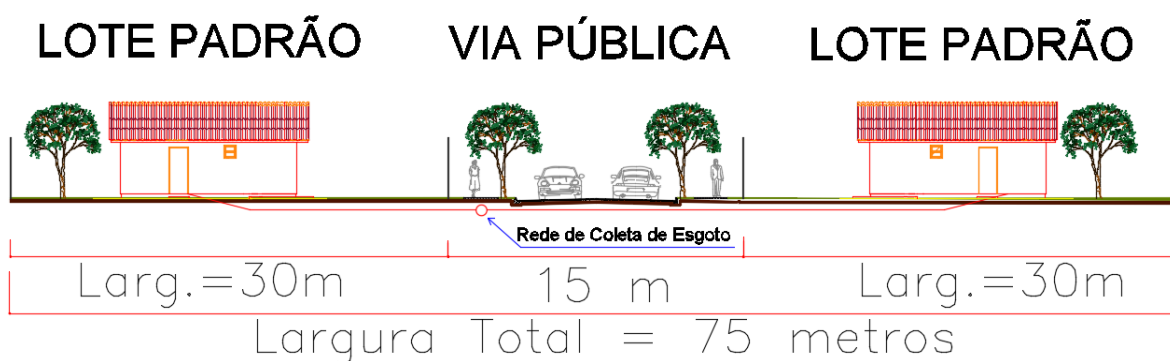
Tais erros foram promovidos em função da melhor resolução para identificar as feições, contudo na ferramenta do Google Earth Pro não é possível fazer o controle entre as bordas das feições e podendo ocorrer pequenas sobreposições. No entanto o fato de permitir ampliar o campo de visão chegando a escalas de 1:2000 e 1:5000 através desta ferramenta permitiram verificar o uso e ocupações do solo com fotos de menor escala 1: 20000.

3.7 ESTIMATIVA DA ÁREA DE ABRANGÊNCIA DA REDE DE COLETA DE ESGOTO

A partir dos dados espaciais de atendimento da Rede de Coleta de Esgoto (RCE) disponibilizados pela SANEPAR (2018) em arquivo *shape*, obtiveram-se as extensões dessa rede implantadas em cada ano na área da Bacia do Passaúna, conforme o mapa apresentado no Apêndice A.

Essa informação permite apenas conhecer os locais em que a RCE se encontrava implantada até o ano de 2016. Nesse sentido, a fim de estimar uma área de abrangência do atendimento dessa rede, para que se pudesse estabelecer um parâmetro para representar a relação entre a extensão das linhas que compõe essa rede e as áreas atendidas em relação as áreas urbanizadas e áreas industriais das sub-bacias, definiu-se como raio de alcance da RCE a largura padrão de 75 metros, conforme representado na Figura 13.

Figura 13 - Faixa de abrangência estimada da Rede de Coleta de Esgoto



Fonte: Autoria própria.

Conforme ilustrado na Figura 13, para a faixa de abrangência da RCE, com largura total de 75 metros, foi considerado que a caixa da via pública tem uma largura de 15 metros e que essa rede pode atender aos lotes dos dois lados da via, para os quais se estimou uma profundidade de 30 metros. Essa medida teve por base o lote padrão de 360m², sendo 12 m de testada por 30 metros de profundidade, para as zonas de predominância residencial de baixa densidade de ocupação, baseado no que a Lei nº 9.800 de 2000, que dispõe sobre o zoneamento, uso e ocupação do solo

no Município de Curitiba, sendo esta medida padrão também utilizada em nas legislações equivalentes para ocupações semelhantes nos demais municípios que integram a área da Bacia do Passaúna.

Na Figura 14, é representada a relação entre essa RCE e a sua respectiva área de abrangência para parte da Sub-bacia SB 32, no bairro São Braz em Curitiba. A área de abrangência foi estimada com auxílio dos softwares ArcView GIS 3.2. (ESRI 1999) e Quantum GIS 3.6.0 (QGIS, 2018).

Figura 14 – Trecho da Sub-bacia SB 32: Área de Abrangência da RCE



Fonte: Autoria própria com base em SANEPAR, 2018; e Google Earth, 2019.

Observa-se no exemplo apresentado na Figura 14, que a presença de vazios entre as áreas de abrangência da Rede de Coleta de Esgoto pode indicar que o critério utilizado não permite inferir se há atendimento da Rede de coleta de Esgoto de edificações situadas em grandes lotes ou em glebas urbanas. Também não é possível concluir se todas as edificações localizadas nestas áreas de abrangência, estão efetivamente ligadas a RCE.

4 RESULTADOS

Para cada uma das estações de amostragem e suas respectivas sub-bacias, nas análises realizadas para obtenção dos resultados apresentados, foram utilizados os dados históricos de qualidade da água das Estações de Amostragem do IAP, o indicador AIQA, entre os anos de 1991 a 2016 e informações da densidade demográfica e do uso e ocupação do solo nos anos censitários de 2000, 2010 e no ano de 2016.

Em função da comparação dos dados dos parâmetros de qualidade da água com os dados demográficos e de uso do solo, foram enfatizados nas análises os dados dos anos censitários de 1991, 2000, 2010 e do ano de 2016, a fim de se obter o dado de comparação com resultados mais recentes. Entretanto, nos resultados são apresentados os Gráficos com a evolução da qualidade da água, elaborados a partir dos dados históricos disponíveis para cada Estação de Amostragem, entre os anos de 1991 a 2016. No Apêndice C, são apresentados os valores médios, dos períodos utilizados nos gráficos, dos parâmetros e indicadores de qualidade da água das Estações de Amostragem do IAP para cada Estação de Amostragem.

Em relação aos parâmetros de qualidade da água, por se tratarem de dados históricos do IAP do período de 1991 a 2016, houve para este período dois diferentes instrumentos normativos que regulamentam os critérios para o enquadramento dos corpos d'água, as Resoluções nº 357 de 2005 e nº 20 de 1986 do CONAMA. Nesse sentido, a fim de se obter a comparação dos resultados nos anos avaliados em relação aos parâmetros que não tiveram atendimento dos limites estabelecidos para a Classe do Corpo d'água, e para que fosse possível ser utilizado um único critério para todo o período estudado, foi utilizada a resolução nº 357 de 2005 do CONAMA.

Devido à ausência do parâmetro Coliforme Total na Resolução nº 357 de 2005 do CONAMA, sendo este o parâmetro utilizado nas amostras entre os anos de 1991 até 2004, excepcionalmente para este período, foram utilizados os limites estabelecidos para coliformes totais do instrumento vigente até 2004, a Resolução nº 20 de 1986 do CONAMA. Nos Quadros 3, 4 e 5 são apresentadas a estimativa da População e da Densidade Demográfica nas sub-bacias nos anos de 1991, 2000, 2010 e 2016, calculados através da Metodologia descrita no item 3.5.

Segundo a Portaria SUDERHSA nº 004 de 21 de março de 1991, os cursos d'água da bacia do Iguaçu estão enquadrados na Classe 2, conseqüentemente o rio Passaúna e seus afluentes pertencem a esta classe. Após a barragem, para as estações de Amostragem AI 37 e AI 11, considera-se a Classe 3, conforme disposto na Resolução nº 4 de 2013 do COALIAR, a qual aprovou a proposição da atualização do enquadramento dos corpos de água, para as Bacias do Alto Iguaçu e Afluentes do Alto Ribeira, em classes, de acordo com os usos preponderantes.

No apêndice B são apresentados os mapas com os seus recortes espaciais, contendo as imagens de satélite para cada sub-bacia para o ano de 2010 e para o ano de 2016, para as sub-bacias com disponibilidade de dados de qualidade da água.

Quadro 3 – Estimativa da densidade demográfica nos anos de 1991 e 2000 nas Sub-bacias

Sub-bacia	Área (km ²)	Ano 1991		Ano 2000		
		População (Habitantes)	Densidade Demográfica (DM) Hab./ Km ²	População (Habitantes)	Densidade Demográfica Hab./ Km ²	Varição da DM em relação ao de 1991 (%)
SB 28	11,67	366	31,37	387	33,17	5,74%
SB 30	27,24	9.366	343,77	11.865	435,50	26,68%
SB 31	23,53	2.867	121,83	4.122	175,17	43,77%
SB 32	20,29	14.586	719,04	18.301	902,18	25,47%
SB 33	10,37	1.355	130,70	1.956	188,67	44,35%
SB 35	3,10	1.711	551,40	2.054	661,93	20,05%
SB 36	48,61	8.113	166,89	13.559	278,91	67,13%
SB 37	25,10	11.344	451,86	19.864	791,24	75,11%
SB 11	9,62	8.436	876,82	8.567	890,44	1,55%
SB 00	37,41	2.504	66,93	3.867	103,36	54,43%
Total	216,95	60.648	279,55	84.542	389,68	39,40%

Fonte: Autoria própria.

Quadro 4 - - Estimativa da Densidade Demográfica para o ano de 2010 nas Sub-bacias

Sub-bacia	Área (km ²)	População (Habitantes)	Densidade Demográfica (DM) Hab./ Km ²	Varição da DM relação ao de 1991 (%)	Varição da DM em relação ao de 2000 (%)
SB 28	11,67	473	40,54	29,23%	22,22%
SB 30	27,24	13.839	507,95	47,76%	16,64%
SB 31	23,53	6.156	261,60	114,72%	49,34%
SB 32	20,29	21.045	1.037,44	44,28%	14,99%
SB 33	10,37	2.742	264,49	102,36%	40,18%
SB 35	3,10	2.527	814,36	47,69%	23,03%
SB 36	48,61	18.566	381,90	128,84%	36,93%
SB 37	25,10	27.508	1.095,72	142,49%	38,48%
SB 11	9,62	12.651	1.314,92	49,96%	47,67%
SB 00	37,41	3.953	105,66	57,87%	2,23%
Total	216,95	109.460	504,54	80,48%	29,47%

Fonte: Autoria própria.

Quadro 5 - Estimativa da Densidade Demográfica para o ano de 2016 nas Sub-bacias

Sub-bacia	Área (km ²)	População (Habitantes)	Densidade Demográfica (DM) Hab./ Km ²²	Varição da DM relação ao ano de 1991 (%)	Varição da DM em relação ao de 2000 (%)	Varição da DM em relação ao de 2010 (%)
SB 28	11,67	525	45,00	43,44%	35,66%	10,99%
SB 30	27,24	15.024	551,45	60,41%	26,62%	8,56%
SB 31	23,53	7.376	313,45	157,27%	78,94%	19,82%
SB 32	20,29	22.691	1.118,59	55,57%	23,99%	7,82%
SB 33	10,37	3.213	309,92	137,12%	64,26%	17,18%
SB 35	3,10	2.810	905,56	64,23%	36,81%	11,20%
SB 36	48,61	21.570	443,70	165,87%	59,08%	16,18%
SB 37	25,10	32.094	1.278,40	182,92%	61,57%	16,67%
SB 11	9,62	15.102	1.569,67	79,02%	76,28%	19,37%
SB 00	37,41	4.004	107,02	59,90%	3,54%	1,29%
Total	216,95	124.409	573,44	105,13%	47,16%	13,66%

Fonte: Autoria própria.

Em meio as informações apresentadas nos Quadros 3, 4 e 5, foram utilizadas as densidades demográficas para cada sub-bacia, nos citados anos, as quais foram comparadas as informações de uso do solo, atendimento da rede de coleta de esgoto e ao AIQA. Nos anos de 2002 e 2011, devido à ausência de dados de coliformes, não foi possível mensurar o valor do indicador da AIQA.

Quanto a análise da Qualidade Bacteriológica, devido as mudanças entre os parâmetros utilizados ao longo dos anos e a descontinuidade de informações, a análise quando as concentrações de *Escherichia coli*, Coliformes Fecais e Coliformes totais, foi tratada de forma pontual para os anos avaliados.

Em relação à Qualidade Ecotoxicológica Aguda para *Daphnia magna*, essa foi tratada de forma pontual, tendo em vista que a variação desse parâmetro foi restrita a poucas amostras e teve predominantemente Fator de Diluição (FDd) igual a 1. Para os anos em que houve ausência de dados, optou-se por manter o comportamento (valor numérico) que já vinha acontecendo. Porém, ressalta-se a que o número de ausências desse dado não é significativo no intervalo entre os anos de 1991 a 2016.

4.1 RESULTADOS PARA A SUB-BACIA SB 28 (SB 28)

Os resultados apresentados referentes a sub-bacia SB 28, foram analisados em função dos dados desta sub-bacia de uso do solo, densidade demográfica, e da área de abrangência da Rede Coleta de Esgoto, bem como dos indicadores e parâmetros de qualidade da água da Estações de Amostragem AI 27 e da AI 28.

4.1.1 Estação de Amostragem AI 27

A Estação de Amostragem AI 27, conforme descrito na Tabela 5, tem localização próxima a Nascente do Rio Passaúna, a sua jusante. Para esta estação têm-se informações dos parâmetros de Qualidade da água entre os anos de 1991 até 2012, sendo descontinuadas as coletas após esse período. Entre os anos avaliados neste trabalho, têm-se os valores dos Parâmetros de Qualidade da Água para os anos Censitários de 1991, 2000 e 2010, que são apresentados no Quadro 6.

Quadro 6 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 27

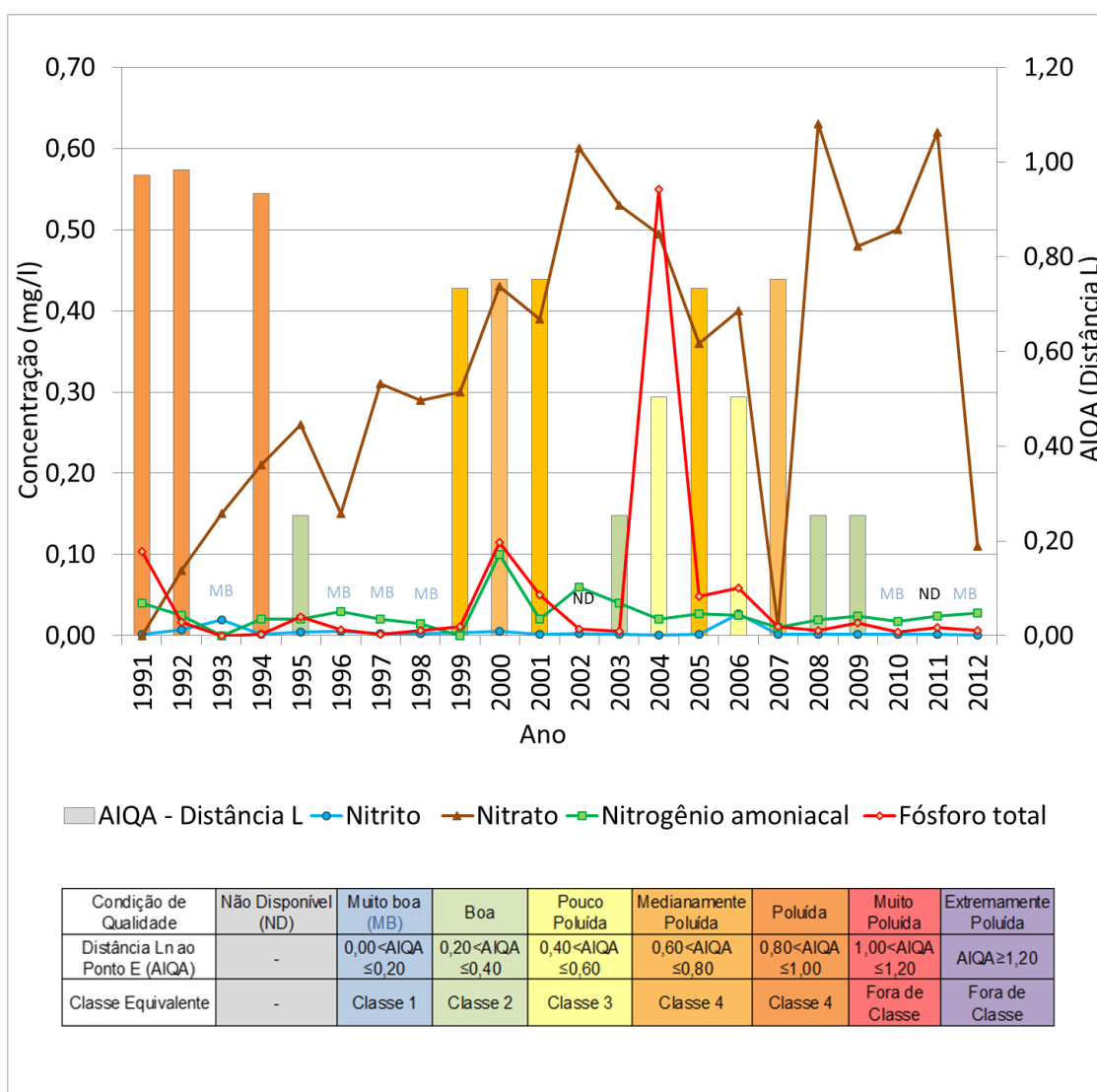
Parâmetro	Unidade	1991	2000	2010
Estação do Ano	-	Inverno	Primavera	Primavera
Número de Amostras	und.	1,00	1,00	1,00
Oxigênio dissolvido	mg/L O ₂	7,80	9,00	7,20
Saturação de O ₂	%	94,00	101,00	85,00
pH	unidades pH	8,60	ND	7,30
Temperatura da água	°C	ND	ND	17,60
Temperatura do ar	°C	22,50	ND	19,00
DBO	mg/L	2,00	1,90	2,00
DQO	mg/L	13,00	7,20	2,30
Fósforo total	mg/L P	0,10	0,12	0,00
Nitrito	mg/L N	0,00	0,01	0,00
Nitrato	mg/L N	ND	0,43	0,50
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	0,04	0,10	0,02
Nitrogênio kjeldhal	mg/L N	0,41	1,25	0,04
Sólidos totais	mg/L	ND	ND	94,00
Sólidos suspensos	mg/L	129,00	132,00	2,80
Turbidez	UNT	8,30	20,00	0,70
<i>E. coli</i>	NMP/100 mL	ND	ND	20
Coliformes fecais	NMP/100 mL	130	ND	ND
Coliformes totais	NMP/100 mL	2.200	23.000	330
Toxicidade aguda <i>D. magna</i>	FDd	6	1	1
Sólidos dissolvidos totais	mg/L Zn	ND	ND	111,20
Classe do Parâmetro		1991	2000	2010
Oxigênio dissolvido		1	1	1
pH		1	ND	1
DBO ₅		1	1	1
Fósforo total (ambiente lótico e trib. interm)		3	3	1
Nitrito		1	1	1
Nitrato		ND	1	1
Nitrogênio amoniacal		1	1	1
Turbidez		1	1	1
<i>E. coli</i>		ND	ND	1
Coliformes fecais		1	ND	ND
Coliformes totais		2	4	1
Classe Preponderante		1991	2000	2010
Classe Físico –Química		1	1	1
Classe Coliformes		2	4	1
(<i>Daphnia magna</i>) Ecotoxicidade		6	1	1
AIQA - Distância L		0,97	0,75	0,00
Condição de Qualidade		Poluída	Medianamente Poluída	Muito boa
Classe Equivalente		Fora de classe	4	1

Fonte: Autoria própria com base em IAP, 2018.

Em relação aos parâmetros avaliados, os resultados apresentados no Quadro 6 para a Estação de Amostragem AI 27 indicaram valores adequados em relação a Classe do Corpo d'água (Classe 2), conforme preconizado na legislação, para Oxigênio Dissolvido, pH, DBO, Nitrito, Nitrato, Nitrogênio amoniacal, Turbidez e Coliformes Totais.

No Gráfico 2 é representada a evolução da qualidade da água entre os anos de 1991 a 2012 para a Estação de Amostragem AI 27, em função do indicador na AIQA e das concentrações para: Nitrito, Nitrato, Nitrogênio amoniacal e Fósforo Total.

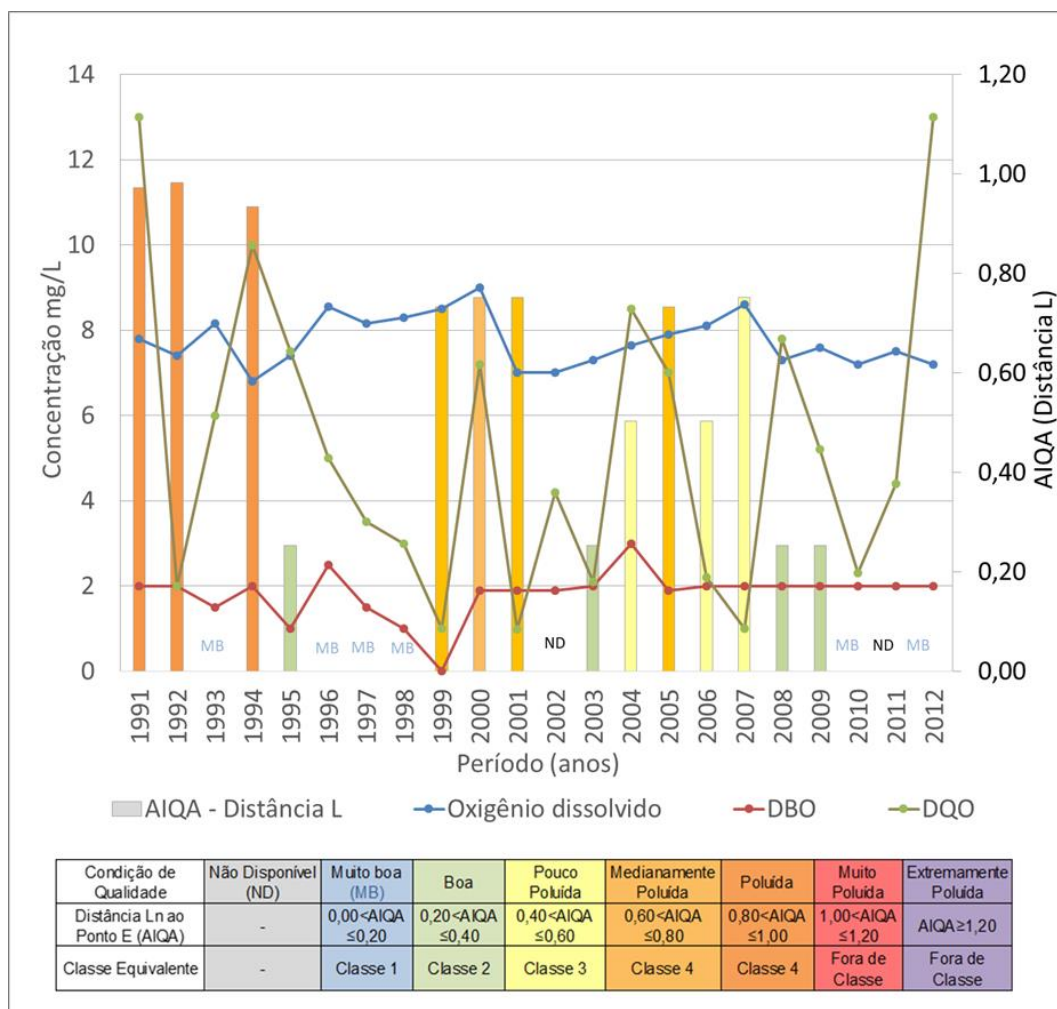
Gráfico 2 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 27



Fonte: Autoria própria.

No Gráfico 3 é representada a evolução da qualidade da água entre os anos de 1991 a 2012 para a Estação de Amostragem AI 27, em função do indicador na AIQA e das concentrações para DBO e DQO.

Gráfico 3 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 27



Fonte: Autoria própria.

Conforme pode ser observado no Quadro 6, o Fósforo total para o ano de 1991 e de 2000 teve concentrações de $0,10 \text{ mg.L}^{-1}$ e $0,12 \text{ mg.L}^{-1}$, ou seja, superior ao limite de $0,25 \text{ mg.L}^{-1}$, exigido para a classe do corpo d'água. Por meio da comparação entre os Gráficos 2 e 3, as alterações das concentrações de Fósforo Total, Nitrato, Nitrogênio Amoniacal e Nitrito, quase sempre foram acompanhadas pelas variações da DQO e do OD, no mesmo período ou nos anos subsequentes.

Em relação ao Análise Integrada da Qualidade da Água (AIQA), conforme apresentado no Quadro 6, esse indicador teve valores que classificaram condição da

qualidade no ano de 1991, como “Poluída”, “Medianamente Poluída” para o ano 2000 e “Muito Boa” para o ano de 2010.

Conforme os resultados representados nos Gráficos 2 e 3, no intervalo entre este o ano de 1991 até o ano de 2000 houve melhoria da qualidade da água. Nos anos de 1993, 1996, 1997, 1998 a condição da qualidade foi classificada como “Muito Boa” e nos anos de 1995 e 2005, como “Boa”. Entretanto, nesse período, a condição da qualidade foi classificada como “Poluída” nos anos de 1991, 1992 e 1994.

Ainda conforme os resultados representados no Gráficos 2 e 3, entre o ano de 2000 até o ano de 2010, também houve melhoria da qualidade. Nos anos de 2003, 2008, 2009, sendo a condição da qualidade classificada como “Boa”.

Após o ano de 2010, no ano de 2012 a condição da qualidade retornou à classificação “Muito Boa”.

Visto que para Estação de Amostragem AI 27, não foi definida uma sub-bacia específica, sendo está um Estação de Amostragem utilizada para comparação com a qualidade da água próximo a área da nascente, a análise dos dados dos parâmetros de qualidade da água deste ponto serão apresentador a seguir, no item 4.1.2, juntamente com os da Estação de Amostragem AI 28.

4.1.2 Estação de Amostragem AI 28 e Sub-bacia 28 (SB 28)

A Estação de Amostragem AI 28, através da qual foi delimitada a Sub-bacia SB 28 como área sua área de contribuição, está localizada a montante do “Aterro Controlado da Lamenha Pequena”, conforme apresentado na Tabela 5. Pode-se concluir que originalmente a localização deste ponto de monitoramento foi escolhida em função da necessidade de se ter um parâmetro de comparação para a estação AI 29 a jusante do aterro, a qual será analisada no item 4.2

Para este ponto de monitoramento obtiveram-se os dados dos parâmetros de Qualidade da água entre 1991 a 2016. Entre os anos avaliados neste trabalho, os valores dos Parâmetros de Qualidade da Água são apresentados no Quadro 7 para os Anos Censitários de 1991, 2000, 2010 e para o ano de 2016.

Quadro 7 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 28.

Parâmetro	Unidade	1991	2000	2010	2016
Estação do Ano	-	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera
Número de Amostras	und.	1,00	1,00	1,00	1,00
Oxigênio dissolvido	mg/L O ₂	6,80	7,30	7,20	7,80
Saturação de O ₂	%	97,00	90,00	85,00	96,00
pH	unidades pH	8,30		7,30	7,90
Temperatura da água	°C			17,60	20,00
Temperatura do ar	°C	22,00	19,00	19,00	20,50
DBO	mg/L	1,00	2,30	2,00	3,00
DQO	mg/L	4,00	4,00	2,30	9,60
Fósforo total	mg/L P	0,03	0,03	0,00	0,06
Nitrito	mg/L N	0,00	0,01	0,00	ND
Nitrato	mg/L N		0,32	0,50	0,67
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	0,04	0,18	0,02	0,04
Nitrogênio kjeldhal	mg/L N	0,28	0,33	0,04	0,95
Sólidos totais	mg/L			94,00	157,00
Sólidos suspensos	mg/L	13,00		2,80	31,00
Turbidez	UNT	2,90	11,00	0,70	25,00
<i>E. coli</i>	NMP/100 mL			20	3.300
Coliformes fecais	NMP/100 mL	500	1.400		
Coliformes totais	NMP/100 mL	3.000	23.000	330	
Toxicidade aguda D. magna	FDd	2,00	1,00	1,00	1,00
Sólidos dissolvidos totais	mg/L Zn			111,20	
Parâmetro		Classe do Parâmetro de acordo da Resolução CONAMA 357/05			
Oxigênio dissolvido		1	1	1	1
pH		1	ND	1	1
DBO ₅		1	1	1	1
Fósforo total		2	2	1	4
Nitrito		1	1	1	ND
Nitrato		ND	1	1	1
Nitrogênio amoniacal		1	1	1	4
Turbidez		1	1	1	1
Coliformes fecais		2	3	ND	ND
Coliformes totais		2	2	1	ND
Classe Preponderante		Classe Preponderante (P80) de acordo com as classes da Resolução CONAMA 357/05			
Classe Físico -Química		1	1	1	4
Classe Coliformes		2	3	1	3
(Daphnia magna) Ecotoxicidade		2	1	1	1
AIQA - Distância L		0,74	0,50	0,00	0,00
Condição de Qualidade		Medianamente Poluída	Pouco Poluída	Muito boa	Muito boa
Classe Equivalente		4	3	1	1

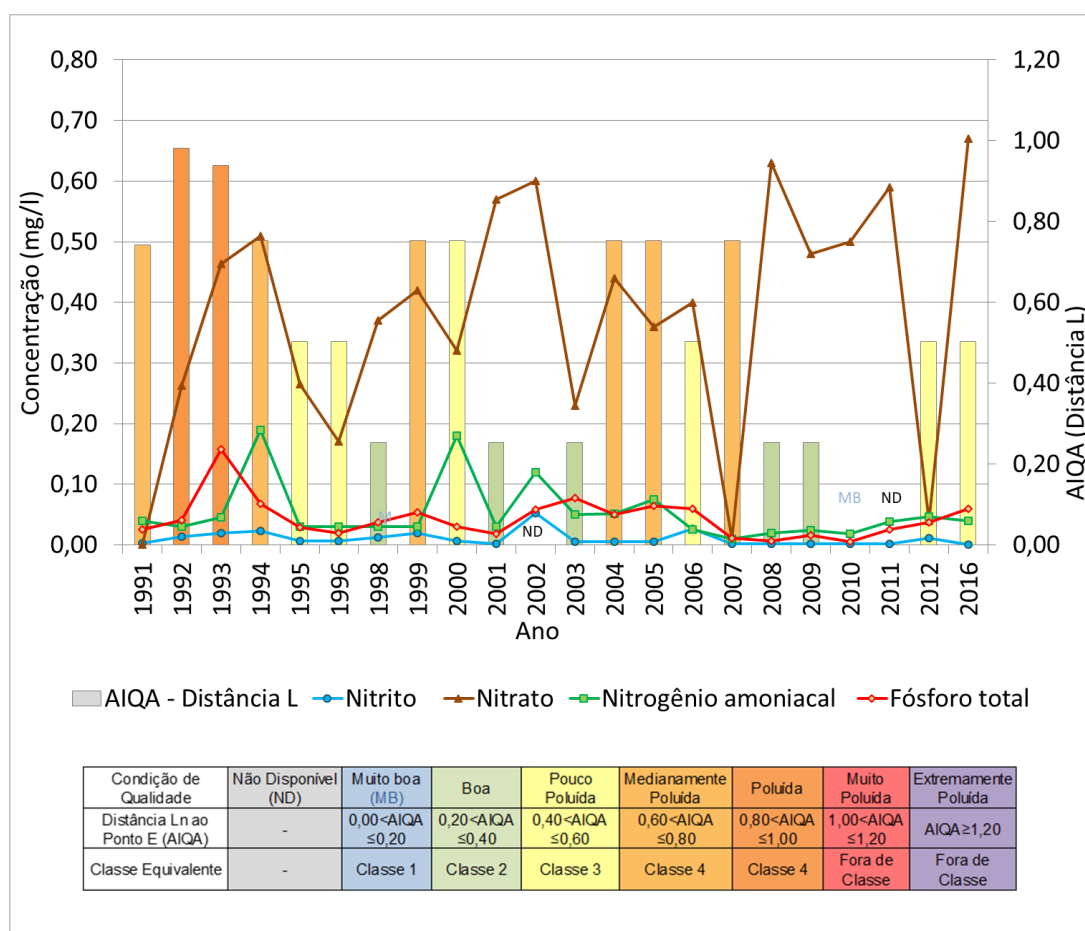
Fonte: Autoria própria com base em IAP, 2018.

A área delimitada pela sub-bacia SB 28, está inserida no município de Almirante Tamandaré, conforme ilustrado na Figura 6.

Em relação aos parâmetros avaliados para a Estação de Amostragem AI 28, os resultados apresentados no Quadro 7 demonstraram valores adequados em relação a Classe do Corpo d'água (Classe 2), conforme indicado na Resolução CONAMA 357/05, para Oxigênio Dissolvido, pH, DBO, Nitrito, Nitrato, Turbidez e Coliformes Totais. Já as concentrações foram superiores aos limites exigidos para pela Resolução, no ano de 2010 para coliformes fecais e no ano de 2016 para o Fósforo total e o Nitrogênio amoniacal.

No Gráfico 4 é representada a evolução da qualidade da água entre os anos de 1991 a 2016 para a Estação de Amostragem AI 28, em função do indicar da AIQA e das as variações nas concentrações para os parâmetros Nitrito, Nitrato e Nitrogênio Amoniacal e Fósforo total.

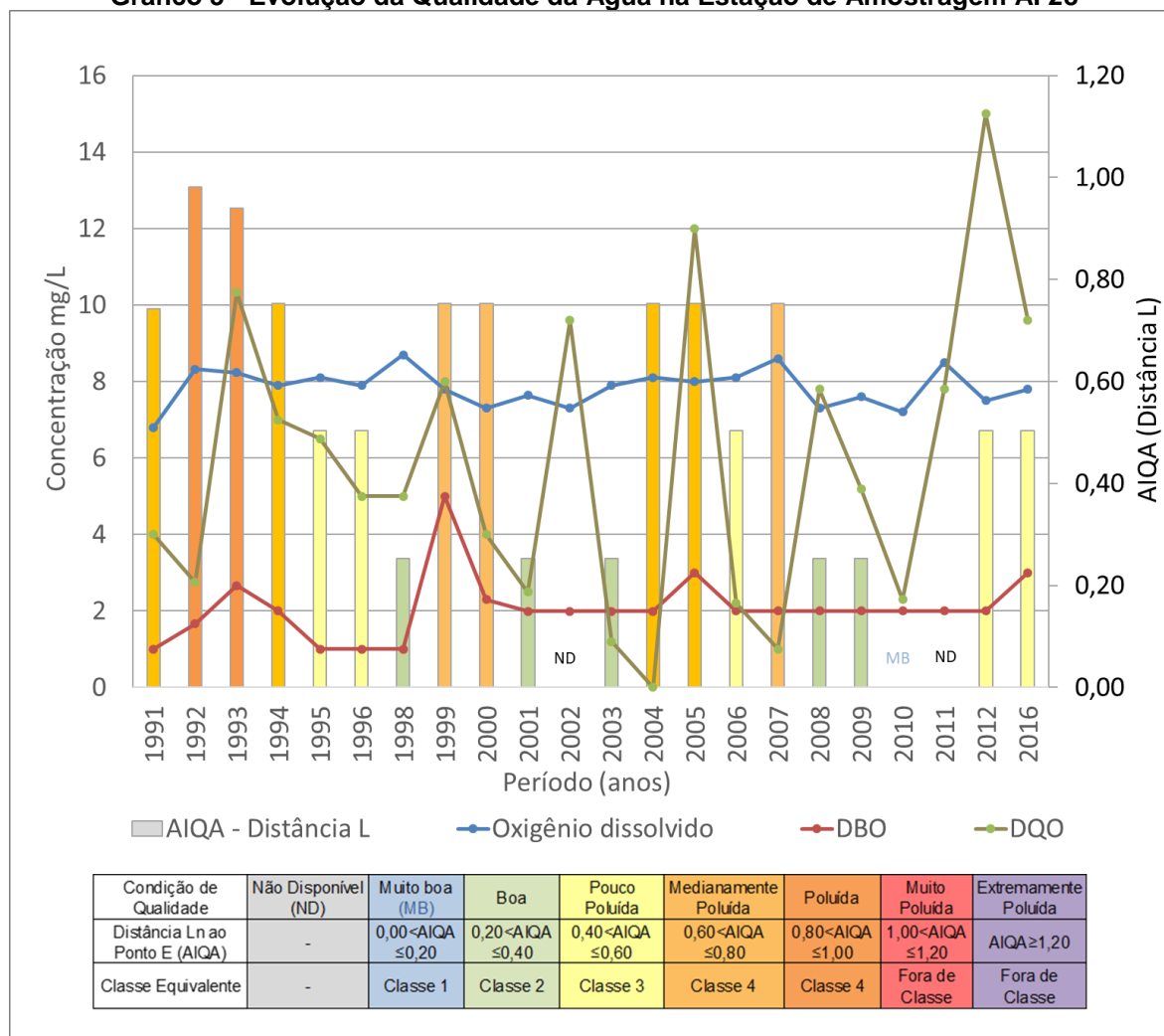
Gráfico 4 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 28



Fonte: Autoria própria.

Nos Gráficos 5 é representada a evolução da qualidade da água, em função do indicar da AIQA e das variações nas concentrações para os parâmetros Oxigênio Dissolvido, DBO e DQO, entre os anos de 1991 a 2016 para a Estação de Amostragem AI 28.

Gráfico 5 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 28



Fonte: Autoria própria.

No Gráfico 5, pode-se observar a DQO, foi o parâmetro que teve as maiores variações nos valores observados entre anos de 1991 a 2016. Em alguns períodos, a exemplo dos anos 1993, 1999 e 2005, o comportamento verificado pela DBO seguiu o verificado para a DQO. As alterações desses parâmetros nesses anos ocorreram frequentemente associadas ao aumento das concentrações de Coliformes fecais ou *E.coli*.

Através da comparação entre o Gráficos 4 e o Gráfico 5, pode ser observado que as variações observadas para a DBO e DQO, quase sempre estiveram acompanhadas pelas as alterações das concentrações de Fósforo Total, Nitrato, Nitrogênio Amoniacal e Nitrito, no mesmo período ou nos anos subsequentes. Esse comportamento foi verificado em diversas sub-bacias.

Em relação ao Análise Integrada da Qualidade da Água (AIQA), conforme apresentado no Quadro 7, esse indicador teve valores que classificaram a condição da qualidade como “Medianamente Poluída” no ano de 1991, como “Pouco Poluída” para o ano 2000 e “Muito Boa” para os anos de 2010 e de 2016.

No Quadro 8 são apresentadas as variações do uso do solo da abrangência da Rede de Coleta de Esgoto (RCE) e da densidade demográfica na Sub-bacia SB 28, para os anos censitários de 2000, 2010 e para o ano de 2016.

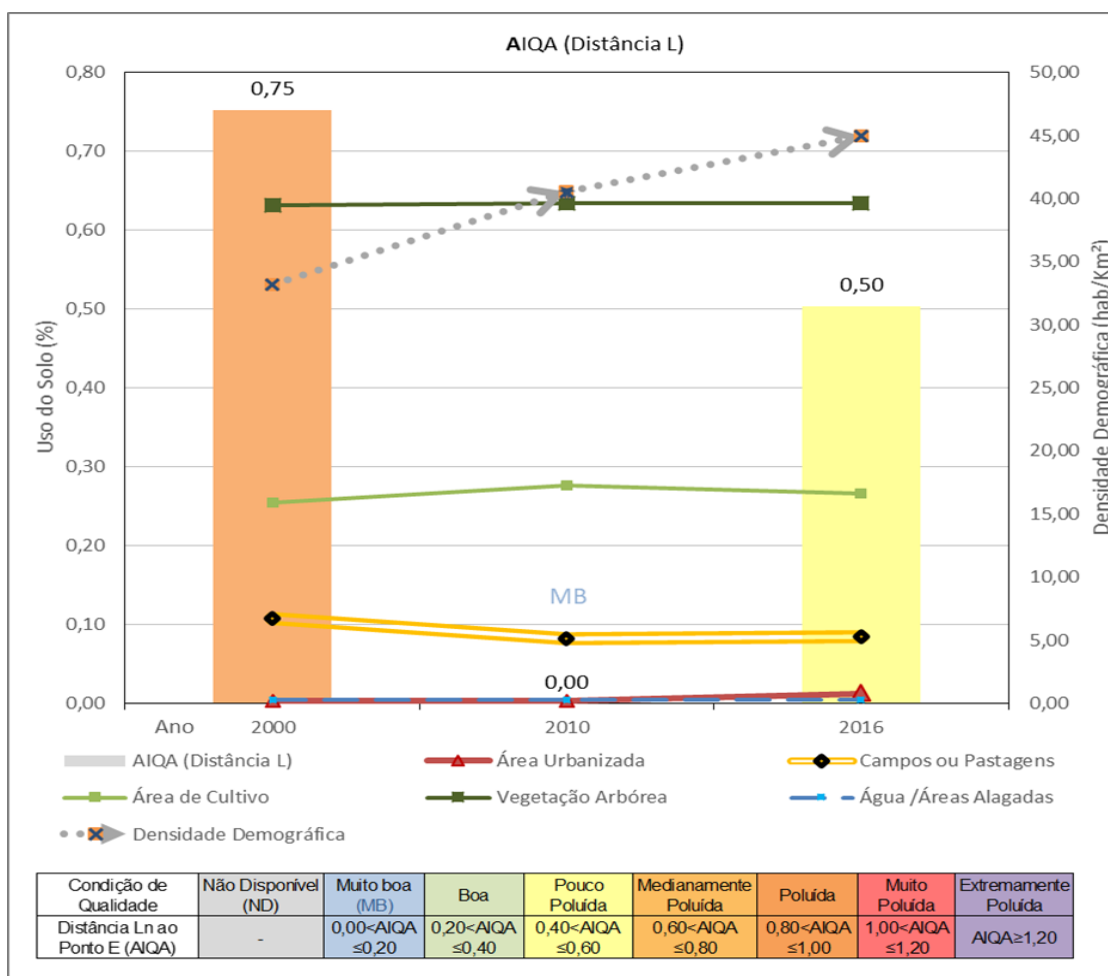
Quadro 8 - Variação do Uso do Solo e da Densidade Demográfica na SB 28

Grupo	Classe de uso do solo	2000		2010		2016	
		Área (he)	Uso (%)	Área (he)	Uso (%)	Área (he)	Uso (%)
A	Área Urbanizada	3,35	0,29%	3,34	0,29%	14,00	1,20%
B	Área Industrial	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,00	0,00%
C	Área de Campos ou Pastagens	124,76	10,69%	95,60	8,19%	98,81	8,47%
D	Área de Cultivo	296,64	25,42%	322,65	27,65%	309,76	26,55%
E	Vegetação Arbórea	737,28	63,19%	740,45	63,46%	739,46	63,38%
F	Água e Áreas Alagadas	4,73	0,41%	4,73	0,41%	4,73	0,41%
Total = A + B + C + D + F		1.166,77	100%	1.166,77	100%	1.166,77	100%

Fonte: Autoria própria.

As informações apresentadas no Quadro 8 são representadas através do Gráfico 6, no qual também é apresentada a densidade demográfica na Sub-bacia indicada nos Quadros 3, 4 e 5; e o indicador da AIQA para a estação de amostragem AI 28 nos anos citados, conforme os valores foram apresentados no Quadro 7.

Gráfico 6 - Variação do Uso do Solo e da Densidade Demográfica na SB 28



Fonte: Autoria própria.

Quanto ao uso do solo na sub-bacia SB 28, conforme pode ser observado no Quadro 8, não houve variação significativa das áreas de vegetação arbórea, que para o ano de 2016 representavam a maior percentual de ocupação com 63,38%. A diminuição das áreas de campos e pastagens foi acompanhada pelo aumento das áreas de cultivo.

O crescimento da população na área da sub-bacia foi estimado em 35,66% entre os anos de 2000 a 2016, conforme indicado no Quadro 5 e representado no Gráfico 6. Esse crescimento está ligado a expansão das aglomerações fora do perímetro urbano do município denominadas como “Vilas”. Nesses locais, não foi verificado o atendimento da rede coletora de esgoto, podendo este fator ter contribuído para a redução da qualidade da água na sub-bacia, principalmente entre os anos de 2010 a 2016.

Quando comparada a qualidade geral da água em relação das Estações de Amostragem AI 27 e AI 28 verifica-se que a primeira, apesar estar localizada próxima a nascente do rio Passaúna, apresentou pior condição de qualidade em relação a AI 28 nos anos iniciais.

Essa condição de qualidade na estação AI 27 ocorreu devido ao elevado fator de diluição (FDd) para *Daphnia magna*, que conforme apresentado no Quadro 6 teve valor igual a 6 para o ano de 1991.

Considerando que área foi a APA do Passaúna, foi instituída através do Decreto Estadual no ano de 1991, conforme descrito no item 2.2, visto que a presença de Ecotoxicidade diminui após o ano de 1994, assim como a concentração de Coliformes Fecais. Pode-se ter como hipótese que haviam atividades nas proximidades da nascente, a qual originavam poluição por elementos tóxicos e Coliformes. Assim, devido às restrições impostas pela criação da APA essas atividades provavelmente foram descontinuadas.

A Condição de Qualidade após 1994 foi predominantemente “Boa” ou “Muito Boa” na Estação de Amostragem AI 27, porém quando foi observado que a condição de qualidade foi “Medianamente Poluída” ou “Pouco Poluída”, podendo estas variações estarem vinculadas ao aumento dos valores observados para Coliformes e/ou Ecotoxicidade.

A ocorrência de valores acima dos exigidos na legislação em 2010 para coliformes fecais e no ano de 2016 para o Fósforo total e o Nitrogênio amoniacal, podem estar relacionadas aos resíduos gerados pelo aumento da área agricultada e da população.

Visto que para a Sub-bacia SB 28, foi verificado que a o predomínio da área ocupada por Vegetação arbórea e de Área de cultivo com 26,55%, e ainda que a qualidade da água na Estação de Amostragem AI 28, em geral, apresentou condição de qualidade superior as demais; os resultados para esta sub-bacia corroboram os verificados por Cornelli *et. al* (2016).

Nesse estudo entre as sub-bacias que foram comparadas, a que havia tido a melhor qualidade da água foi a que possuía características predominantemente rurais com aproximadamente 70% do uso do solo dividido entre atividade agropastoril, (correspondentes as Áreas de campos, pastagens ou cultivo) e mata nativa, exótica ou estepe (correspondentes as áreas de vegetação arbórea ou Arbustiva).

Considerando a Subbacia SB 28 possui uma maior ocupação por Vegetação Arborea, por conseguinte, pode-se inferir que também possua uma vegetação ripária melhor preservada que as demais sub-bacia. Esta constatação pode estabelecer uma relação como o estudo realizado por Tran *et al* (2010), que indicou que a presença de uma zona de proteção de riachos entre córregos e áreas agrícolas e urbanas é um fator significativo na redução da contaminação de cargas não pontuais.

Os resultados para esta sub-bacia, apoiam os verificados Huang *et al* (2013), no qual os autores verificaram que as áreas florestadas e de pastagem contribuíram para a redução das concentrações de Fósforo Total, Nitrogênio Total e substâncias que consomem oxigênio, desta forma aumentando a concentração de Oxigênio Dissolvido, e, conseqüentemente, melhorando a qualidade da água.

4.2 RESULTADOS PARA A SUB-BACIA 30 (SB 30)

A área delimitada pela sub-bacia SB 30, está inserida nos municípios de Almirante Tamandaré, Campo Magro e Curitiba conforme ilustrado na Figura 6.

Os resultados apresentados para esta sub-bacia, foram analisados em função dos dados desta sub-bacia de uso do solo, densidade demográfica, e da área de abrangência da Rede de Coleta de Esgoto, assim como dos indicadores e parâmetros de qualidade da água da Estações de Amostragem AI 29 e da AI 30.

4.2.1 Estação de Amostragem AI 29

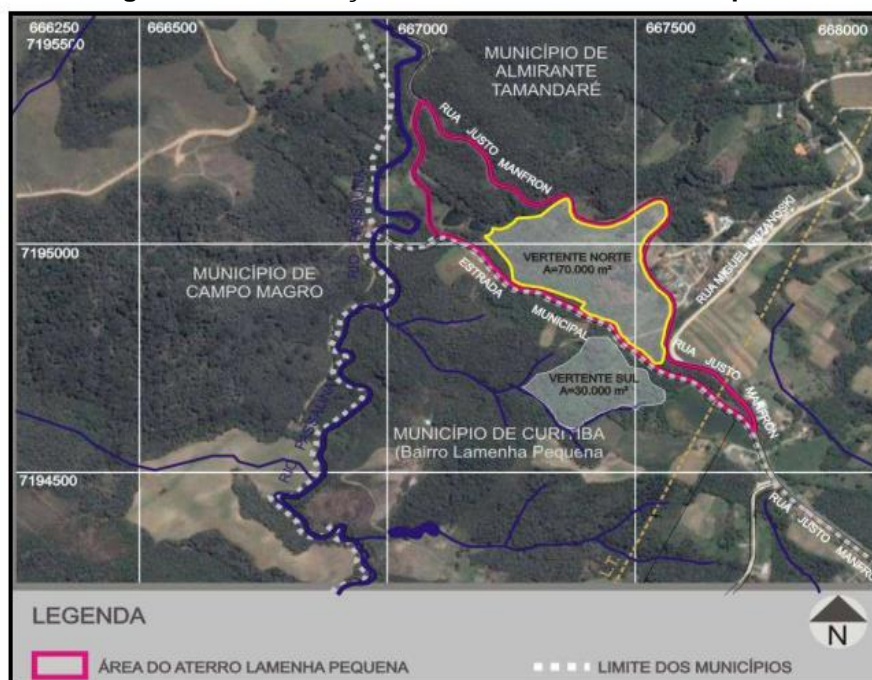
A Estação de Amostragem AI 29, tem localização a Jusante do “Aterro Controlado da Lamenha Pequena”, no município de Almirante Tamandaré, conforme apresentado na Tabela 5. Na Figura 15 é ilustrada a sua localização.

A operação do aterro ocorreu entre os anos de 1964 e 1989, sendo que no início as técnicas utilizadas para a disposição dos resíduos eram a compactação e cobertura, em duas áreas de deposição de resíduos denominadas de vertente norte e vertente sul (CURITIBA, 2017).

Esse aterro recebeu durante o referido período, todos os tipos de resíduos (domiciliares, comerciais, serviços de saúde e industriais) provenientes dos municípios de Curitiba e Almirante Tamandaré. Somente em 1984 foram implantadas duas lagoas de tratamento de efluentes líquidos, uma anaeróbia e outra facultativa, iniciando o tratamento do percolato (CURITIBA, 2017).

A partir de 1986 foram realizadas melhorias, como o cobrimento frequente dos resíduos aterrados, drenagem superficial da área com canaletas de concreto, regularização da superfície do aterro e implantação de sistema de recirculação do percolato (CURITIBA, 2017).

Figura 15 - Localização do Aterro da Lamenha Pequena



Fonte: MALP, 2013 *apud* CURITIBA, 2017.

Conforme ilustrado na Figura 15, este aterro tinha localização próxima ao Rio Passaúna, entre as divisas municipais de Almirante Tamandaré, Curitiba e Campo Magro.

Para a Estação de amostragem AI 29, foram obtidas as informações dos parâmetros de Qualidade da água entre os anos de 1991 até 2012, sendo que as coletas foram descontinuadas neste ponto após esse período. Entre os anos avaliados neste trabalho, têm-se os valores dos Parâmetros de Qualidade da Água para os anos Censitários de 1991, 2000 e 2010, os quais são apresentados no Quadro 9.

Quadro 9 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 29

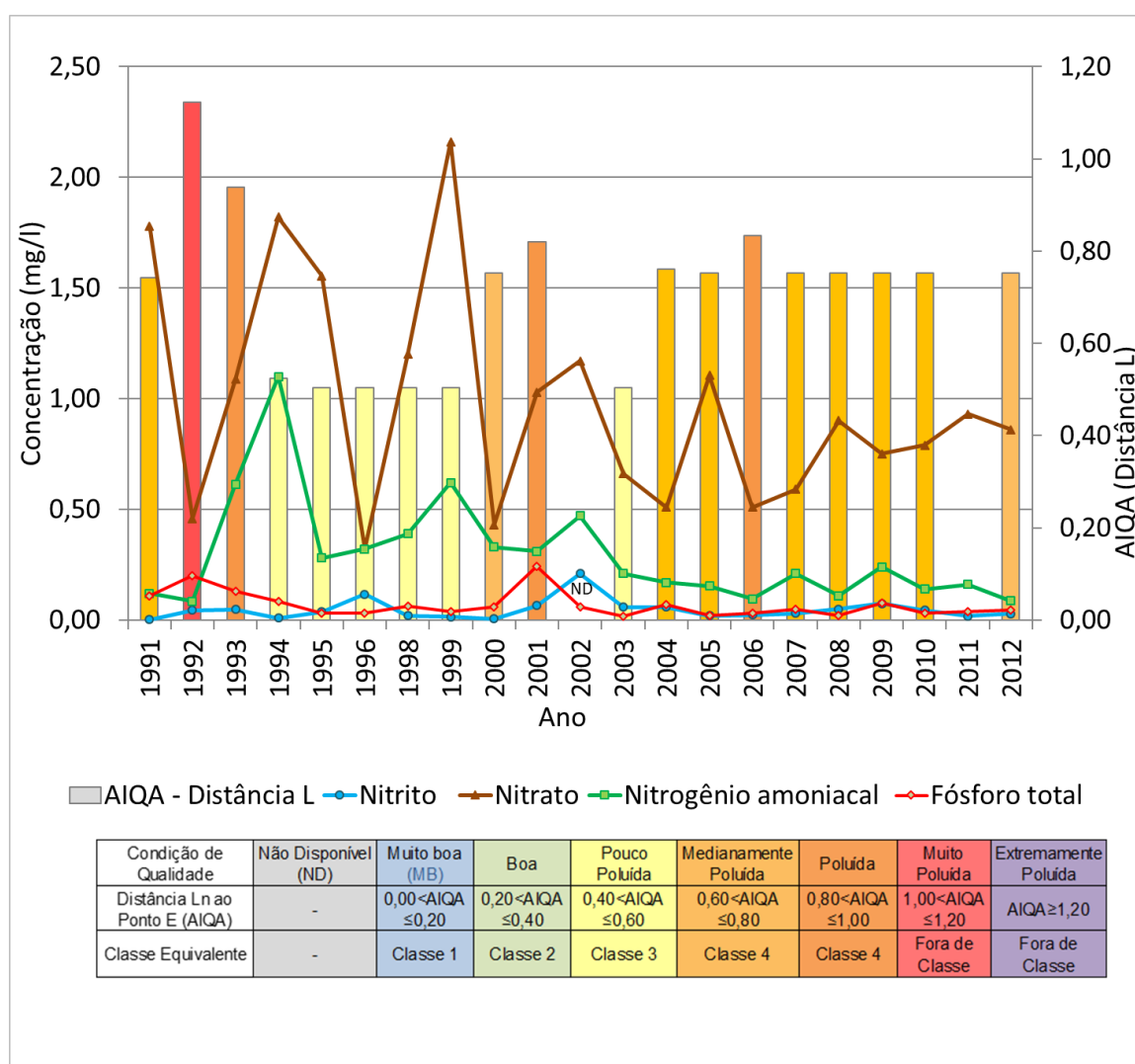
Parâmetro	Unidade	1991	2000	2010
Estação do Ano	-	Primavera	Primavera	Primavera
Número de Amostras	und.	1,00	1,00	1,00
Oxigênio dissolvido	mg/L O ₂	6,40	6,80	9,10
Saturação de O ₂	%	80,00	84,00	91,00
pH	unidades pH	8,00		7,60
Temperatura da água	°C			18,60
Temperatura do ar	°C	22,00	20,00	19,00
DBO	mg/L	1,00	3,30	2,30
DQO	mg/L	3,00	7,90	7,00
Fósforo total	mg/L P	0,11	0,06	0,03
Nitrito	mg/L N	0,00	0,01	0,04
Nitrato	mg/L N	1,78	0,43	0,79
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	0,12	0,33	0,14
Nitrogênio kjeldhal	mg/L N	1,11	1,06	0,28
Sólidos totais	mg/L			101,00
Sólidos suspensos	mg/L	20,00		7,60
Turbidez	UNT	3,90	11,00	7,50
<i>E. coli</i>	NMP/100 mL			11.000
Coliformes fecais	NMP/100 mL	220	3.000	
Coliformes totais	NMP/100 mL	2.200	30.000	11.000
Toxicidade aguda D. magna	FDd	2	1	1
Sólidos dissolvidos totais	mg/L Zn			93,40
Classe do Parâmetro		1991	2000	2010
Oxigênio dissolvido		1	1	1
pH		1	ND	1
DBO ₅		1	2	1
Fósforo total (ambiente lótico e trib. interm)		3	1	1
Nitrito		1	1	1
Nitrato		1	1	1
Nitrogênio amoniacal		1	1	1
Turbidez		1	1	1
<i>E. coli</i>		ND	ND	4
Coliformes fecais		2	3	ND
Coliformes totais		2	4	3
Classe Preponderante		1991	2000	2010
Classe Físico –Química		1	1	1
Classe Coliformes		2	4	4
(Daphnia magna) Ecotoxicidade		2	1	1
AIQA - Distância L		0,74	0,75	0,75
Condição de Qualidade		Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída
Classe Equivalente		4	4	4

Fonte: Autoria própria com base em IAP, 2018.

Em relação aos parâmetros avaliados para a Estação de Amostragem AI 29, os resultados apresentados no Quadro 9, demonstraram que não houve atendimento em relação a Classe do Corpo d'água (Classe 2) da legislação para Fósforo total, nos anos de 1991 e 2000, e, para coliformes fecais no ano de 2000.

No Gráfico 7 é representada a evolução da qualidade da água entre os anos de 1991 a 2016 para a Estação de Amostragem AI 28, em função do indicar da AIQA e das as variações nas concentrações para os parâmetros Nitrito, Nitrato e Nitrogênio Amoniacal e Fósforo total,

Gráfico 7 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 29

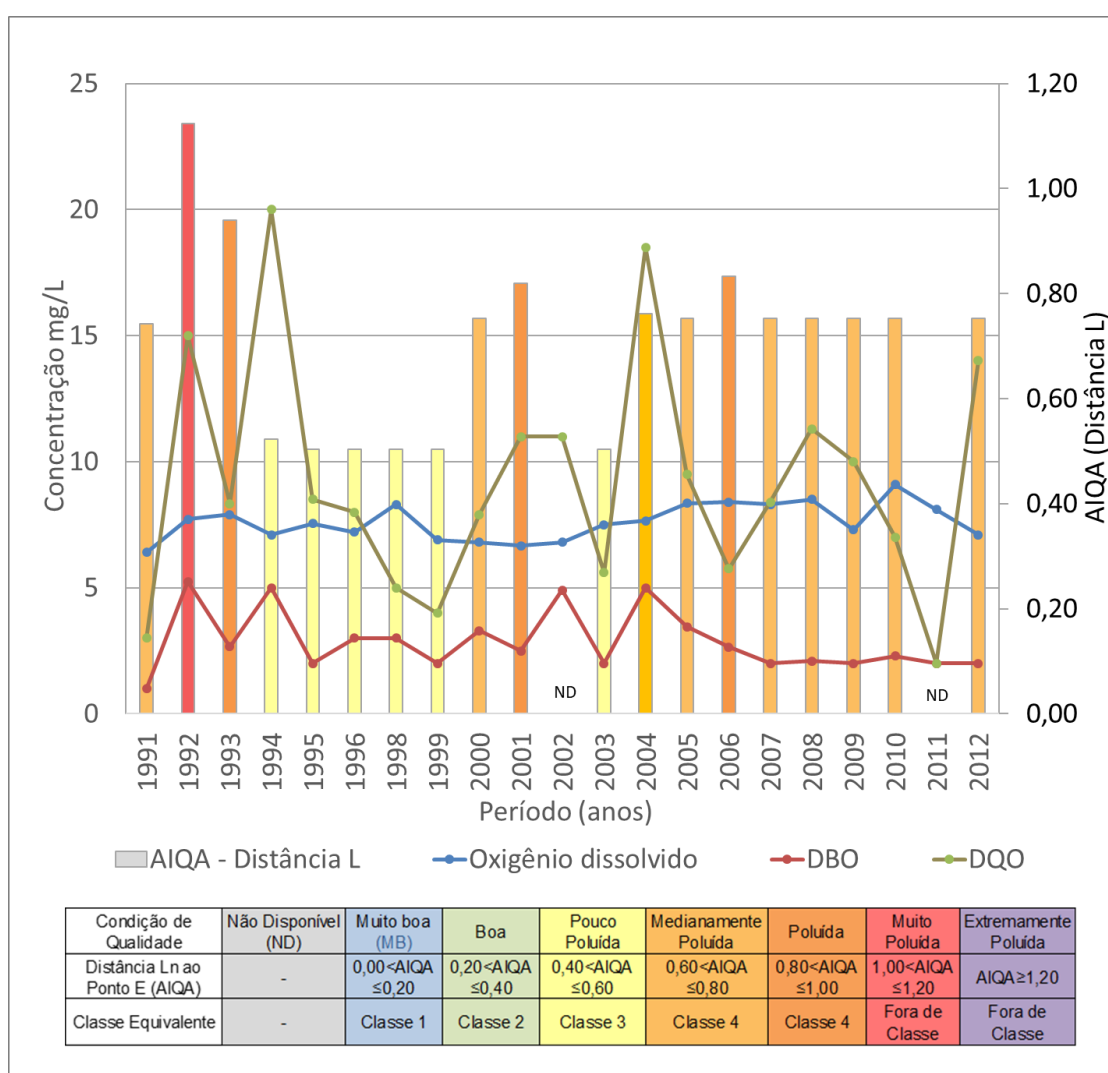


Fonte: Autoria própria.

As variações observadas no Gráfico 7 para Fósforo Total, comumente estiveram associadas ao aumento das concentrações de coliformes Fecais ou *E. Coli*.

Nos Gráficos 8 é representada a evolução da qualidade da água entre os anos de 1991 a 2016 para a Estação de Amostragem AI 29, em função do indicar da AIQA e das variações nas concentrações para os parâmetros Oxigênio Dissolvido, DBO e DQO.

Gráfico 8 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 29



Fonte: Autoria própria.

Assim como observados para os gráficos da Estação de Amostragem AI 28, há uma inter-relação entre as variações dos parâmetros representados no Gráfico 7 e a DBO e a DQO, representadas no Gráfico 8.

Em relação à Análise Integrada da Qualidade da Água (AIQA), conforme apresentado no Quadro 9, esse indicador teve valores que classificaram condição da qualidade como “Pouco Poluída” no ano de 2000 e como “Medianamente Poluída” nos anos de 1991 e 2010.

Conforme apresentado nos Gráficos 7 e 8, no intervalo entre os anos de 1991 até o ano de 2000 a qualidade foi classificada como “Poluída” ou “Muito Poluída até o ano de 1993. Porém houve melhoria da qualidade em 1994 e 1999, quando a condição da qualidade foi classificada como “Pouco Poluída. A melhoria da qualidade da água neste período é um forte indício que a presença de Ecotoxicidade levada ao corpo d’água pelos resíduos originados pelo Aterro Controlado diminuiu após alguns anos do término de sua operação.

Também conforme os resultados representados nos Gráficos 2 e 3, entre o ano de 2000 até o ano de 2012, houve uma queda na qualidade da água passando a maior parte desse período como “Medianamente Poluída”. Essa diminuição na qualidade ocorreu devido as altas concentrações de coliformes totais neste período, havendo indicativo de que sua origem esteja relacionada ao lançamento de esgoto doméstico, provenientes de áreas com presença de ocupações irregulares, localizadas a montante deste ponto de monitoramento.

Considerando que para Estação de Amostragem AI 29 não foi definida uma sub-bacia específica, sendo esta uma Estação de Amostragem utilizada para comparação com a qualidade da água a próximo a área da nascente, a análise dos dados dos parâmetros de qualidade da água deste ponto serão apresentados a seguir, no item 4.2.2, juntamente com os da Estação de Amostragem AI 30, levando em consideração os resultados obtidos para a Estação de Amostragem AI 28 e para a sub-bacia SB 28.

4.2.2 Estação de Amostragem AI 30 e para a Sub-bacia 30 (SB 30)

Para a estação de Amostragem AI 30 foram obtidos os dados dos parâmetros de Qualidade da água entre 1991 a 2016. Entre os anos avaliados neste trabalho, os valores dos Parâmetros de Qualidade e indicadores da Água para os anos de 1991, 2000, 2010 e 2016, são apresentados no Quadro 10.

Quadro 10 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 30

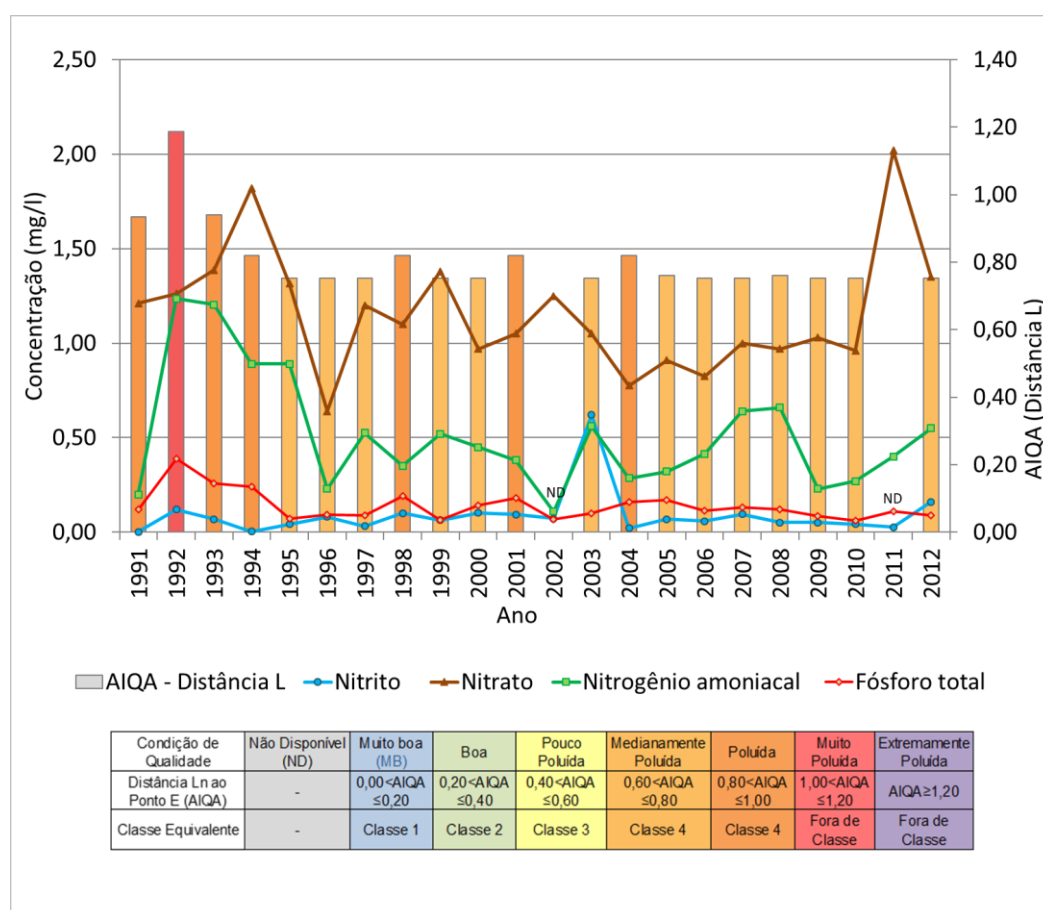
Parâmetro	Unidade	1991	2000	2010
Estação do Ano	-	Primavera	Primavera	Primavera
Número de Amostras	und.	1,00	1,00	1,00
Oxigênio dissolvido	mg/L O ₂	7,00	6,50	6,80
Saturação de O ₂	%	90,00	80,00	81,00
pH	unidades pH	7,90		7,60
Temperatura da água	°C			19,00
Temperatura do ar	°C	28,50	21,00	21,00
DBO	mg/L	1,00	2,60	2,60
DQO	mg/L	5,00	7,90	5,40
Fósforo total	mg/L P	0,12	0,14	0,06
Nitrito	mg/L N	0,00	0,10	0,04
Nitrato	mg/L N	1,21	0,97	0,96
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	0,20	0,45	0,27
Nitrogênio kjeldhal	mg/L N	0,54	1,83	0,53
Sólidos totais	mg/L			89,00
Sólidos suspensos	mg/L	11,00		12,00
Turbidez	UNT	24,00	14,00	9,50
<i>E. coli</i>	NMP/100 mL			130.000
Coliformes fecais	NMP/100 mL	160.000	30.000	
Coliformes totais	NMP/100 mL	160.000	80.000	130.000
Toxicidade aguda D. magna	FDd	2	1	1
Sólidos dissolvidos totais	mg/L Zn			77,00
Classe do Parâmetro		1991	2000	2010
Oxigênio dissolvido		1	1	1
pH		1	ND	1
DBO ₅		1	1	1
Fósforo total (ambiente lótico e trib. interm)		3	3	1
Nitrito		1	1	1
Nitrato		1	1	1
Nitrogênio amoniacal		1	1	1
Turbidez		1	1	1
<i>E. coli</i>		ND	ND	4
Coliformes fecais		4	4	ND
Coliformes totais		4	4	4
Classe Preponderante		1991	2000	2010
Classe Físico -Química		1	1	1
Classe Coliformes		4	4	4
(<i>Daphnia magna</i>) Ecotoxicidade		2	1	1
AIQA - Distância L		0,93	0,75	0,75
Condição de Qualidade		Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída
Classe Equivalente		Fora de classe	4	4

Fonte: Autoria própria (2019) com base em IAP, 2018.

Em relação aos parâmetros avaliados para a Estação de Amostragem AI 30, os resultados apresentados no Quadro 10 demonstraram valores inadequados em relação a Classe do Corpo d'água conforme indicado na legislação para Fósforo Total (exceto para o ano de 2010) e para Coliformes Fecais, totais e E. Coli

No Gráfico 9 é representada a evolução da qualidade da água entre os anos de 1991 a 2012 para a Estação de Amostragem AI 30, em função do indicador da AIQA e das variações nas concentrações para os parâmetros Nitrito, Nitrato e Nitrogênio Amoniacal e Fósforo total.

Gráfico 9 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 30



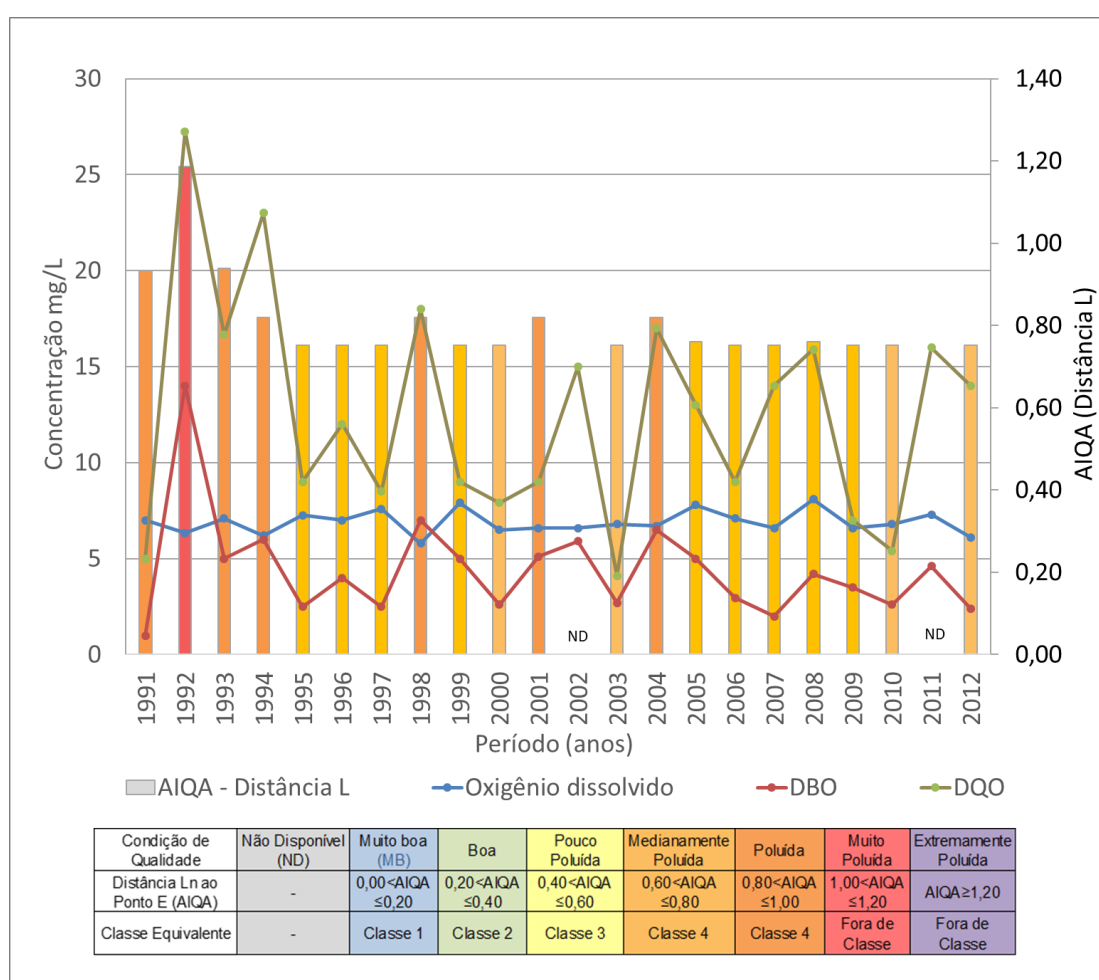
Fonte: Autoria própria.

No ano de 1995, observou-se um pico em relação ao parâmetro Nitrogênio Amoniacal, com valor igual a 17,8 mg/L. Em função de não ter sido observado a alteração de demais parâmetro no período que justifiquem essa variação, considerou-se que variação pode ter sido erro formal do banco de dados utilizado. Desta forma,

não houve representação no Gráfico 9 do parâmetro Nitrogênio Amomiacal para o ano de 1995.

No Gráfico 10 é representada a evolução da qualidade da água entre os anos de 1991 a 2016 para a Estação de Amostragem AI 30, em função do indicador da AIQA e das variações nas concentrações para os parâmetros Oxigênio Dissolvido, DBO e DQO,

Gráfico 10 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 30



Fonte: Autoria própria.

Quanto a Análise Integrada da Qualidade da Água (AIQA), conforme apresentado no Quadro 10, esse indicador teve valores que classificaram a condição da qualidade como “Poluída” nos anos de 1991 e “Medianamente Poluída” para os anos de 2000 e 2010. Conforme pode ser observado no Gráfico 9 e 10, a condição de

qualidade da água na Estação de Amostragem AI 30 se manteve na maior parte do período avaliado como “Medianamente Poluída”.

Para o ano de 1992, quando a condição de qualidade foi tida como “Muito Poluída”, conforme indicado nos Gráficos 9 e 10 houve elevada presença de Ecotoxicidade, com valores próximos aos observados nos mesmos anos para a Estação de Amostragem a AI 29, a montante, indicado a sua origem através da fonte de poluição como observada anteriormente.

Na área da Sub-bacia SB 30 as principais ocorrências de áreas urbanizadas estão nos bairros do Butiatuvinha em Curitiba, e no Jardim Boa Vista e Jardim Santa Cecília em Campo Magro. No Quadro 11 são apresentadas as variações do uso do solo da abrangência da Rede de Coleta de Esgoto (RCE) e na Sub-bacia SB 30, para os anos censitários de 2000 e 2010.

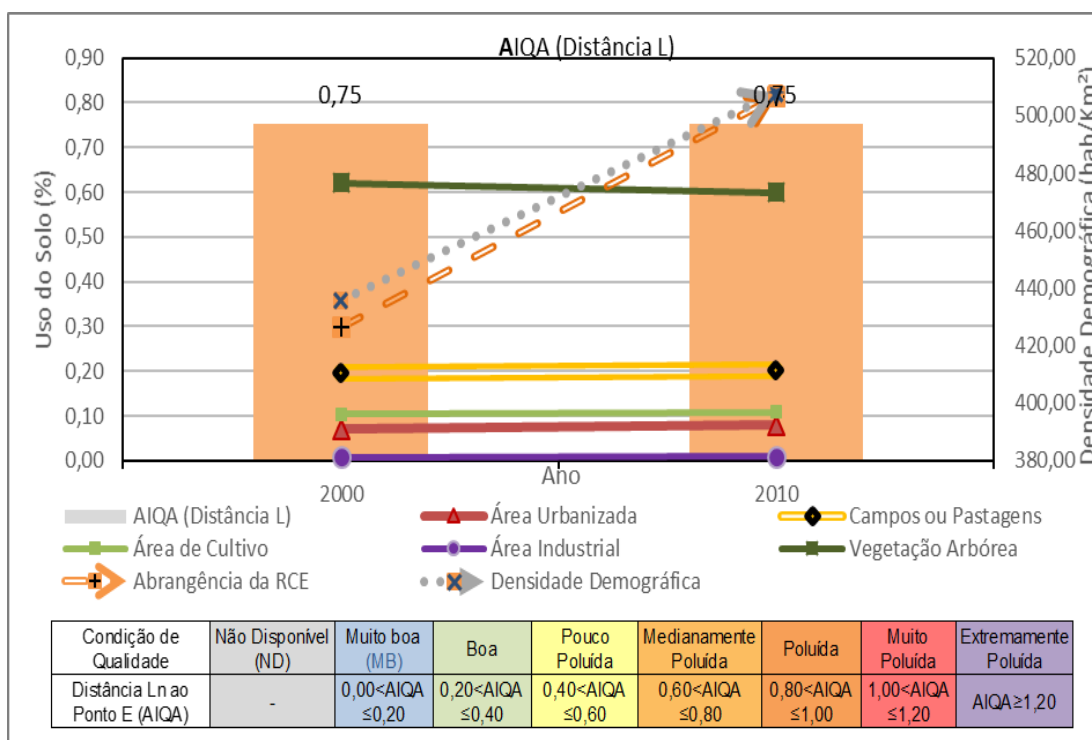
Quadro 11 - Variação do Uso do Solo e da Densidade Demográfica na SB 30

Grupo	Classe de uso do solo	2000		2010	
		Área (he)	Uso (%)	Área (he)	Uso (%)
A	Área Urbanizada / Vila	190,92	7,01%	217,25	7,97%
B	Área Industrial	23,54	0,86%	23,60	0,87%
A/B	Área de Abrangência da RCE	64,20	29,93%	196,01	81,38%
C	Área de Campos ou Pastagens	537,66	19,73%	554,70	20,36%
D	Área de Cultivo	283,37	10,40%	296,51	10,88%
E	Vegetação Arbórea	1.688,98	61,99%	1.632,41	59,92%
F	Água /Áreas Alagadas	-	-	-	-
Total = A + B + C + D + F			100%	2.724,47	100%

Fonte: Aatoria própria.

As informações apresentadas no Quadro 11 são representadas através do Gráfico 11, no qual também é apresentada para Sub-bacia SB 30 a densidade demográfica apontada nos Quadros 3, 4 e 5; e o indicador da AIQA para a estação de amostragem AI 30 nos anos para citados, conforme os valores foram apresentados no Quadro 10.

Gráfico 11 - Variação do Uso do Solo e da Densidade Demográfica na SB 30



Fonte: Autoria própria.

Conforme pode ser observado no Quadro 11 e no Gráfico 11, não houve variação significativa das áreas de vegetação arbórea, sendo estas as áreas predominantes na Sub-bacia SB 30, assim como observado para a sub-bacia SB 28. A diminuição das áreas de campos e pastagens foi acompanhada pelo aumento das áreas de cultivo, contudo essas variações não foram significativas em valores absolutos, as quais representam 91,16% da ocupação, juntamente com áreas de vegetação arbórea.

Apesar de não ter havido variação significativa da área urbanizada em relação a área total da sub-bacia, o crescimento da população de 26,62% entre 2000 e 2010, conforme indicado no Quadro 4, não foi acompanhado pelo crescimento das áreas Urbanizadas, o que pode indicar que houve aumento da densidade da ocupação e surgimento de novas edificações na área urbanizada já existentes. Conforme pode ser observado no Gráfico 11, a condição de qualidade da água se manteve com a distância L para a AIQA com valor igual a 0,75, o que pode indicar que o aumento do atendimento da rede de coleta de esgoto contribui para a manutenção da qualidade da água como “Medianamente Poluída” na maior parte do período avaliado.

Ainda que tenham sido verificadas características semelhantes quanto ao uso solo de maneira geral, da sub-bacia SB 28 em relação a Sub-bacia SB 30, esta difere do comportamento observado na primeira, onde inferiu-se que a melhor qualidade da água estava associada a preponderância de áreas de vegetação arbórea. Um fator que pode explicar a pior qualidade geral na estação de Amostragem AI 30 é a sua localização mais próxima a áreas urbanizadas. Assim a qualidade da água neste ponto refletiu, em maior parte, os efeitos dos usos do solo das atividades que geram poluição em suas áreas lindeiras, e, portanto, não tendo havido aumento de qualidade em função da autodepuração ao longo do curso do rio.

De maneira simplificada, observa-se nas imagens de satélite do Google Earth (2019) utilizadas para o levantamento do uso do solo no ano de 2010, que a vegetação riparia nas proximidades deste ponto de monitoramento e da área urbanizada da sub-bacia, encontravam-se menos preservadas, por exemplo, quando comparadas as da sub-bacia SB 28. Em consequência disso, a pior qualidade em relação a estação de monitoramento AI 28, deve ter sido acentuada também pela falta de uma zona de proteção entre a área urbanizada e o rio, o que segundo concluíram Tran *et al* (2010) é um fator significativo na redução da contaminação de cargas não pontuais.

Outrossim, os resultados verificados para a sub-bacia SB 30, em geral, corroboram os verificados por Huang *et al* (2013), que indicam que o aumento da área construída tende a degradar a qualidade da água.

4.3 RESULTADOS PARA A SUB-BACIA 31(SB 31)

A Estação de Amostragem AI 31, através da qual foi delimitada a Sub-bacia SB 31 como sua área de contribuição, tem localização no Rio Cachoeirinha conforme apresentado na Tabela 5, na localidade da Colônia Dom Pedro, no município de Campo Largo.

Para este ponto de monitoramento obtiveram-se os dados dos parâmetros de Qualidade da água entre 1991 a 2016. Entre os anos avaliados neste trabalho, os valores dos Parâmetros e os Indicadores de Qualidade da Água, são apresentados no Quadro 12 para os Anos Censitários de 1991, 2000, 2010 e também para o ano de 2016.

Quadro 12 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 31

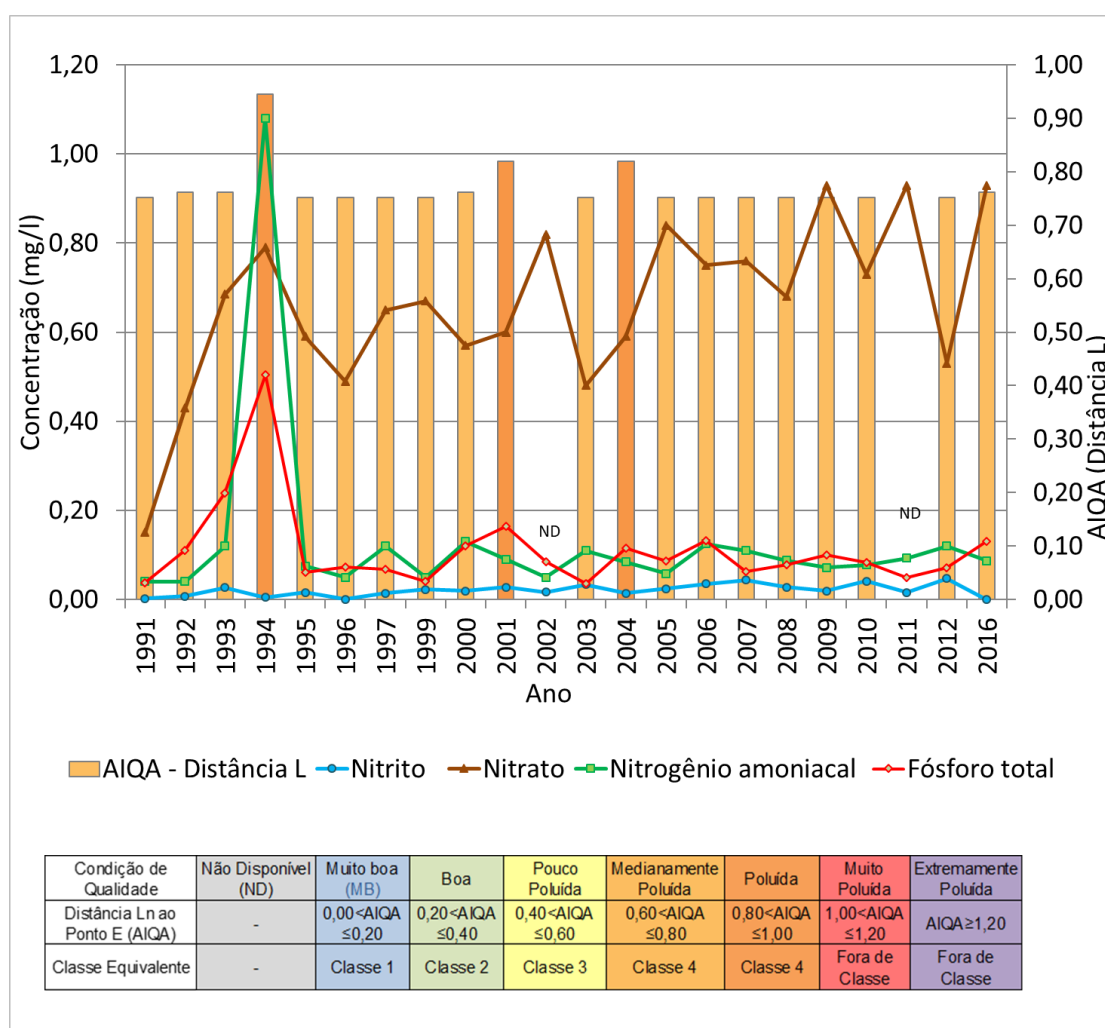
Parâmetro	Unidade	1991	2000	2010	2016
Estação do Ano		Primavera	Primavera	Primavera	Primavera
Número de Amostras	und.	1,00	1,00	1,00	1,00
Oxigênio dissolvido	mg/L O ₂	6,70	8,10	8,40	8,00
Saturação de O ₂	%	84,00	98,00	97,00	95,00
pH	unidades pH	8,40		8,00	7,90
Temperatura da água	°C			17,50	20,00
Temperatura do ar	°C	28,50	21,00	19,00	24,00
DBO	mg/L	1,00	1,90	2,50	3,00
DQO	mg/L	2,00	7,80	5,20	16,00
Fósforo total	mg/L P	0,04	0,12	0,08	0,13
Nitrito	mg/L N	0,00	0,02	0,04	
Nitrato	mg/L N	0,15	0,57	0,73	0,93
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	0,04	0,13	0,08	0,09
Nitrogênio kjeldhal	mg/L N	0,15	0,73	0,36	1,20
Sólidos totais	mg/L			65,00	125,00
Sólidos suspensos	mg/L	10,00		39,00	100,00
Turbidez	UNT	13,00	56,00	25,00	91,00
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL			240.000	12.000
Coliformes fecais	NMP/100 mL	8.000	22.000		
Coliformes totais	NMP/100 mL	30.000	130.000	380.000	
Toxicidade aguda D. magna	FDd	1	1	1	1
Sólidos dissolvidos totais	mg/L Zn			104,67	
Classe do Parâmetro		1991	2000	2010	2016
Oxigênio dissolvido		1	1	1	1
pH		1	ND	1	1
DBO ₅		1	1	1	1
Fósforo total (ambiente lótico e trib. interm)		1	3	1	3
Nitrito		1	1	1	ND
Nitrato		1	1	1	1
Nitrogênio amoniacal		1	1	1	1
Turbidez		1	2	1	2
E. coli		ND	ND	4	4
Coliformes fecais		4	4	ND	ND
Coliformes totais		4	4	4	ND
Classe Preponderante		1991	2000	2010	2016
Classe Físico -Química		1	2	1	2
Classe Coliformes		4	4	4	4
(Daphnia magna) Ecotoxicidade		1	1	1	1
AIQA - Distância L		0,75	0,76	0,75	0,76
Condição de Qualidade		Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída
Classe Equivalente		4	4	4	4

Fonte: Autoria própria com base em IAP, 2018.

Em relação aos parâmetros avaliados para a Estação de Amostragem AI 31, os resultados apresentados no Quadro 12 não apresentaram atendimento a Classe do corpo d'água, os seguintes parâmetros: Fósforo total (nos anos de 2000 e 2016), coliformes fecais e Coliformes totais e E. Coli.

Nos Gráficos 12 e 13 é representada a evolução da qualidade da água entre os anos de 1991 a 2016 para a Estação de Amostragem AI 31.

Gráfico 12 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 31

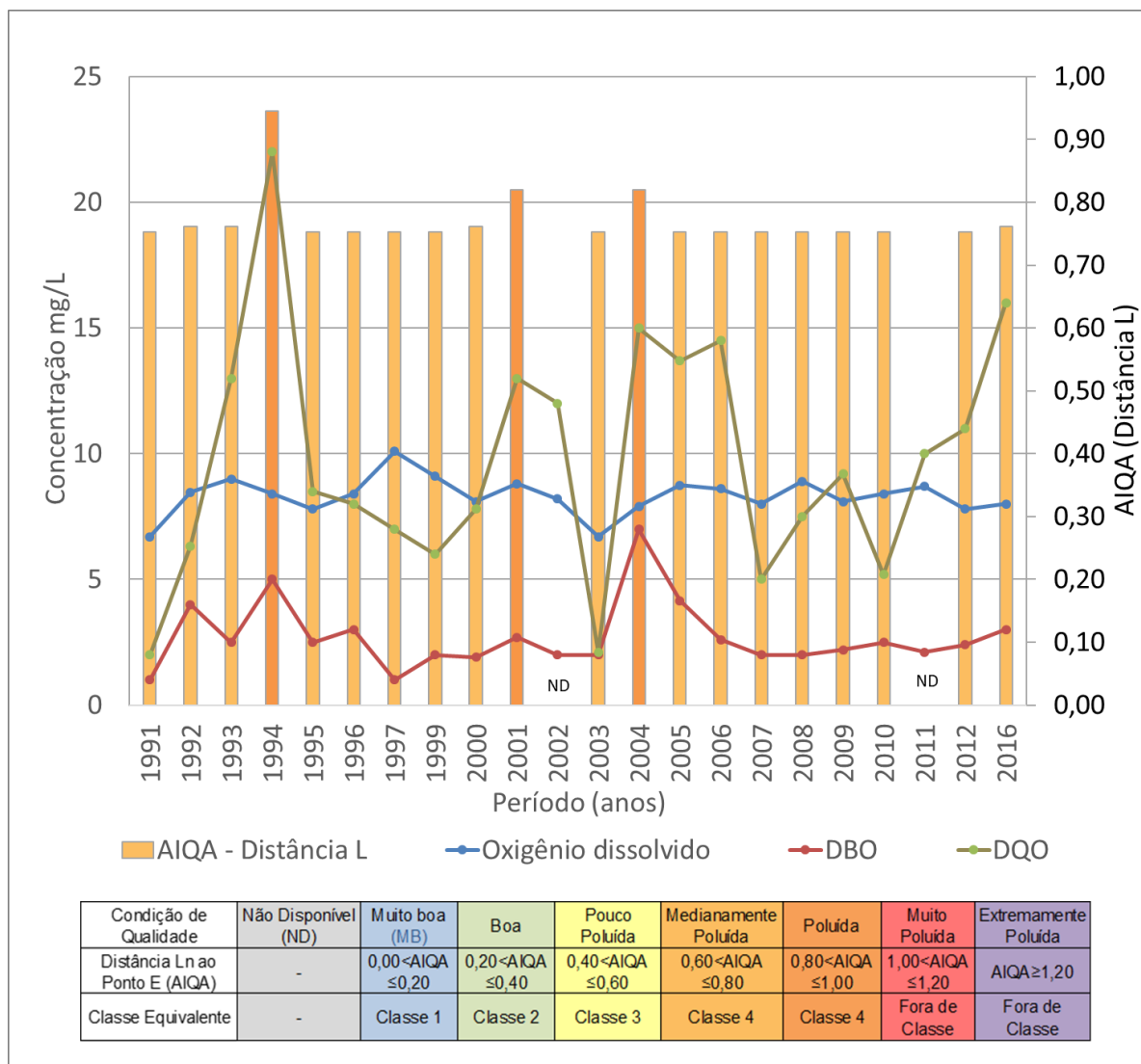


Fonte: Autoria própria.

O não atendimento a legislação quando aos limites da Classe 2, verificado para os anos citados no Quadro 12 para coliformes fecais, coliformes totais e/ou E. Coli, foram identificados para todo o período avaliado sendo que, a exemplo dos anos

em que houve aumento das concentrações de Fósforo Total, estes parâmetros também obtiveram elevação.

Gráfico 13 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 31



Fonte: Autoria própria.

Não obstante, conforme observado anteriormente há uma inter-relação entre as variações dos parâmetros representados no Gráfico 12 e a DBO e a DQO, representadas no Gráfico 13. Cabendo destacar que em 2004 quando a DBO apresentou valor acima do limite estabelecido na legislação também houve acréscimo em relação ao período anterior para Fósforo Total e Nitrato, conforme indicado no Gráfico 12, como também para Coliformes Fecais, tendo para este ano Classificação

“Poluída” em relação ao Análise Integrada da Qualidade da Água (AIQA), a qual foi observada como “Medianamente Poluída” nos citados anos Censitário e na maior parte do período de 1991 a 2016., conforme apresentado nos Gráficos 12 e 13.

Na área da Sub-bacia SB 31 são verificadas a presença de áreas urbanizadas no município de Campo Magro, no Jardim Bom Pastor, Jardim Veneza e Jardim Pioneiro, Jardim Água Boa, onde não foi constatada a presença de Rede de Coleta de Esgoto.

No Quadro 13 são apresentadas as variações do uso do solo da abrangência da Rede de Coleta de Esgoto (RCE) e na Sub-bacia SB 31, para os anos censitários de 2000 e 2010, bem como para o ano de 2016.

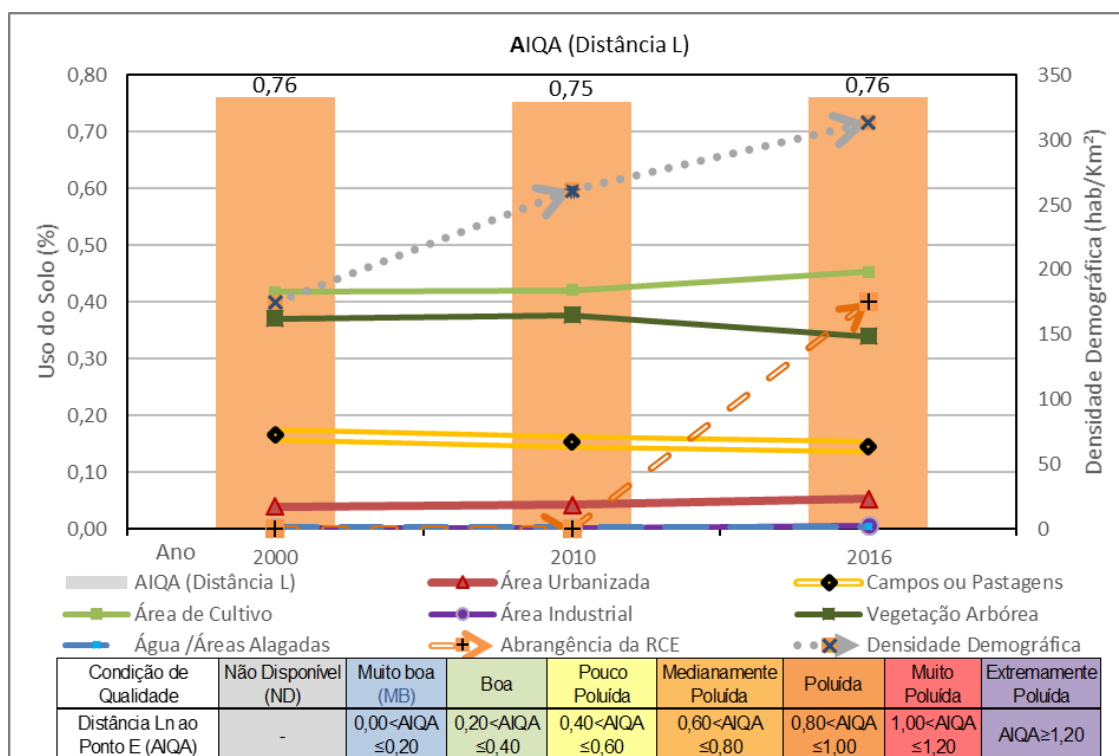
Quadro 13 - Variação do Uso do Solo e da Densidade Demográfica na SB 31

Grupo	Classe de uso do solo	2000		2010		2016	
		Área (he)	Uso (%)	Área (he)	Uso (%)	Área (he)	Uso (%)
A	Área Urbanizada	93,17	3,96%	101,02	4,29%	124,13	5,28%
B	Área Industrial	4,72	0,20%	5,36	0,23%	14,36	0,61%
A-B	Área de Abrangência da RCE	0,00	0,00%	0,00	0,00%	55,49	40,06%
C	Área de Campos ou Pastagens	391,35	16,63%	359,72	15,29%	340,62	14,47%
D	Área de Cultivo	982,27	41,74%	989,69	42,06%	1066,63	45,33%
E	Vegetação Arbórea	872,09	37,06%	887,82	37,73%	797,87	33,91%
F	Água e Áreas Alagadas	9,57	0,41%	9,57	0,41%	9,57	0,41%
Total		2.353,19	100%	2.353,19	100%	2.353,19	100%

Fonte: Autoria própria.

As informações apresentadas no Quadro 13 foram representadas através do Gráfico 14, no qual também é apresentado o AIQA, conforme os valores serão apresentados no Quadro 12 para a estação de amostragem AI 31 e a densidade demográfica na Sub-bacia apresentados nos Quadros 3, 4 e 5.

Gráfico 14 - Variação do Uso do Solo e da Densidade Demográfica na SB 31



Fonte: Autoria própria.

Em relação ao uso do solo na Sub-bacia SB 31, conforme valores apresentados no Quadro 13 e no Gráfico 14, houve aumento das áreas urbanizadas e industriais, e das áreas de cultivo. Contudo, ainda a maior porção da área cobertura é composta de áreas de cultivo seguida por vegetação arbórea e pelas áreas de campos ou Pastagens, as quais representavam 93,71% da cobertura da sub-bacia para o ano de 2016.

Contudo, conforme apresentado no Quadro 5, o crescimento da população na Sub-bacia foi de 78,94% entre os anos de 2000 a 2016, o qual não foi acompanhado pela implantação da Rede de Coleta de Esgoto, que conforme indicado no Quadro 13, abrange uma área estimada de 40,06% das áreas urbanizadas e industriais para o ano de 2016.

Porém, considerando que a qualidade da água se manteve o AIQA com classificação “Medianamente Poluída” na maior parte do período avaliado, o aumento do atendimento da rede de coleta de esgoto contribui para a manutenção da qualidade.

Em função do predomínio de área de Cultivo, Campos ou Pastagens na área desta sub-bacia e devido à localização deste ponto de monitoramento que está na área rural do município de Campo Magro e cerca de 2,5 km a jusante do Jardim Bom Pastor, a qual é atendida pela rede de coleta de esgoto, há indícios que a contaminação da água por Fósforo seja originada pelo uso de fertilizantes fosfatados no manejo agrícola.

Ainda pode estar vinculada as características predominantemente rurais da sub-bacia a presença de Coliformes Fecais, Totais e/ou *E.coli* identificadas com valores acima do preconizada na legislação para a classe do rio em praticamente todo o período. Avalia-se que além do indicativo de lançamento de esgoto doméstico no corpo d'água originados das localidades a montante do ponto de monitoramento, a presença de coliformes sinalizam também a origem por resíduos de fezes de animais.

Observadas essas hipóteses, os resultados para esta sub-bacia guardam relação ao obtidos por Monaghan *et al*(2007). Neste estudo, os autores verificaram que as cargas medidas de nutrientes gerados pelo escoamento na bacia pelas práticas agrícolas e pastoris. Algumas práticas de manejo químico da terra parecem ser as principais fontes de muitos desses poluentes aumentando as concentrações médias de nutrientes (Nitrogênio e Fósforo), sedimentos e bactérias fecais, as quais excederam as diretrizes recomendadas para águas superficiais.

Também se verifica a relação dos resultados obtidos para esta Sub-bacia com as conclusões obtidas por Barbosa (2012), que verificou em sua área de estudo que houve aumento da poluição hídrica onde havia maior concentração de áreas urbanas, de cultivo e de pastagens.

4.4 RESULTADOS PARA A SUB-BACIA 32 (SB 32)

A Estação de Amostragem AI 32, através da qual foi delimitada a Sub-bacia SB 32 como área de contribuição, está localizada no Rio Passaúna nas proximidades da BR-277 no município de Campo Largo, conforme apresentado na Tabela 5. Para este ponto de monitoramento obtiveram-se os dados dos parâmetros de Qualidade da água entre anos de 1991 a 2016. Entre os anos avaliados neste trabalho, são apresentados no Quadro 14 os Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água para os Anos Censitários de 1991, 2000, 2010 e para o ano de 2016.

Quadro 14 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 32

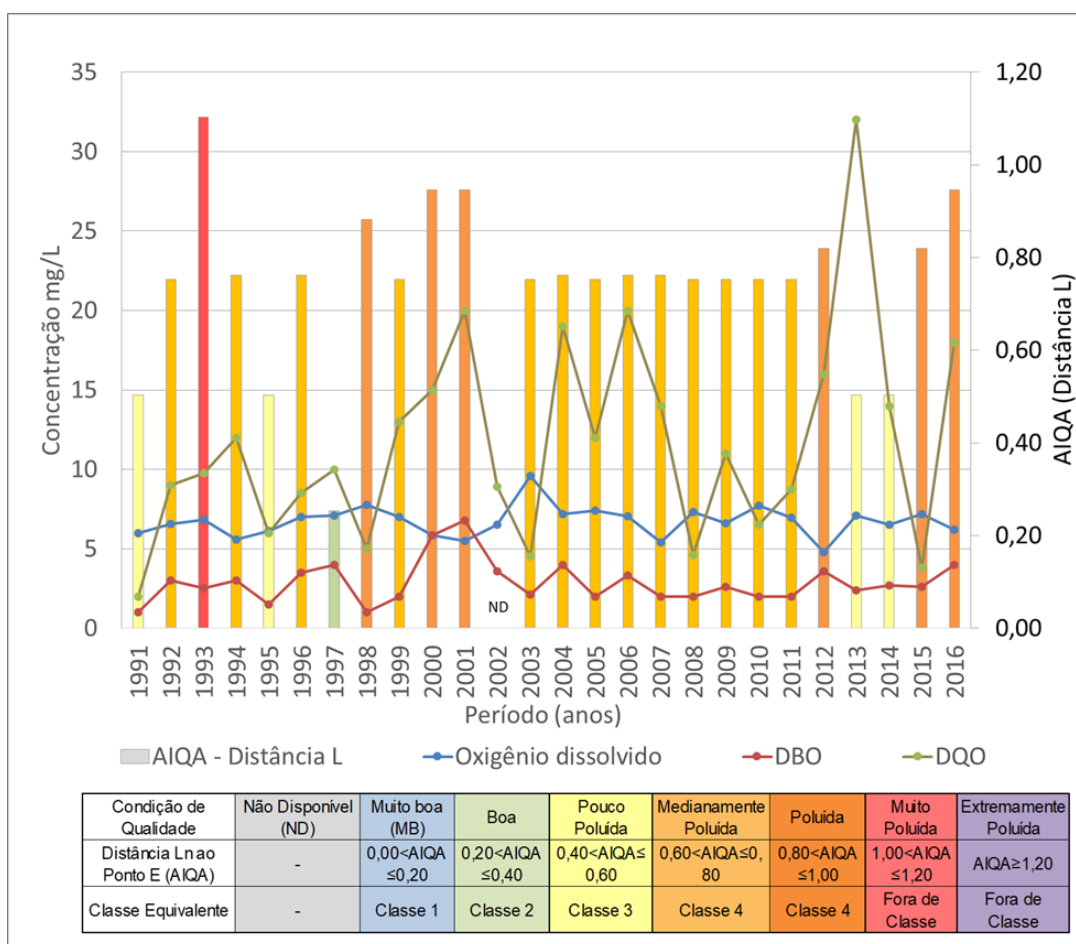
Parâmetro	Unidade	1991	2000	2010	2016
Estação do Ano	-	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera
Número de Amostras	und.	1,00	2,00	1,00	1,00
Oxigênio dissolvido	mg/L O ₂	6,00	5,85	7,70	6,20
Saturação de O ₂	%	74,00	66,50	87,00	77,00
pH	unidades pH	7,70	7,20	7,80	7,70
Temperatura da água	°C			16,50	25,00
Temperatura do ar	°C	28,00	18,25	19,50	20,00
DBO	mg/L	1,00	5,85	2,00	4,00
DQO	mg/L	2,00	15,00	6,50	18,00
Fósforo total	mg/L P	0,09	0,45	0,07	0,18
Nitrito	mg/L N	0,00	0,08	0,02	
Nitrato	mg/L N	1,27	1,25	0,64	1,24
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	0,01	0,34	0,24	0,13
Nitrogênio kjeldhal	mg/L N	0,45	1,52	0,46	2,00
Sólidos totais	mg/L			118,00	120,00
Sólidos suspensos	mg/L	29,00	113,00	20,00	144,00
Turbidez	UNT	21,00	219,00	17,00	116,00
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL			130.000	20.000
Coliformes fecais	NMP/100 mL	3.000			
Coliformes totais	NMP/100 mL	7.000	999.999		
Toxicidade aguda D. magna	FDd	1	1	1	1
Sólidos dissolvidos totais	mg/L Zn				
Classe do Parâmetro		1991	2000	2010	2016
Oxigênio dissolvido		1	2	1	1
pH		1	1	1	1
DBO ₅		1	3	1	2
Fósforo total (ambiente lótico e trib. interm)		1	4	3	4
Nitrito		1	1	1	ND
Nitrato		1	1	1	1
Nitrogênio amoniacal		1	1	1	1
Turbidez		1	4	1	4
E. coli		ND	ND	4	4
Coliformes fecais		3	ND	ND	ND
Coliformes totais		3	4	ND	ND
Classe Preponderante		1991	2000	2010	2016
Classe Físico -Química		1	4	1	4
Classe Coliformes		3	4	4	4
(Daphnia magna) Ecotoxicidade		1	1	1	1
AIQA - Distância L		0,50	0,95	0,75	0,95
Condição de Qualidade		Pouco Poluída	Poluída	Medianamente Poluída	Poluída
Classe Equivalente		3	Fora de classe	4	Fora de classe

Fonte: Autoria própria com base em IAP, 2018.

Em relação aos parâmetros avaliados para a Estação de Amostragem AI 32, nos anos citados no Quadro 14, não houve atendimento aos limites da Classe 2 da Resolução CONAMA 357/05 para Fósforo total em 2010 e 2016, para Coliformes Fecais, totais e/ou E. coli em todos os anos indicados e para DBO₅ e Turbidez. no ano de 2000.

Nos Gráficos 15 e 16 é representada a evolução da qualidade da água entre os anos de 1991 a 2016 para a Estação de Amostragem AI 32.

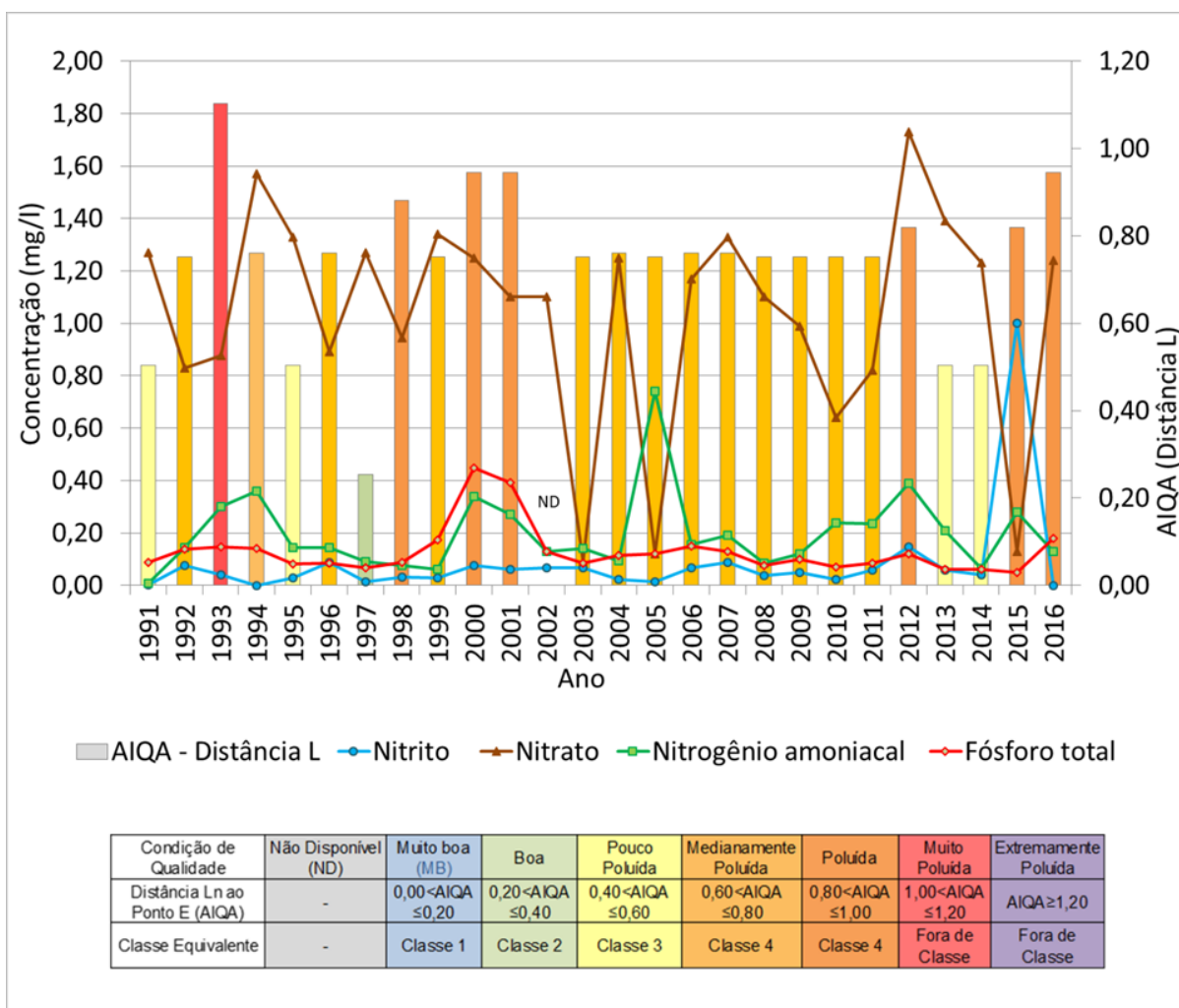
Gráfico 15 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 32



Fonte: Autoria própria.

No Gráfico 15, pode-se observar a DQO e DBO tiveram as maiores variações nos valores observados entre anos de 1991 a 2016. Na maior parte desse período o comportamento verificado pela DBO seguiu o observado para a DQO.

Gráfico 16 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 32



Fonte: Autoria própria.

Por via de regra, as variações observadas para a DBO e DQO no Gráfico 15, estiveram associadas às alterações das concentrações de Fósforo Total, conforme pode ser observado no Gráfico 16, estando estas também relacionadas, em sua maioria, as elevações das concentrações de coliformes fecais, coliformes totais e/ou E. Coli.

Em relação à Análise Integrada da Qualidade da Água (AIQA), conforme apresentado no Quadro 14, esse indicador teve valores que classificaram a condição da qualidade como “Pouco Poluída” no ano de 1991, “Medianamente Poluída” para o ano 2010 e “Poluída” para os anos 2000 e 2016.

Conforme os resultados representados nos Gráficos 15 e 16, no intervalo entre o ano de 1991 até o ano de 2000 houve variação na qualidade da água. O ano

1993 teve a condição da qualidade classificada como “Muito Poluída”, que ocorreu principalmente devido a presença de Ecotoxicidade com Fator de Diluição (FDd) igual a 6. Enquanto no ano 1997 a Condição de Qualidade verificada como “Boa” ocorreu em função da diminuição das concentrações observadas para Coliformes

Conforme os resultados representados nos Gráficos 15 e 16, após o ano de 2000 até o ano de 2016, a qualidade da água se manteve como “Medianamente Poluída” na maior parte desse período.

A área deste Sub-bacia está inserida nos municípios de Curitiba e Campo Magro, conforme ilustrado na Figura 6, apresentando como áreas urbanizadas no município de Campo Magro o Bairro Passaúna e em Curitiba por parte dos bairros Butiatuvinha e São Braz.

No Quadro 15 são apresentadas as variações do uso do solo da abrangência da Rede de Coleta de Esgoto (RCE) e na Sub-bacia SB 32, para os anos censitários de 2000 e 2010, bem como para o ano de 2016.

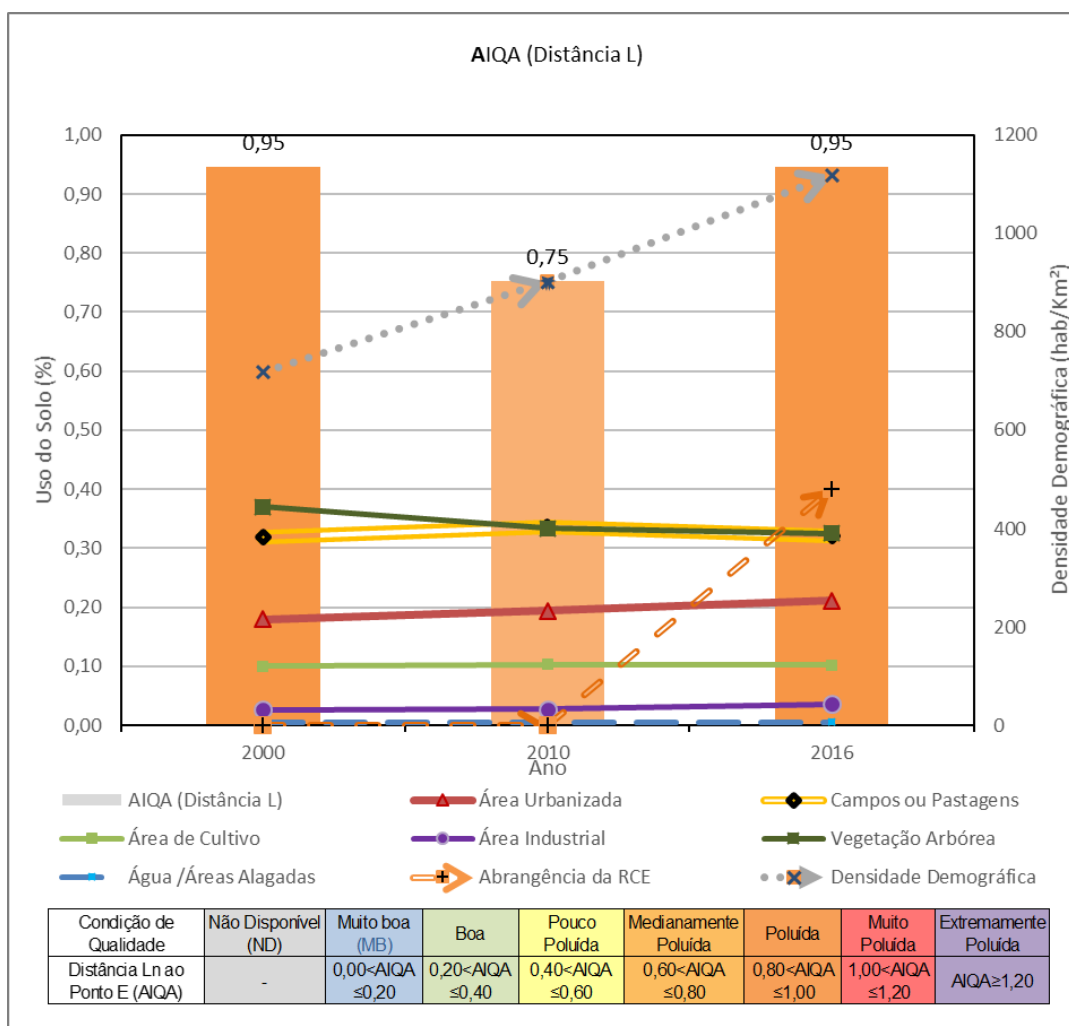
Quadro 15 - Variação do Uso do Solo e da Densidade Demográfica na SB 32

Grupo	Classe de uso do solo	2000		2010		2016	
		Área (he)	Uso (%)	Área (he)	Uso (%)	Área (he)	Uso (%)
A	Área Urbanizada	364,85	17,99%	393,87	19,42%	428,22	21,11%
B	Área Industrial	53,98	2,66%	55,73	2,75%	73,13	3,61%
A-B	Área de Abrangência da RCE	-	-	171,36	38,11%	272,92	54,44%
C	Área de Campos ou Pastagens	645,31	31,81%	681,01	33,57%	650,18	32,05%
D	Área de Cultivo	203,43	10,03%	209,96	10,35%	207,78	10,24%
E	Vegetação Arbórea	750,77	37,01%	677,77	33,41%	659,02	32,49%
F	Água e Áreas Alagadas	10,20	0,50%	10,20	0,50%	10,20	0,50%
Total = A+ B + C + D		2.028,54	100%	2.028,54	100%	2.028,54	100%

Fonte: Autoria própria.

As informações apresentadas no Quadro 15 foram representadas através do Gráfico 17, no qual também é apresentado o AIQA, conforme os valores serão apresentados no Quadro 14 para a estação de amostragem AI 32 e a densidade demográfica na Sub-bacia apresentados nos Quadros 3, 4 e 5.

Gráfico 17 - Variação do Uso do Solo e da Densidade Demográfica na SB 32



Fonte: Autoria própria.

Em relação ao uso do solo na Sub-bacia SB 32, conforme valores apresentados no Quadro 14 e no Gráfico 17, houve aumento das áreas urbanizadas e industriais e das áreas de cultivo. Contudo, no ano de 2016 ainda foi observada a maior porção da área da sub-bacia por vegetação arbórea que representam 32,49% e áreas de campos, pastagens e de cultivo, as quais somadas representaram 42,59%.

Conforme apresentado no Quadro 5, o crescimento da população na Sub-bacia foi de 23,99% entre os anos de 2000 a 2016, o qual foi acompanhado pela implantação da Rede de Coleta de Esgoto (RCE), que conforme indicado no Quadro 15, abrange uma área estimada de 54,54% das áreas urbanizadas e industriais para o ano de 2016. Nesta sub-bacia a RCE se apresentou concentrada, em sua maior

parte, nos bairros Butiatuvinha e São Braz no município de Curitiba, onde a ocupação é mais consolidada.

Porém, conforme observado no Gráfico 17, houve um aumento da população no período entre 2000 a 2016 e a qualidade da água se manteve o AIQA com classificação “Medianamente Poluída” na maior parte do período avaliado. Ainda que tenha havido aumento da Rede de Coleta de Esgoto entre 2010 e 2016, foram verificadas a presença de Coliformes Fecais, Totais e/ou *E.coli*, com valores acima do preconizada na legislação para a classe do rio em praticamente todo esse período.

Considerando que foi verificado que parte significativa desta sub-bacia é ocupada por áreas de campos, pastagens e de cultivo, assim como observado para a sub-bacia SB 31, há indícios que a contaminação da água por Fósforo assim como a presença de coliformes, conforme apurado por Monaghan *et al* (2007), seja originada pelo manejo agrícola e resíduos de fezes de animais.

Os resultados para a esta sub-bacia corroboram os verificados por Huang *et al* (2013), quanto a relação entre o aumento da área construída e a degradação da a qualidade da água. Ainda se verifica a relação dos resultados obtidos para esta Sub-bacia com as conclusões obtidas por Barbosa (2012), que verificou em sua área de estudo que houve aumento da poluição hídrica onde havia maior concentração de áreas urbanas, de cultivo e de pastagens.

4.5 RESULTADOS PARA A SUB-BACIA 33 (SB 33)

A Estação de Amostragem AI 33, através da qual foi delimitada a Sub-bacia SB 33 como sua área de contribuição, está localizada no Rio Cachoeira na Jusante BR-277 no município de Campo Largo, conforme apresentado na Tabela 5. A área delimitada por esta Sub-bacia está inserida entre os municípios de Campo Magro e Campo Largo, conforme ilustrado na Figura 6.

Para este ponto de monitoramento obtiveram-se os dados dos parâmetros de Qualidade da água entre 1991 a 2010. Para os anos avaliados neste trabalho, são apresentados no Quadro 16 os valores dos Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água para os Anos Censitários de 1991, 2000 e 2010.

Quadro 16 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 33.

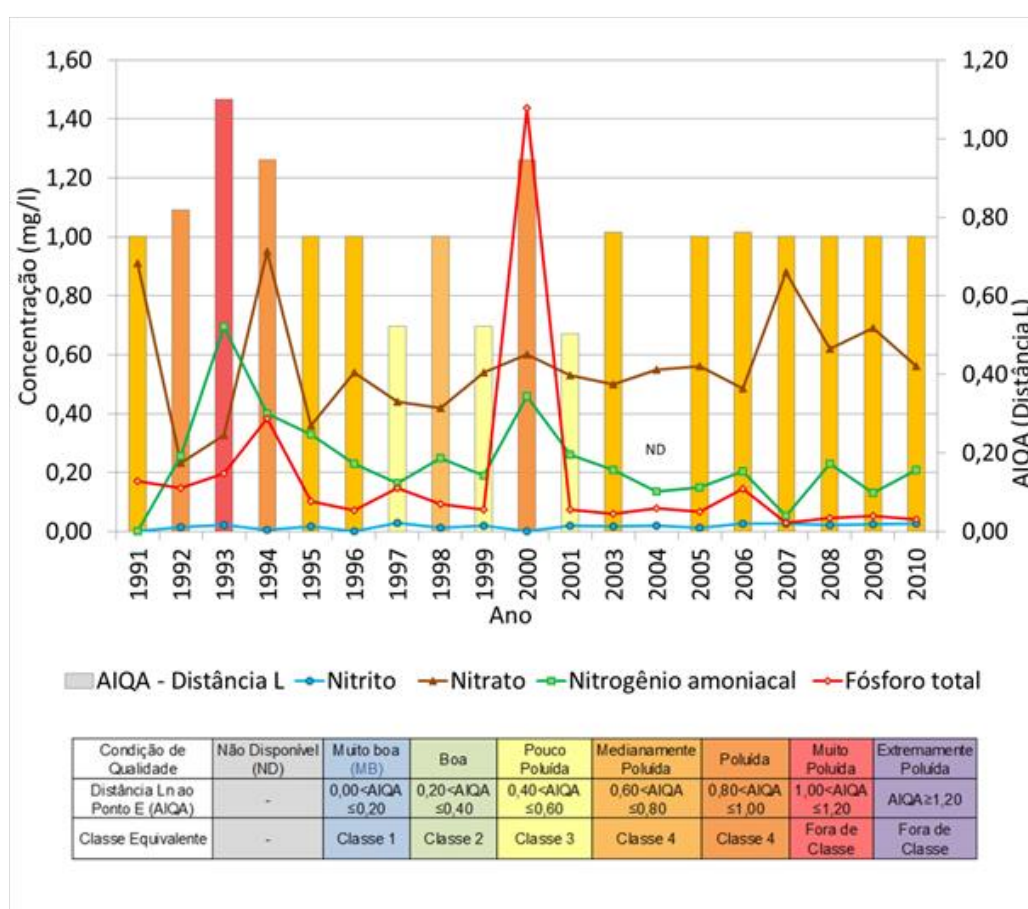
Parâmetro	Unidade	1991	2000	2010
Estação do Ano	-	Primavera	Primavera	Primavera
Número de Amostras	und.	1,00	1,00	1,00
Oxigênio dissolvido	mg/L O ₂	6,00	7,70	7,40
Saturação de O ₂	%	74,00	93,00	85,00
pH	unidades pH	7,70		7,70
Temperatura da água	°C			16,00
Temperatura do ar	°C	28,00	20,00	18,00
DBO	mg/L	1,00	28,00	2,00
DQO	mg/L	6,00	64,00	3,00
Fósforo total	mg/L P	0,17	1,44	0,04
Nitrito	mg/L N			0,03
Nitrato	mg/L N	0,91	0,60	0,56
Nitrogênio amoniacal	mg/L N		0,46	0,21
Nitrogênio kjeldhal	mg/L N	0,63	7,14	0,49
Sólidos totais	mg/L			25,00
Sólidos suspensos	mg/L	44,00		8,40
Turbidez	UNT	35,00	1750,00	11,00
<i>E. coli</i>	NMP/100 mL			17.000
Coliformes fecais	NMP/100 mL	9.000		
Coliformes totais	NMP/100 mL		999.999	79.000
Toxicidade aguda <i>D. magna</i>	FDd	1,00	1	1
Sólidos dissolvidos totais	mg/L Zn			16,60
Classe do Parâmetro		1991	2000	2010
Oxigênio dissolvido		1	1	1
pH		1	ND	1
DBO ₅		1	4	1
Fósforo total (ambiente lótico e trib. interm)		4	4	3
Nitrito		ND	ND	1
Nitrato		1	1	1
Nitrogênio amoniacal		ND	1	1
Turbidez		1	4	1
<i>E. coli</i>				4
Coliformes fecais		4	ND	ND
Coliformes totais		ND	4	ND
Classe Preponderante		1991	2000	2010
Classe Físico –Química		1	4	1
Classe Coliformes		4	4	4
(<i>Daphnia magna</i>) Ecotoxicidade		1	1	1
AIQA - Distância L		0,75	0,95	0,75
Condição de Qualidade		Medianamente Poluída	Poluída	Medianamente Poluída
Classe Equivalente		4	Fora de classe	4

Fonte: Autoria própria com base em IAP, 2018.

Em relação aos parâmetros avaliados para a Estação de Amostragem AI 33, nos anos citados no Quadro 16, não houve atendimento aos limites da Classe 2 da Resolução CONAMA 357/05 para Fósforo total e coliformes (fecais, totais e E. coli), e no ano de 2000 também para DBO₅ e Turbidez.

Nos Gráficos 18 e 19 são representadas a evolução da qualidade da água entre os anos de 1991 a 2010 para a Estação de Amostragem AI 33.

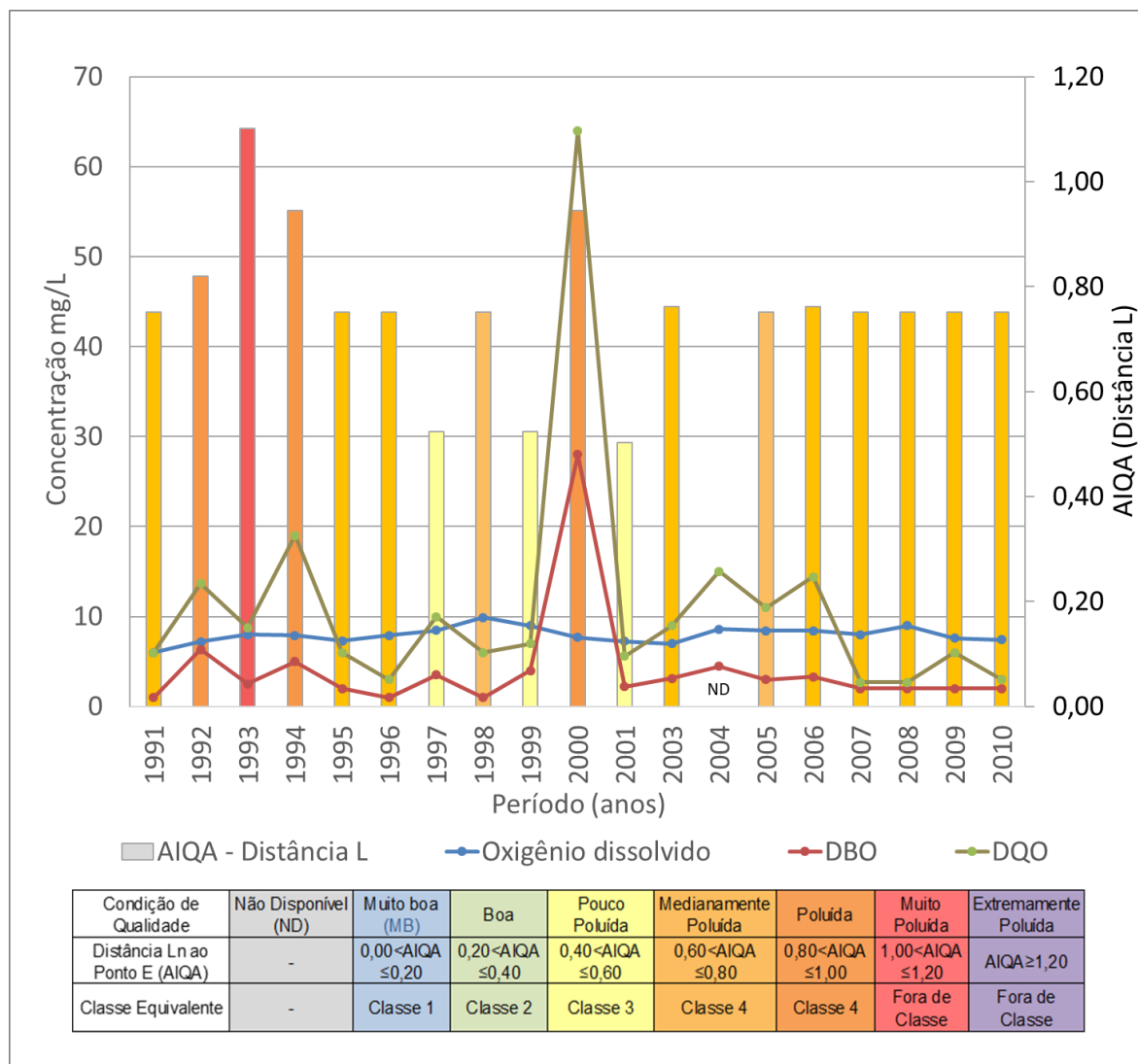
Gráfico 18 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 33



Fonte: Autoria própria.

Por via de regra, as variações observadas para a Fósforo Total no Gráfico 18, estiveram associadas as alterações das concentrações de DBO e DQO, conforme pode ser observado no Gráfico 19, estando estas também relacionadas, em sua maioria, as elevações das concentrações de coliformes fecais, coliformes totais e/ou E. Coli.

Gráfico 19 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 33



Fonte: Autoria própria.

Em relação a Análise Integrada da Qualidade da Água (AIQA), conforme apresentado no Quadro 16, esse indicador teve valores que classificaram a condição da qualidade como “Poluída” para o ano 2000 e “Medianamente Poluída” para os anos 1991 e 2010

Conforme os resultados representados nos Gráficos 18 e 19, no intervalo entre este o ano de 1991 até o ano de 2000 houve variação na qualidade da água. Assim como observado na Sub-bacia SB 32, no ano 1993 houve condição da qualidade classificada como “Muito Poluída”, que ocorreu principalmente devido a presença de Ecotoxicidade com Fator de Diluição (FDd) igual a 6.

Tal ocorrência pode indicar que houve nesse período um foco de poluição comum as duas Sub-bacias, visto que as respectivas estações amostragem estão localizadas em diferentes rios, e, por conseguinte, a estação AI 33 não recebe as contribuições originadas pela estação AI 32, conforme ilustrado na Figura 8.

Para o ano de 2000 houve aumento de coliformes totais, com número próximo a 1,000.000 NMP/100 mL, conforme apresentado no Quadro 16, indica uma intensa relação com o aumento da turbidez e dos demais parâmetros conforme apresentados nos gráficos 18 e 19.

No Quadro 17 são apresentadas as variações do uso do solo da abrangência da Rede de Coleta de Esgoto (RCE) e da densidade demográfica na Sub-bacia SB 33, para os anos censitários de 2000 e 2010.

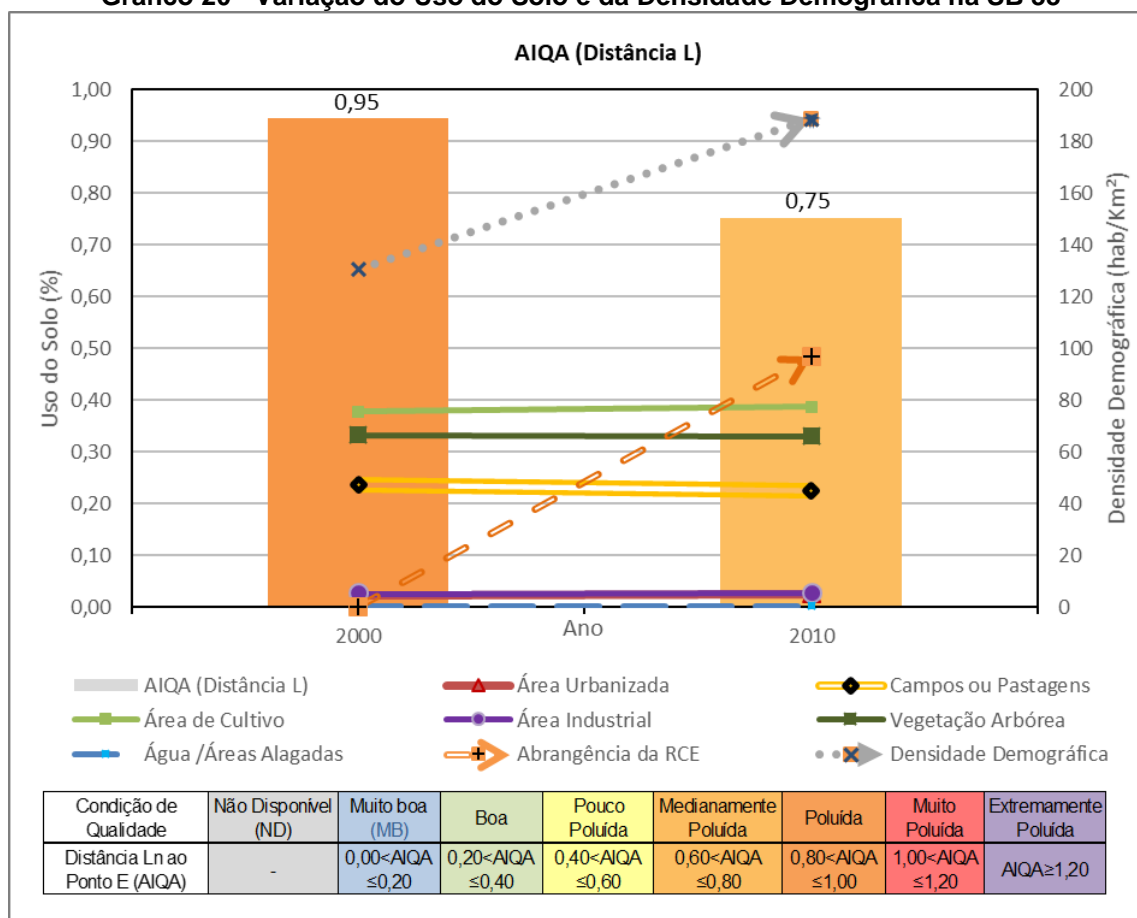
Quadro 17 - Variação do Uso do Solo e da Densidade Demográfica na SB 33

Grupo	Classe de uso do solo	2000		2010	
		Área (he)	Uso (%)	Área (he)	Uso (%)
A	Área Urbanizada / Vila	25,09	2,42%	26,15	2,52%
B	Área Industrial	28,64	2,76%	29,37	2,83%
A/B	Área de Abrangência da RCE	0,00	0,00%	26,91	48,47%
C	Área de Campos ou Pastagens	244,83	23,62%	233,84	22,56%
D	Área de Cultivo	391,29	37,74%	401,41	38,72%
E	Vegetação Arbórea	344,61	33,24%	343,69	33,15%
F	Água e Áreas Alagadas	2,26	0,22%	2,26	0,22%
Total		1.036,72	100%	1.036,72	100%

Fonte: Autoria própria.

As informações apresentadas do Quadro 17 foram representadas através do Gráfico 20, no qual também é apresentado o AIQA, conforme os valores foram apresentados no Quadro 16 para a estação de amostragem AI 33 e a densidade demográfica na Sub-bacia apresentada nos Quadros 3 e 4 para os anos de Censitários de 2000 e 2010.

Gráfico 20 - Variação do Uso do Solo e da Densidade Demográfica na SB 33



Fonte: Autoria própria.

Em relação ao uso do solo na Sub-bacia SB 33, conforme valores apresentados no Quadro 17 e no Gráfico 20, não houve variações significativas no uso do solo. Todavia, para o ano de 2010 ainda foi observado que maior porção dessa área é composta por áreas de cultivo, seguida por áreas de vegetação arbórea e de campos ou pastagens, as quais representavam 94,43 % da cobertura da sub-bacia para o ano de 2016.

Conforme apresentado no Quadro 4, o crescimento da população na Sub-bacia foi de 14,99% entre os anos de 2000 a 2010, o qual teve crescimento acompanhado pela implantação da Rede de Coleta de Esgoto (RCE), que conforme indicado no Quadro 17, abrange uma área estimada de 48,47% das áreas urbanizadas e industriais para o ano de 2016. Porém, considerando somente a área urbanizada há atendimento de toda a área do Jardim Guarany no município de Campo Magro.

Conforme pode ser observado nos Gráfico 18 e 19, a condição de qualidade da água passou de “Poluída” no ano de 2000 passando para “Medianamente Poluída”, em praticamente todo o período até 2010. Ainda que seja verificada a presença de E.coli ou coliformes acima dos limites previstos na legislação, houve diminuição em 2010 desses parâmetros em relação aos valores observados a partir de 2008, quando foi iniciada a implantação da rede de coleta de esgoto. Sendo este um forte indicativo que a implantação da RCE em 2008 nessa área contribuiu para a redução da concentração de E.coli e conseqüentemente para a manutenção da qualidade da água.

Considerando que foi verificado que parte significativa desta sub-bacia é ocupada por áreas de campos, pastagens e de cultivo, assim como observado para a sub-bacia SB 31 e SB32, há indícios que a contaminação da água por Fósforo assim como a presença de coliformes, conforme apurado por Monaghan *et al* (2007), seja originada pelo manejo agrícola e resíduos de fezes de animais.

Os resultados para esta sub-bacia também acompanham os observados a sub-bacia SB 30, SB 31 e SB 32 e corroboram os resultados obtidos por Barbosa (2012), que concluiu que as áreas que as áreas urbanas, de cultivo e de pastagens, aumentaram a poluição hídrica, como também, os verificados por Huang *et al* (2013), que indicam que o aumento da área construída tende a degradar a qualidade da água.

4.6 RESULTADOS PARA A SUB-BACIA 35 (SB 35)

A Estação de Amostragem AI 35 está localizada no Rio Ferraria, conforme apresentado na Tabela 5. A Sub-bacia SB 35 foi delimitada a partir da área de contribuição. Este ponto de monitoramento está totalmente no município de Campo Largo, conforme ilustrado na Figura 6.

Para esta Estação de Amostragem, obtiveram-se os dados dos parâmetros de Qualidade da água entre os anos de 1991 a 2012, visto que após o ano de 2012 as coletas foram descontinuadas. No Quadro 18 são apresentados, entre os anos avaliados neste trabalho, os valores dos Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água para os Anos Censitários de 1991, 2000 e 2010

Quadro 18 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 35

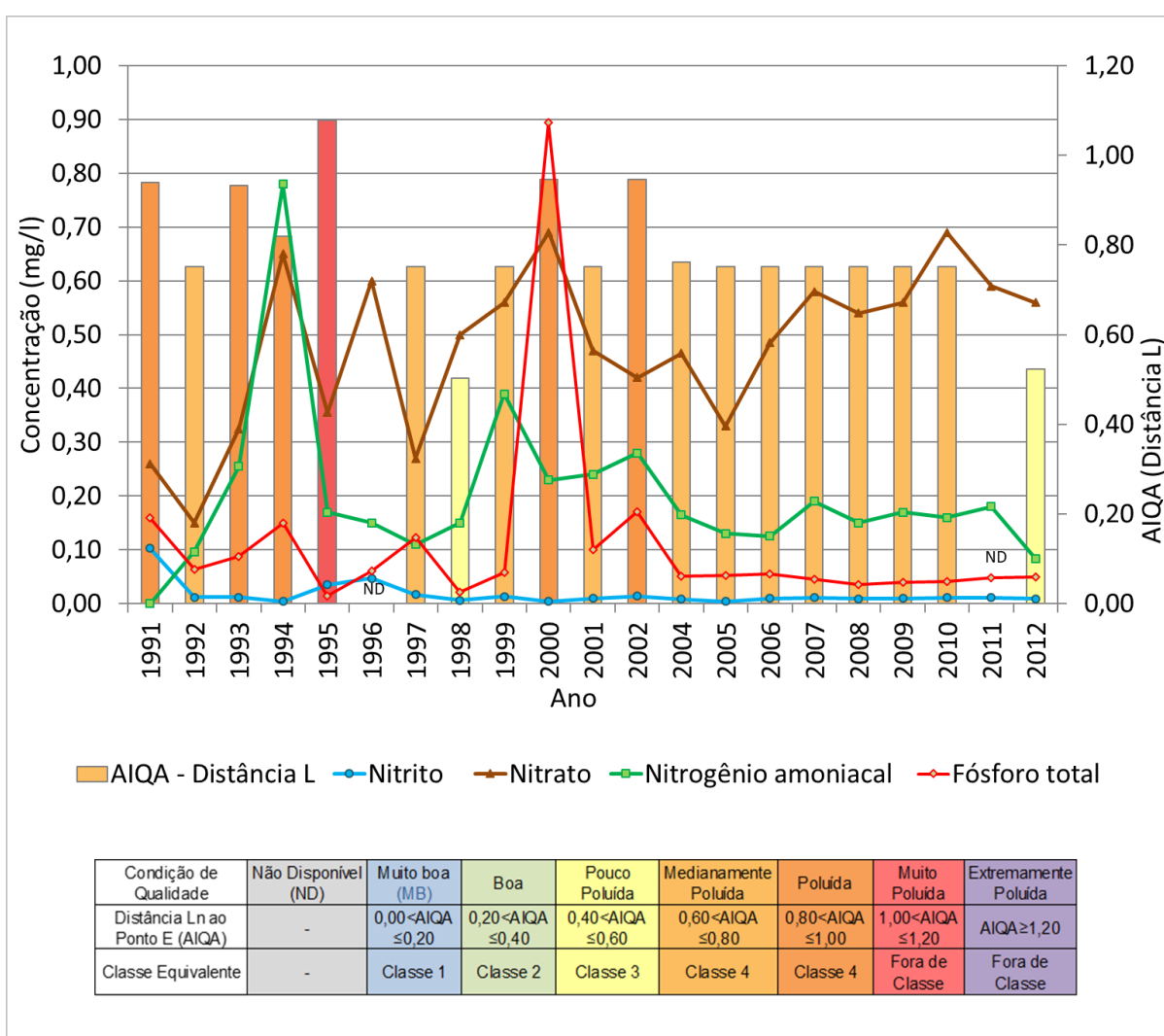
Parâmetro	Unidade	1991	2000	2010
Estação do Ano	-	Primavera	Primavera	Primavera
Número de Amostras	und.	1,00	1,00	1,00
Oxigênio dissolvido	mg/L O ₂	6,40	7,40	7,20
Saturação de O ₂	%	79,00	89,00	82,00
pH	unidades pH	7,40		7,60
Temperatura da água	°C			18,60
Temperatura do ar	°C	23,50	21,00	20,00
DBO	mg/L	2,00	6,60	2,00
DQO	mg/L	12,00	30,00	4,30
Fósforo total	mg/L P	0,16	0,90	0,04
Nitrito	mg/L N	0,10	0,00	0,01
Nitrato	mg/L N	0,26	0,69	0,69
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	< 0,01	0,23	0,16
Nitrogênio kjeldhal	mg/L N	0,15	1,37	0,47
Sólidos totais	mg/L			87,00
Sólidos suspensos	mg/L	60,00		2,40
Turbidez	UNT	65,00	800,00	15,00
<i>E. coli</i>	NMP/100 mL			49.000
Coliformes fecais	NMP/100 mL	500.000		
Coliformes totais	NMP/100 mL		999.999	130.000
Toxicidade aguda D. magna	FDd	2	1	1
Sólidos dissolvidos totais	mg/L Zn			84,60
Classe do Parâmetro		1991	2000	2010
Oxigênio dissolvido		1	1	1
pH		1	ND	1
DBO ₅		1	3	1
Fósforo total (ambiente lótico e trib. interm)		4	4	3
Nitrito		1	1	1
Nitrato		1	1	1
Nitrogênio amoniacal		ND	1	1
Turbidez		2	4	1
<i>E. coli</i>				4
Coliformes fecais		4	ND	ND
Coliformes totais		ND	4	ND
Classe Preponderante		1991	2000	2010
Classe Físico -Química		2	4	1
Classe Coliformes		4	4	4
(Daphnia magna) Ecotoxicidade		2	1	1
AIQA - Distância L		0,94	0,95	0,75
Condição de Qualidade		Poluída	Poluída	Medianamente Poluída
Classe Equivalente		Fora de classe	Fora de classe	4

Fonte: Autoria própria com base em IAP, 2018.

Em relação aos parâmetros avaliados para a Estação de Amostragem AI 35, nos anos citados no Quadro 18, não houve atendimento aos limites da legislação para Classe 2 do corpo d'água, para Fósforo total e Coliformes (Fecais, Totais e *E. coli*), no ano de 1991 para Turbidez e para no ano de 2000 para DBO₅ e Turbidez.

Nos Gráficos 21 e 22 é representada a evolução da qualidade da água entre os anos de 1991 a 2012 para a Estação de Amostragem AI 35.

Gráfico 21 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 35

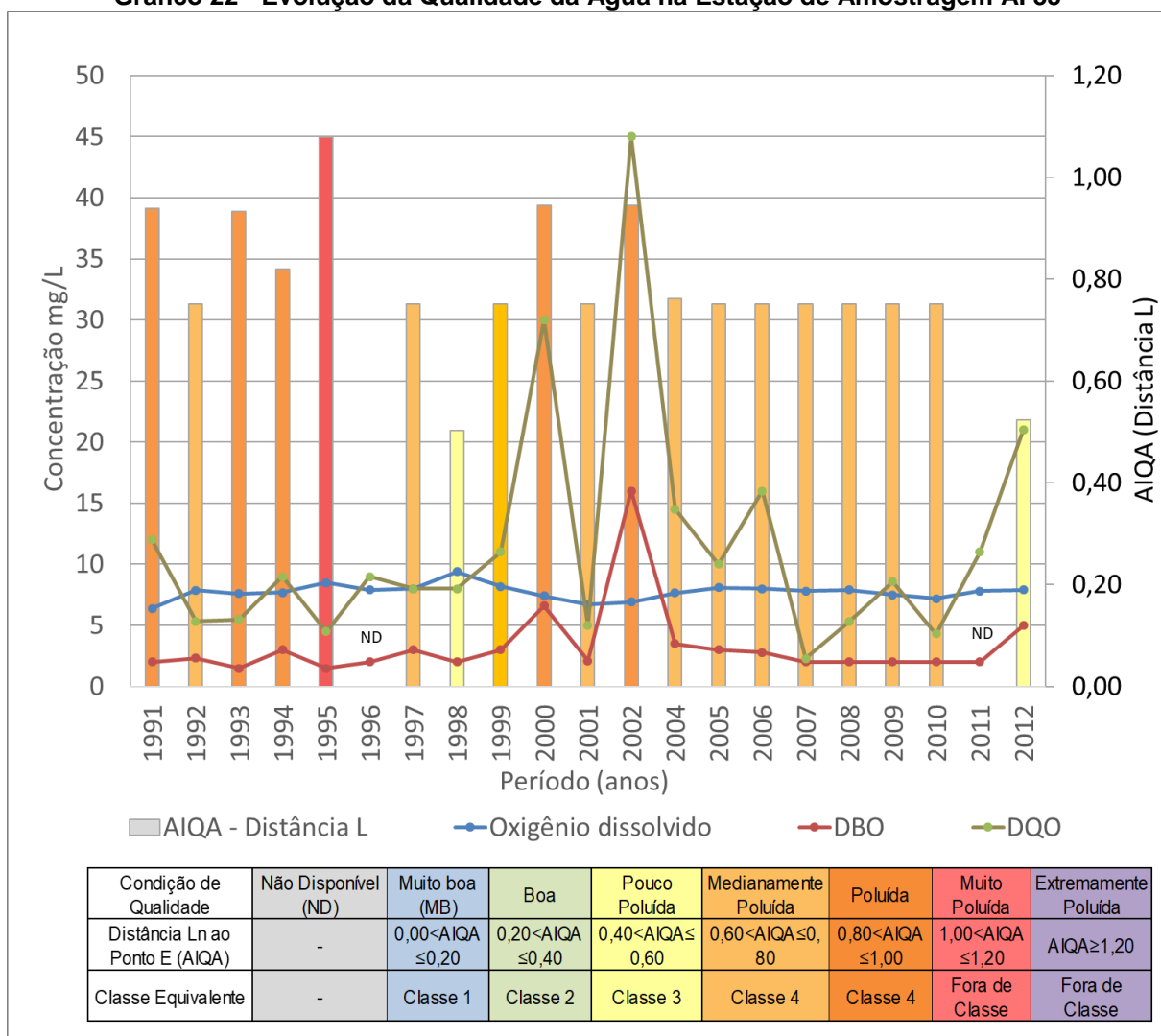


Fonte: Autoria própria.

Entre as variações observadas nos parâmetros apresentados no Gráfico 21, a título de exemplo, apresenta-se o observado para o ano de 2000. Conforme indicado no Quadro 18 a concentração de Fósforo total foi igual a 0,90 mg.L⁻¹, no mesmo ano

foi registrado o aumento da turbidez e da concentração de coliformes totais que se aproximou a 1.000.000 NMP/100 mL. As variações observadas para o Fósforo total guardam relação com as observadas para a DBO e DQO, conforme pode ser verificado no Gráfico 22.

Gráfico 22 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 35



Fonte: Autoria própria.

De maneira análoga a observada em outros pontos de monitoramento analisados, além das variações observadas para o Fósforo total, os dados desta estação de amostragem evidenciam mais nitidamente a relação habitualmente notada entre os parâmetros apresentados no Gráfico 21 e as variações da percebidas no Gráfico 22 para DBO, DQO e Oxigênio Dissolvido.

Em relação à Análise Integrada da Qualidade da Água (AIQA), conforme apresentado no Quadro 18, esse indicador teve valores que classificaram a condição da qualidade para os anos de 1991 e 2000 como “Poluída” e como “Medianamente Poluída” para o ano de 2010.

Conforme mostrado nos Gráficos 21 e 22, no ano de 1995 a condição da qualidade foi classificada como “Muito Poluída”. Ocasionalmente a presença de coliformes e aumento da Ecotoxicidade, comportamento este observado principalmente no início dos anos 1990 em outros pontos de monitoramento, que neste caso não guardam relação com as cargas originadas em outras sub-bacias visto que a sub-bacia SB 35, conforme pode ser observado na Figura 8, contribui diretamente ao rio principal, e, portanto, não recebe as cargas poluidoras originadas no interior de outras sub-bacias.

No Quadro 19 são apresentadas as variações do uso do solo da abrangência da Rede de Coleta de Esgoto (RCE) e da densidade demográfica na Sub-bacia SB 35, para os anos de 2000 e 2010.

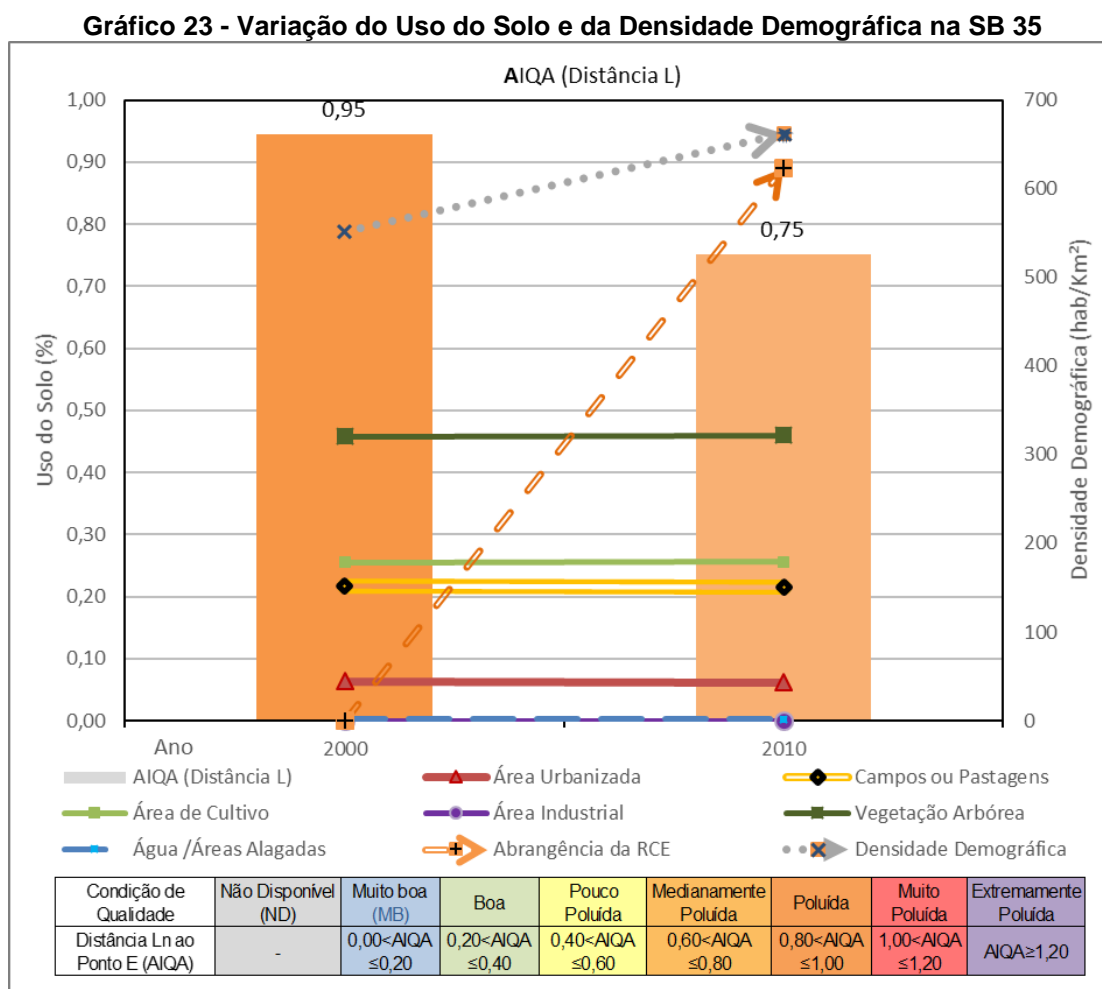
Quadro 19 - Variação do uso do Solo e da abrangência da RCE na SB 35

Grupo	Classe de uso do solo	2000		2010	
		Área (he)	Uso (%)	Área (he)	Uso (%)
A	Área Urbanizada / Vila	19,55	6,	19,48	6,28%
B	Área Industrial	0,00	0,00%	0,00	0,00%
A/B	Área de Abrangência da RCE	0,00	0,00%	17,35	89,04%
C	Área de Campos ou Pastagens	67,34	21,70%	66,59	21,46%
D	Área de Cultivo	78,99	25,46%	79,29	25,55%
E	Vegetação Arbórea	142,28	45,85%	142,81	46,02%
F	Água e Áreas Alagadas	2,13	0,69%	2,13	0,69%
Total		310,30	100%	310,30	100%

Fonte: Autoria própria.

No Gráfico 23 são representadas as informações apresentadas do Quadro 19, para os anos Censitários de 2000 e 2010, no qual ainda é apresentado o indicador da AIQA para a estação de amostragem AI 35 (conforme valores apresentados no

Quadro 18) e a densidade demográfica na Sub-bacia apresentada nos Quadros 3 e 4 para os anos de censitários de 2000 e 2010.



Fonte: Autoria própria.

Conforme pode ser observado no Quadro 19 e Gráfico 23, para o ano de 2010 foi verificada que a área da sub-bacia ainda possuía uma maior ocupação por vegetação arbórea, áreas de cultivo e de pastagens, não sendo verificadas variações significativas no uso do solo entre os anos de 2000 e 2010. Embora tenha havido aumento da densidade demográfica nesta sub-bacia, este aumento não foi acompanhado pelo crescimento das áreas urbanizadas, indicando que houve aumento da taxa de ocupação da já verificadas como urbanizadas.

Verifica-se ainda nos Gráficos 21 e 22, no 2000 a Condição de qualidade foi tida como “Poluída”, entretanto até o ano de 2010, essa condição se manteve como

“Medianamente Poluída” na maior parte desse período. Conforme pode ser observado no Gráfico 23, o aumento da população nesse período foi acompanhado pela implantação da rede de coleta de Esgoto, podendo indicar uma relação com a melhoria ou a manutenção da qualidade da água nesse período.

Na Sub-bacia SB 35, a área urbanizada está concentrada ao longo da principal via de ligação da região a Rua Mato Grosso na continuação da Rua Eduardo Estrada e está próximo ao ponto de monitoramento no rio Ferraria.

Desta forma, a situação verificada para esta sub-bacia se assemelha ao observado para a Estação de Amostragem AI 30 em relação a sub-bacia SB 30, visto que a Estação de monitoramento AI 35 também se encontra mais próximo da área urbanizada e que em suas proximidades verifica-se uma menor zona de proteção entre a área urbanizada e o rio, o que segundo concluíram Tran *et al* (2010) é um fator significativo da contaminação do corpo d'água

Outrossim, os resultados verificados para a sub-bacia SB 30, em geral, corroboram os verificados por Huang *et al* (2013), que indicam que o aumento da área construída tende a degradar a qualidade da água.

4.7 RESULTADOS PARA A SUB-BACIA 36 (SB 36)

A Sub-bacia SB 36 foi delimitada a partir da área de contribuição da Estação de Amostragem AI 36, localizada a jusante da Barragem, conforme apresentado na Tabela 5, próximo a Captação para abastecimento público.

Para esta Estação de Amostragem, obtiveram-se os dados dos parâmetros de Qualidade da água entre os anos de 1991 a 2012, visto que após o ano de 2012 as coletas foram descontinuadas. Entre os anos avaliados neste trabalho, os valores dos Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água, são apresentados no Quadro 20, para os Anos Censitários de 1991, 2000 e 2010.

Quadro 20 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 36.

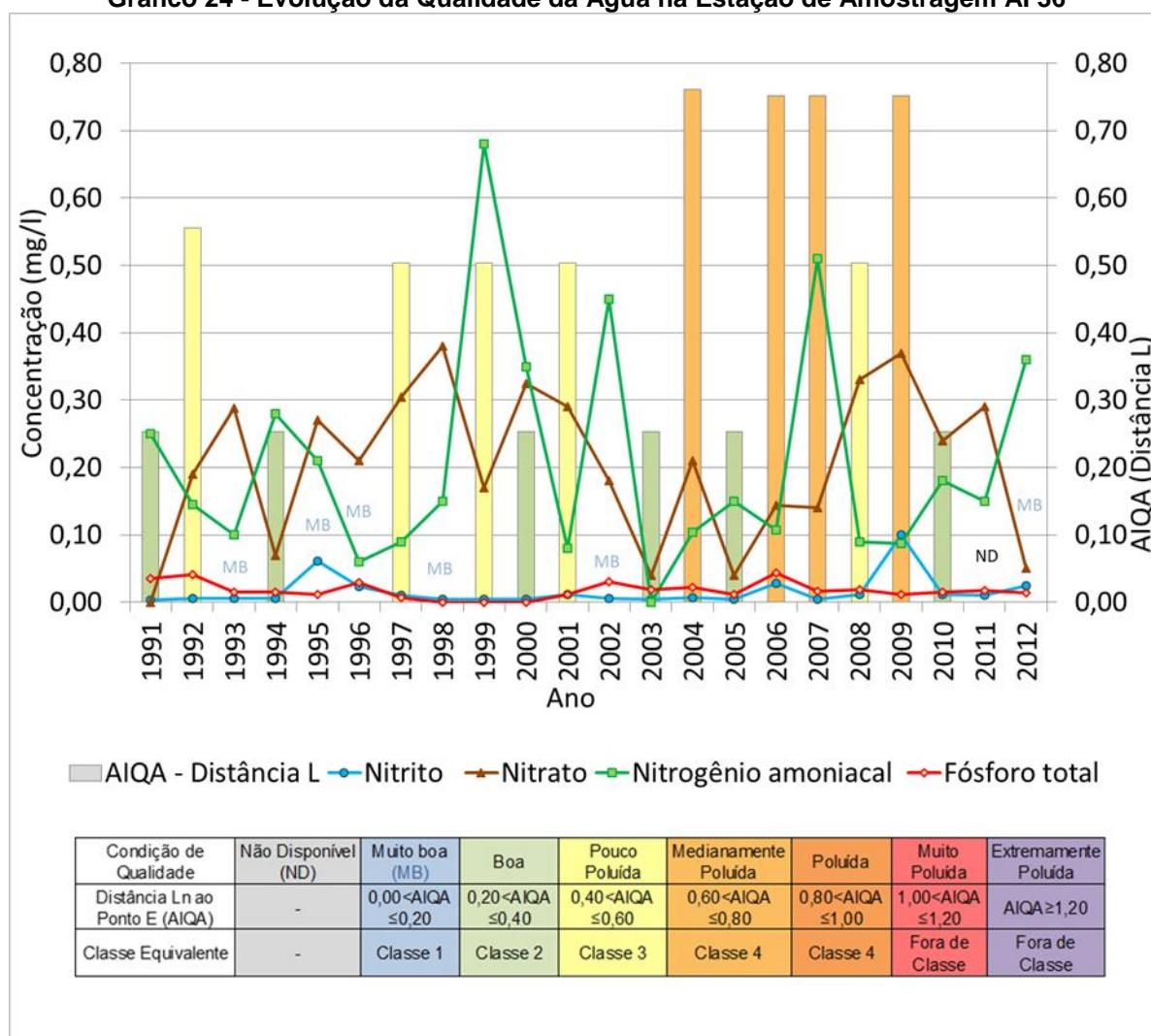
Parâmetro	Unidade	1991	2000	2010
Estação do Ano	-	Primavera	Primavera	Primavera
Número de Amostras	und.	1,00	2,00	1,00
Oxigênio dissolvido	mg/L O ₂	7,30	8,05	7,30
Saturação de O ₂	%	93,00	91,00	86,00
pH	unidades pH	7,70	7,10	7,60
Temperatura da água	°C			18,50
Temperatura do ar	°C	25,50	20,50	19,00
DBO	mg/L	1,00	1,00	2,00
DQO	mg/L	7,00	5,20	2,00
Fósforo total	mg/L P	0,04		0,02
Nitrito	mg/L N	0,00	0,01	0,01
Nitrato	mg/L N		0,33	0,24
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	0,25	0,35	0,18
Nitrogênio kjeldhal	mg/L N	0,48		0,43
Sólidos totais	mg/L			79,00
Sólidos suspensos	mg/L	9,00		6,80
Turbidez	UNT	18,00	16,50	6,60
<i>E. coli</i>	NMP/100 mL			700
Coliformes fecais	NMP/100 mL	13	300	
Coliformes totais	NMP/100 mL	1.700	5.000	1.400
Toxicidade aguda D. magna	FDd	1,00	1,00	1,00
Sólidos dissolvidos totais	mg/L Zn			72,20
Classe do Parâmetro		1991	2000	2010
Oxigênio dissolvido		1	1	1
pH		1	1	1
DBO ₅		1	1	1
Fósforo total (ambiente lêntico)		3	ND	1
Nitrito		1	1	1
Nitrato		ND	1	1
Nitrogênio amoniacal		1	1	1
Turbidez		1	1	1
<i>E. coli</i>				2
Coliformes fecais		1	2	ND
Coliformes totais		2	2	ND
Classe Preponderante		1991	2000	2010
Classe Físico -Química		1	1	1
Classe Coliformes		2	2	2
(<i>Daphnia magna</i>) Ecotoxicidade		1	1	1
AIQA - Distância L		0,25	0,25	0,25
Condição de Qualidade		Boa	Boa	Boa
Classe Equivalente		2	2	2

Fonte: Autoria própria com base em IAP, 2018.

Em relação aos parâmetros avaliados para a Estação de Amostragem AI 36, os resultados apresentados no Quadro 20 demonstraram, em geral, valores adequados em relação à Classe 2, conforme indicado na Resolução CONAMA 357/05, tendo sido verificados padrões fora dos limites previstos, a título de exemplo, para Fósforo total no ano de 1991 e E. coli no ano de 2010.

Nos Gráficos 24 e 25 é representada a evolução da qualidade da água entre os anos de 1991 a 2012 para a Estação de Amostragem AI 35.

Gráfico 24 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 36

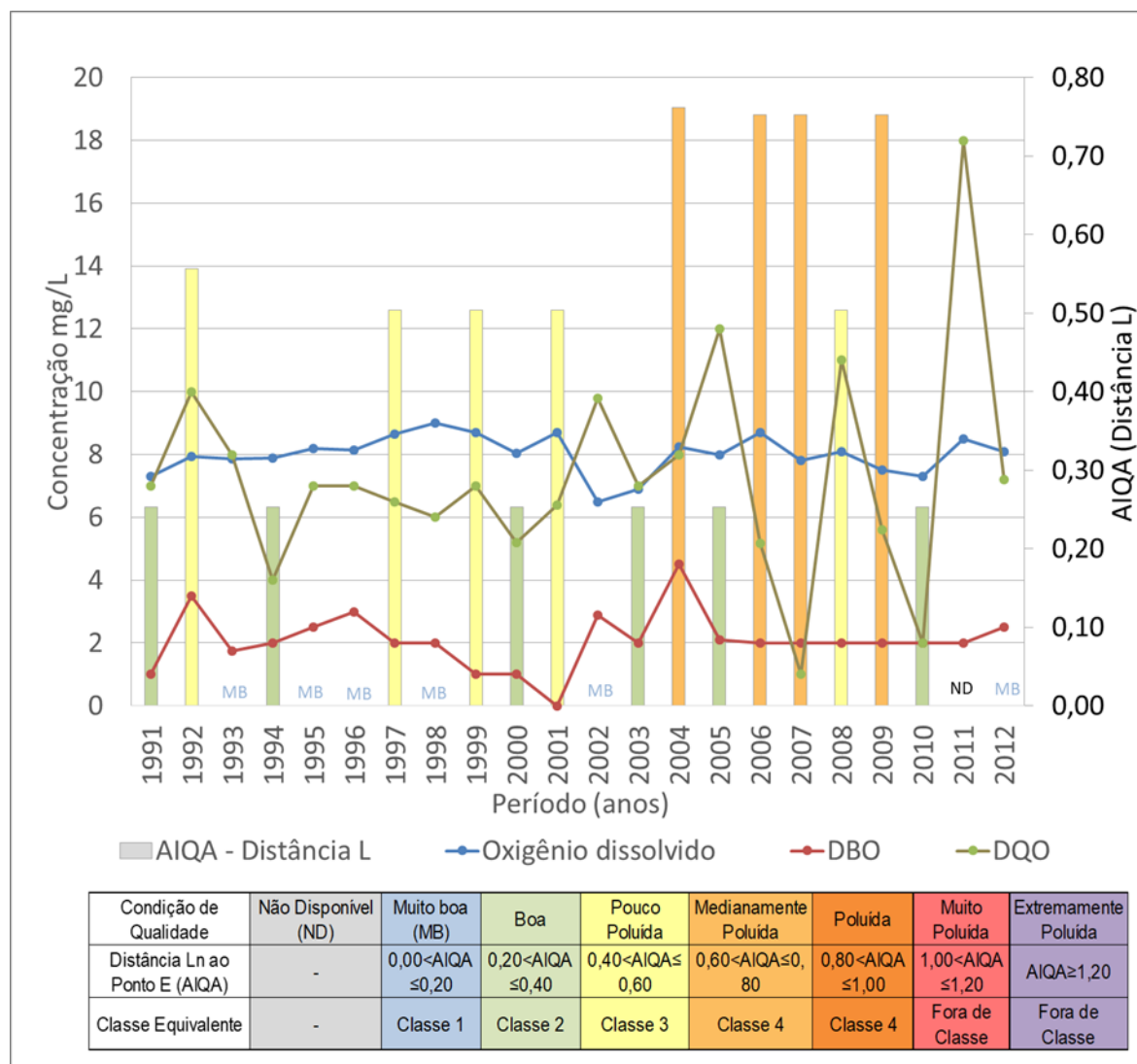


Fonte: Autoria própria.

Nos anos iniciais, após a inundação da represa que teve início no ano de 1987, houve diminuição do Fósforo total, foram acompanhadas pela redução de

Coliformes Fecais, após 1992, tendo sido verificada a condição de qualidade da água classificada como “Boa” ou “Muito Boa” até 1996.

Gráfico 25 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 36



Fonte: Autoria própria.

As variações observadas para concentrações dos parâmetros apresentadas no Gráfico 24, em especial em relação ao Nitrato e ao Nitrogênio Amoniacal, quase sempre, estiveram vinculadas as alterações da DBO e DQO, no mesmo período ou em períodos próximos.

Em relação ao indicador da Análise Integrada da Qualidade da Água (AIQA), para os anos apresentados no Quadro 20, esse indicador teve valores que classificaram a condição da qualidade como classificada como “Boa”, a qual foi tida

nessa condição ou como “Muito Boa” na maior parte do período avaliado, conforme pode ser observado nos Gráficos 24 e 25. Nos anos em que houve diminuição da qualidade, a exemplo do período entre 2004 a 2009, a diminuição da qualidade, ocorre devido ao aumento das concentrações de coliformes fecais e/ou *Escherichia Coli*.

No quadro 21 são apresentadas as variações do uso do solo da abrangência da Rede de Coleta de Esgoto (RCE) na Sub-bacia SB 36, para os anos de 2000, e 2010.

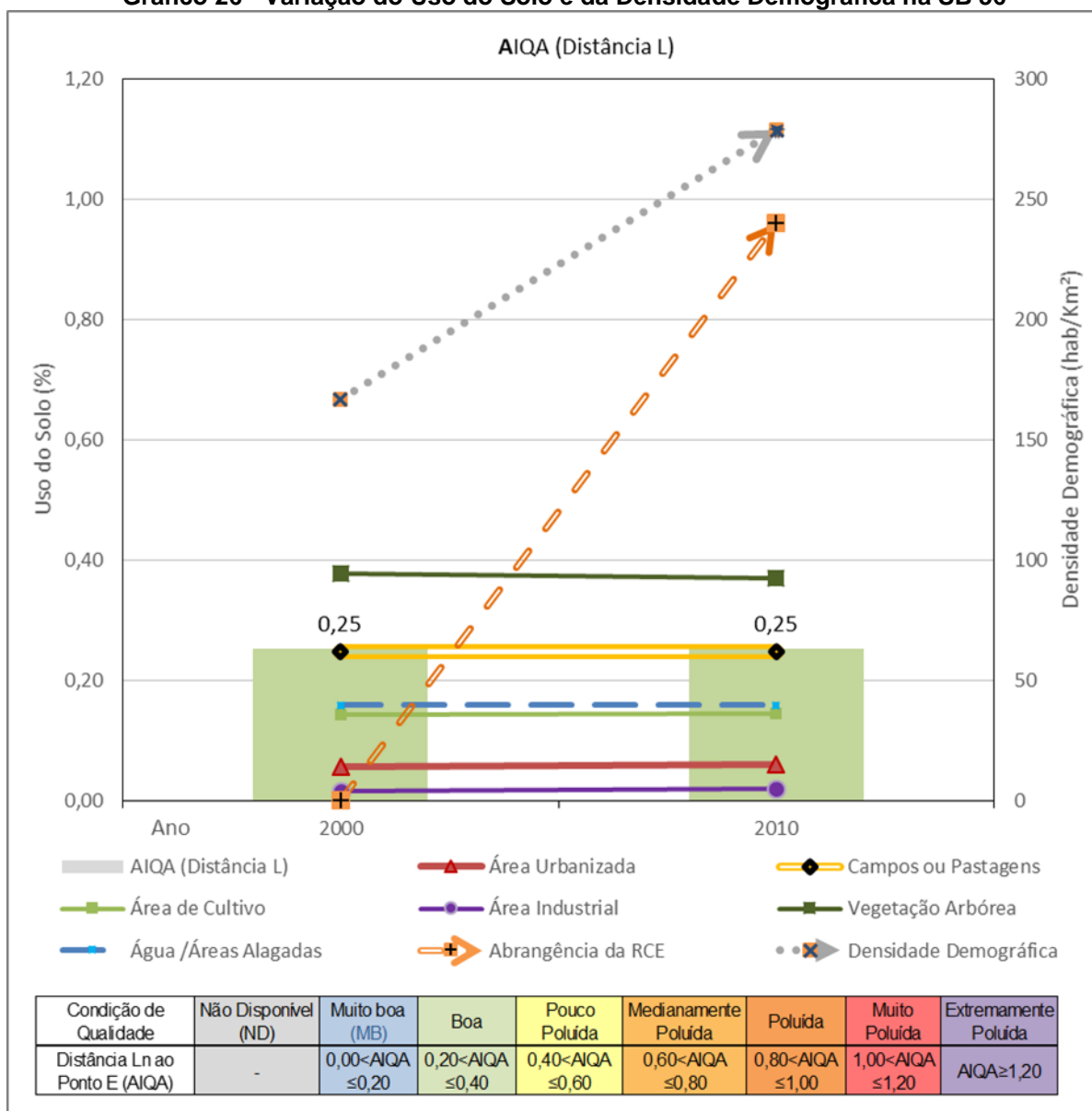
Quadro 21 - Variação do Uso do Solo e da Densidade Demográfica na SB 36

Grupo	Classe de uso do solo	2000		2010	
		Área (he)	Uso (%)	Área (he)	Uso (%)
A	Área Urbanizada / Vila	276,38	5,69%	288,69	5,94%
B	Área Industrial	82,26	1,69%	95,83	1,97%
A/B	Área de Abrangência da RCE	0,00	0,00%	334,29	86,94%
C	Área de Campos ou Pastagens	1204,26	24,77%	1204,54	24,78%
D	Área de Cultivo	693,84	14,27%	702,65	14,45%
E	Vegetação Arbórea	1833,85	37,72%	1798,87	37,00%
F	Água e Áreas Alagadas	770,84	15,86%	770,84	15,86%
Total		4.861,43	100%	4.861,43	100%

Fonte: Autoria própria.

No Gráfico 26 são representadas as informações apresentadas do Quadro 21, para os anos Censitários de 2000 e 2010, no qual ainda é apresentado o indicador da AIQA para a estação de amostragem AI 35 (conforme valores apresentados no Quadro 20) e a densidade demográfica na Sub-bacia apresentada nos Quadros 3 e 4 para os anos de censitários de 2000 e 2010.

Gráfico 26 - Variação do Uso do Solo e da Densidade Demográfica na SB 36



Fonte: Autoria própria.

Em relação ao uso do solo na Sub-bacia SB 36, conforme pode ser observado no Quadro 21 e no Gráfico 26, não ocorreram variações significativas. O crescimento da densidade demográfica nesta sub-bacia, não foi acompanhado pelo das áreas urbanizadas, indicando um comportamento observado em outras sub-bacias onde o aumento da poluição foi atribuído ao aumento da taxa de ocupação em regiões já afetadas anteriormente por processos de urbanização.

A Estação de Amostragem AI 36 devido a sua localização na represa a jusante da barragem, possui importância quanto a verificação da qualidade da água que será captada para o abastecimento público.

Contudo, a comparação entre o uso do solo e qualidade da água nesta sub-bacia é mais complexa, devido às sabidas diferenças entre os ambientes lóticos e lênticos quanto ao comportamento de sedimentos e nutrientes transportados até esses ambientes, os quais neste último ficam depositados, por exemplo, em sua maioria no fundo de lagos ou represas.

Entretanto, conforme pode ser observado no Quadro 21 e no Gráfico 26, há evidências que a manutenção das condições do uso do solo como a preservação das áreas de vegetação arbórea, contribuiu para a manutenção da qualidade neste ponto de monitoramento.

Ainda a diminuição das concentrações de *Escherichia Coli* após o ano de 2010, assinala uma relação com a implantação da Rede de Coleta de Esgoto na área da Sub-bacia ocorrida após o ano de 2007 a qual para o ano de 2010 tinha abrangência 86,94% das áreas urbanizadas ou industriais. Entretanto, a presença da rede de esgoto não indica necessariamente que as residências circundantes estejam efetivamente ligadas a ela.

4.8 RESULTADOS PARA A SUB-BACIA 37 (SB 37)

A Estação de Amostragem AI 37, conforme ilustrado na Figura 6 e está localizada no Rio Passaúna nas proximidades do bairro Capela Velha, conforme apresentado na Tabela 5, e sua respectiva área de contribuição delimitada pela Sub-bacia SB 37 está no município de Araucária, em parte dos bairros Capela Velha e Chapada.

Para este ponto de monitoramento obtiveram-se os dados dos parâmetros de Qualidade da água entre 1991 a 2010. Entre os anos avaliados neste trabalho, são apresentados para os anos de 1991, 2000 e 2010, os valores Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água no Quadro 21.

Quadro 21 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 37.

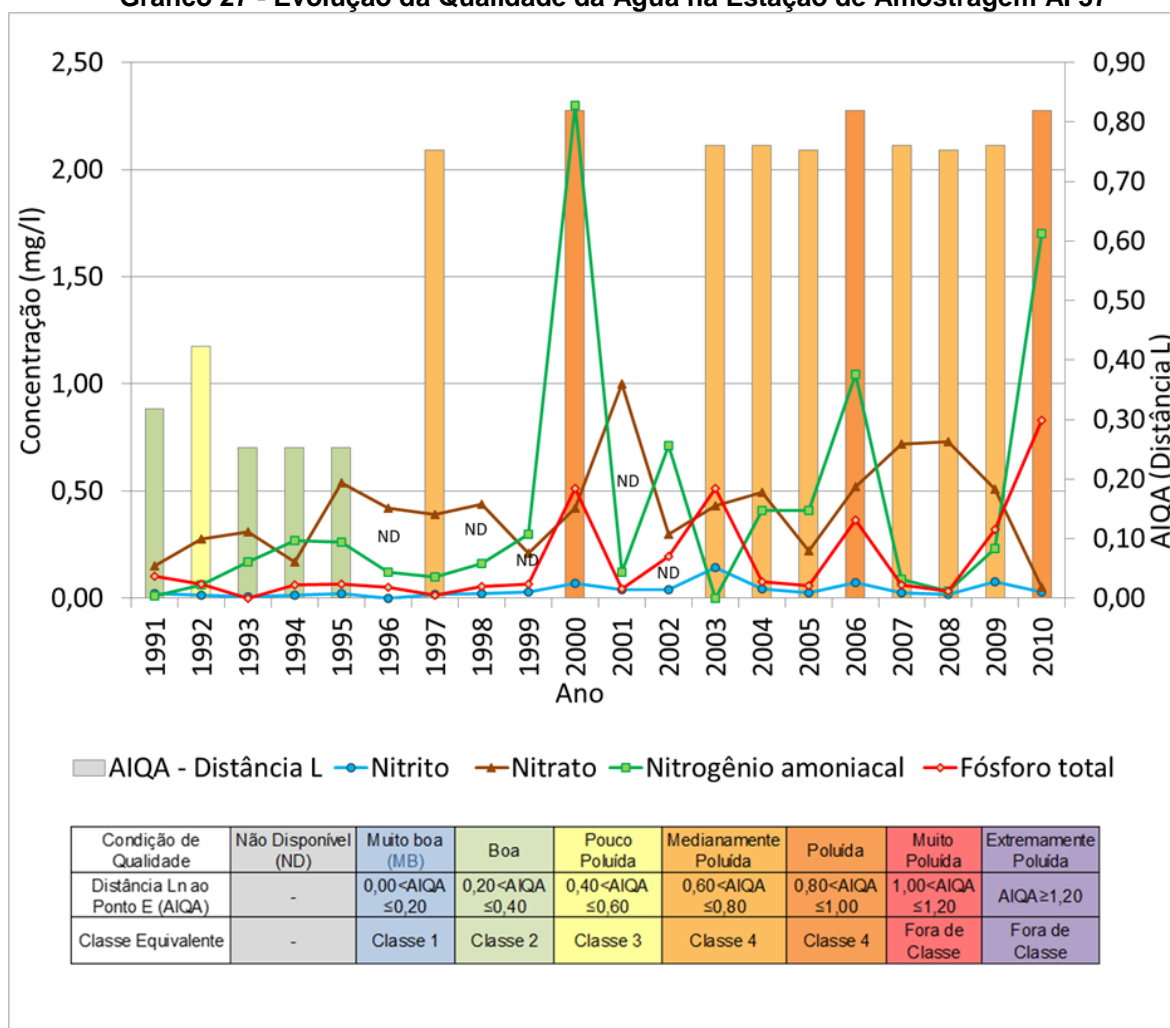
Parâmetro	Unidade	1991	2000	2010
Estação do Ano	-	Primavera	Primavera	Primavera
Número de Amostras	und.	1,00	1,00	1,00
Oxigênio dissolvido	mg/L O ₂	5,90	4,30	1,10
Saturação de O ₂	%	71,00	57,00	13,00
pH	unidades pH	7,40		7,30
Temperatura da água	°C			17,30
Temperatura do ar	°C	25,50	31,00	21,00
DBO	mg/L	3,00	4,70	13,00
DQO	mg/L	7,00	8,50	26,00
Fósforo total	mg/L P	0,10	0,51	0,83
Nitrito	mg/L N	0,02	0,07	0,03
Nitrato	mg/L N	0,15	0,42	0,05
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	0,01	2,30	1,70
Nitrogênio kjeldhal	mg/L N	0,30	4,60	3,20
Sólidos totais	mg/L			167,00
Sólidos suspensos	mg/L	11,00	12,00	5,60
Turbidez	UNT	18,00	18,00	12,00
<i>E. coli</i>	NMP/100 mL			2.400.000
Coliformes fecais	NMP/100 mL	130	30.000	
Coliformes totais	NMP/100 mL	1.700	300.000	3.500.000
Toxicidade aguda D. magna	FDd	1,00	1,00	1,00
Sólidos dissolvidos totais	mg/L Zn			161,40
Classe do Parâmetro		1991	2000	2010
Oxigênio dissolvido		2	3	Fora de Classe
pH		1	ND	1
DBO ₅		1	2	4
Fósforo total (ambiente lótico e trib. interm)		3	4	4
Nitrito		1	1	1
Nitrato		1	1	1
Nitrogênio amoniacal		1	1	1
Turbidez		1	1	1
<i>E. coli</i>				4
Coliformes fecais		1	4	ND
Coliformes totais		2	4	ND
Classe Preponderante		1991	2000	2010
Classe Físico -Química		2	3	3
Classe Coliformes		2	4	4
(Daphnia magna) Ecotoxicidade		1	1	1
AIQA - Distância L		0,32	0,82	0,82
Condição de Qualidade		Boa	Poluída	Poluída
Classe Equivalente		2	Fora de classe	Fora de classe

Fonte: Autoria própria com base em IAP, 2018.

Os resultados apresentados no Quadro 21 demonstraram que não houve atendimento para diversos parâmetros avaliados para a Estação de Amostragem AI 37 nos anos de 2000 e 2010.

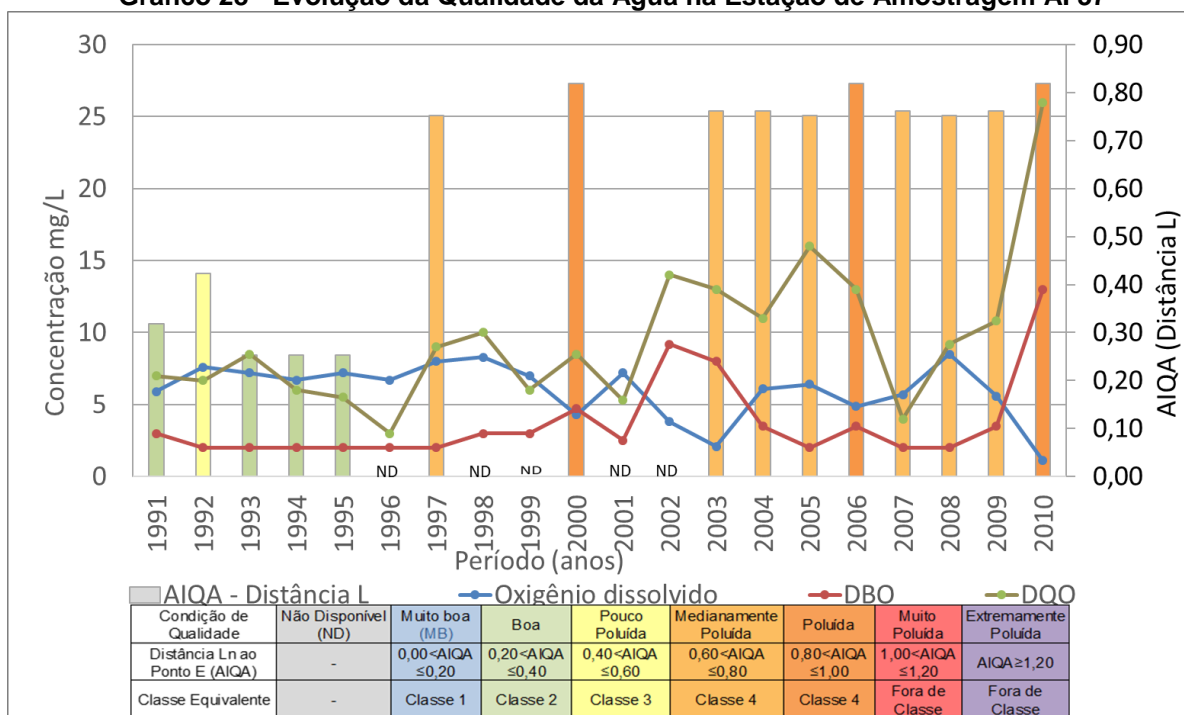
Nos Gráficos 27 e 28 é representada a evolução da qualidade da água entre os anos de 1991 a 2010 para a Estação de Amostragem AI 37.

Gráfico 27 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 37



Fonte: Autoria própria.

Entre as variações observadas no Gráfico 27, pode-se destacar as ocorrências registradas nos anos de 2000 e 2010. Com o aumento das concentrações de Fósforo Total e Nitrogênio Amoniacal. Conforme pode ser observado no Gráfico 28 nos anos de 2000 e 2010, também houve a diminuição das concentrações de Oxigênio dissolvido e a aumento da DQO e da DBO.

Gráfico 28 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 37

Fonte: Autoria própria.

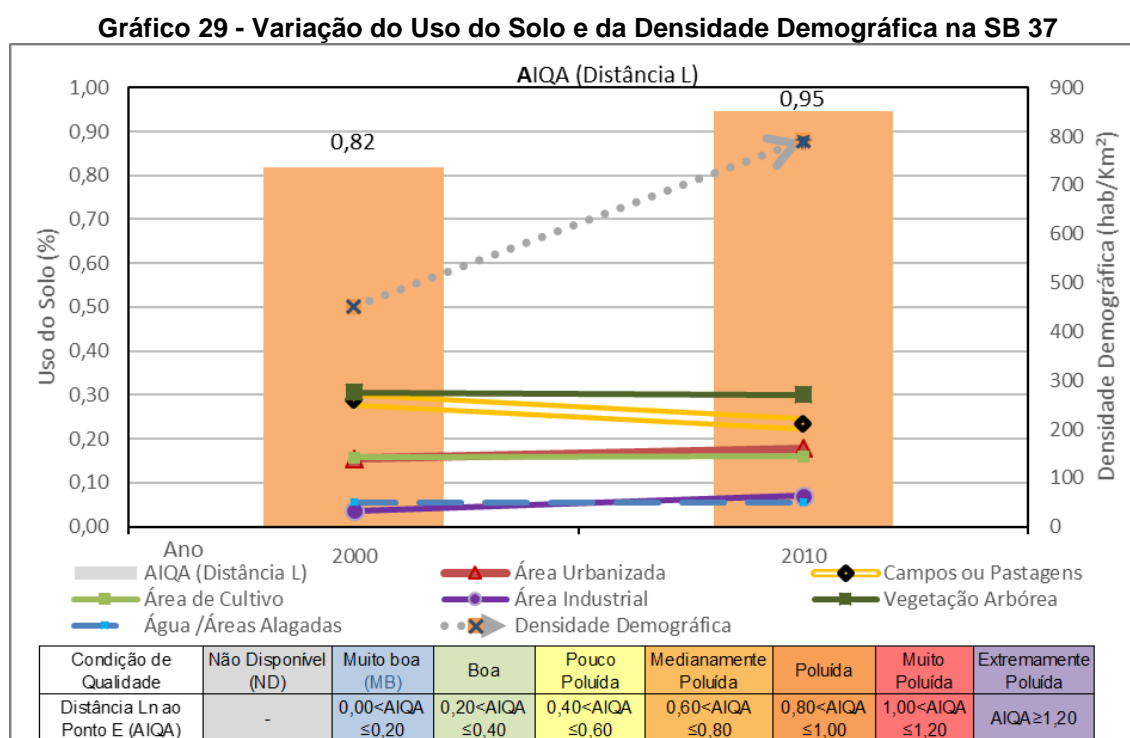
No Quadro 22 são apresentadas as variações do uso do solo na Sub-bacia SB 36, para os anos de 2000 e 2010. As informações indicadas do Quadro 22, para os anos Censitários de 2000 e 2010, são representadas no Gráfico 29 no qual também é apresentado para os anos de censitários de 2000 e 2010, o indicador da AIQA para a estação de amostragem AI 36 (conforme valores apresentados no Quadro 21) e a densidade demográfica na Sub-bacia apresentada nos Quadros 3 e 4.

Quadro 22 - Variação do Uso do Solo e da Densidade Demográfica na SB 37

Grupo	Classe de uso do solo	2000		2010	
		Área (he)	Uso (%)	Área (he)	Uso (%)
A	Área Urbanizada / Vila	389,62	15,52%	447,50	17,83%
B	Área Industrial	91,97	3,66%	176,10	7,01%
A/B	Área de Abrangência da RCE	0,00	0,00%	35,48	5,69%
C	Área de Campos ou Pastagens	725,63	28,90%	589,94	23,50%
D	Área de Cultivo	395,73	15,76%	401,43	15,99%
E	Vegetação Arbórea	766,74	30,54%	754,72	30,06%
F	Água e Áreas Alagadas	140,79	5,61%	140,79	5,61%
Total		2.510,48	100%	2.510,48	100%

Fonte: Autoria própria.

As informações indicadas do Quadro 22, para os anos Censitários de 2000 e 2010, são representadas no Gráfico 29 no qual também é apresentado para os anos de censitários de 2000 e 2010, o indicador da AIQA conforme valores apresentados no Quadro 21 para a estação de amostragem AI 36 e a densidade demográfica na Sub-bacia apresentada nos Quadros 3 e 4.



Fonte: Autoria própria.

Quanto ao uso do solo na Sub-bacia SB 37, há uma maior porção de sua área cobertura dominada por áreas de vegetação arbórea seguida por áreas campos ou pastagens. Assim como observado para a Sub-bacia SB 30, SB 31 o aumento da densidade demográfica nesta sub-bacia, este não foi acompanhado pelo aumento das áreas urbanizadas, indicando que o aumento da taxa de ocupação devido ao aumento da área construída das regiões já afetadas anteriormente por processos de urbanização. Também não foi identificada a presença de rede de coleta de esgoto na área desta sub-bacia até o ano de 2010, a qual só começou a ser implantada após esse ano.

As variações observadas nos 2000 e 2010 observadas nos gráficos 27 e 28 indicam uma relação entre o aumento das concentrações de Coliformes Fecais e

Escherichia Coli, respectivamente. A perda de qualidade da água no ano 2000 pelo aumento desses parâmetros indica uma provável relação com o aumento da população na região que, conforme pode ser observado no Quadro 3, entre 1991 e 2000 teve um aumento de 75,11%.

Entre os anos de 2000 e 2010, quando a condição de qualidade variou entre “Medianamente Poluída” e “Poluída”, as concentrações de Fósforo total estiveram acima da permitida da classe do corpo d’água durante todo o período avaliado, as quais foram acompanhadas pelo aumento das concentrações de coliformes (E. Coli e ou Fecais) a partir de 1997, tendo atingido 2.400.000 NMP/100 mL para E. coli no ano de 2010, conforme pode ser observado no Gráfico 22.

Quando comparada a condição de qualidade deste ponto de monitoramento em relação ao ponto imediatamente a sua montante, a Estação de Amostragem AI 36, verifica-se uma perda de qualidade na estação de Amostragem AI 37, após o recebimento das contribuições de escoamento geradas no interior da Sub-bacia SB 37, que conforme pode ser verificado nos gráficos e nos Quadros 19 e 21, para os anos de 2000 e 2010, a condição de qualidade na Estação de Amostragem AI 36 foi “Boa” e na AI 37 foi classificada como “Poluída”

Os resultados para esta sub-bacia acompanham os observados para a sub-bacia corroboram os verificados por Barbosa (2012) e Huang *et al* (2013), que concluíram, respectivamente, que as áreas urbanas, de cultivo e de pastagens, aumentam a poluição hídrica e que indicam que o aumento da área construída tende a degradar a qualidade da água.

4.9 RESULTADOS PARA A SUB-BACIA S11

A Estação de Amostragem AI 11, através da qual foi delimitada a Sub-bacia SB 11 como área sua área de contribuição, está localizada no Rio Passaúna na Campina das Pedras no município de Araucária, conforme apresentado na Tabela 5.

Para este ponto de monitoramento obtiveram-se os dados dos parâmetros de Qualidade da água entre 1991 a 2016. Entre os anos avaliados neste trabalho, os valores dos Parâmetros de Qualidade da Água para os anos de 1991, 2000, 2010 e 2016, são apresentados no Quadro 24.

Quadro 24 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 11.

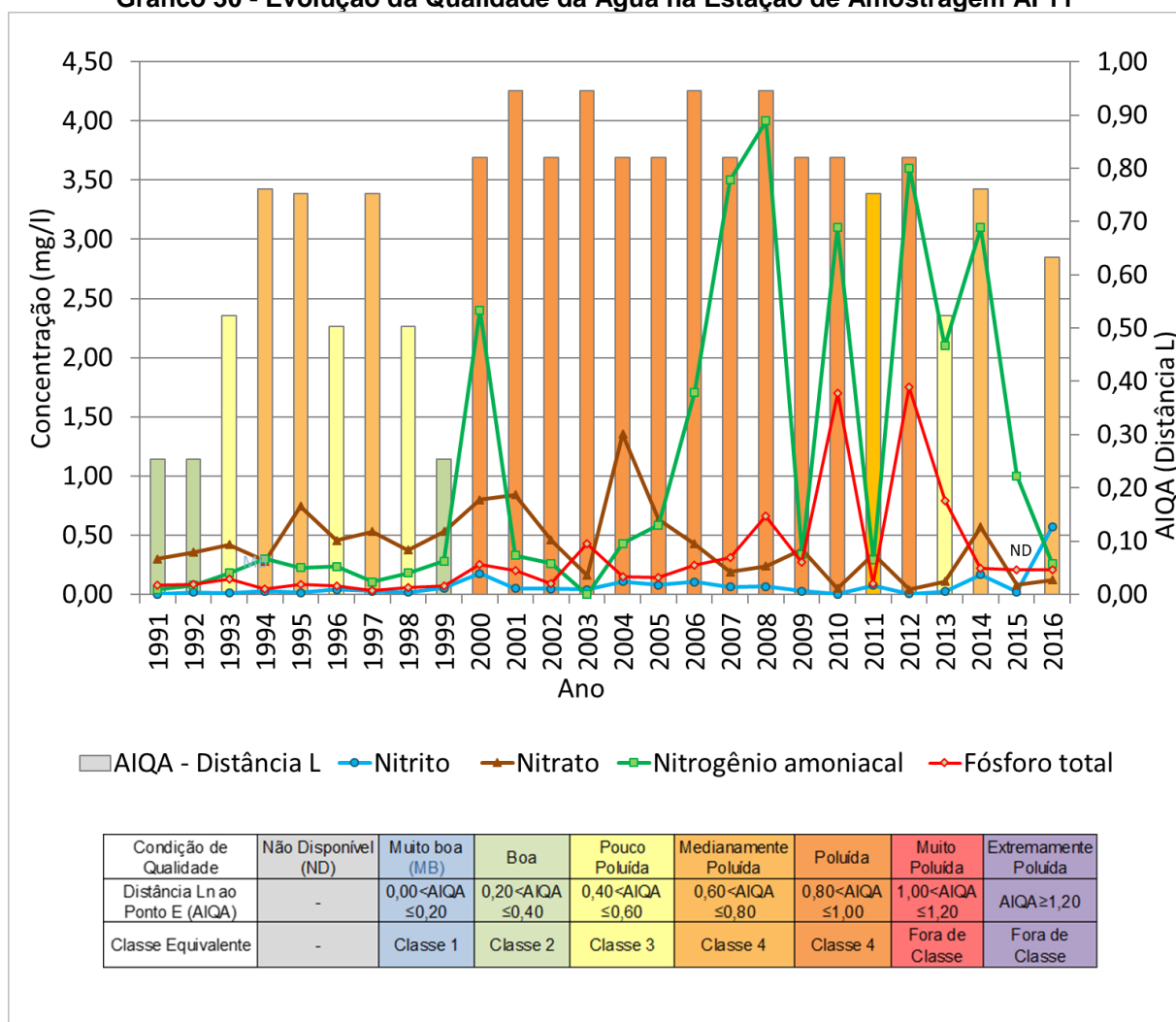
Parâmetro	Unidade	1991	2000	2010	2016
Estação do Ano	-	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera
Número de Amostras	und.	1,00	1,00	0,00	1,00
Oxigênio dissolvido	mg/L O ₂	5,30	5,90	0,30	4,60
Saturação de O ₂	%	67,00	80,00	3,00	51,00
pH	unidades pH	7,90	6,90	7,30	7,20
Temperatura da água	°C	ND		18,00	15,50
Temperatura do ar	°C	24,00	24,00	21,00	17,00
DBO	mg/L	4,00	9,20	16,00	7,20
DQO	mg/L	22,00	13,00	32,00	14,80
Fósforo total	mg/L P	0,08	0,26	1,70	NA
Nitrito	mg/L N	0,00	0,18	0,00	0,57
Nitrato	mg/L N	0,30	0,80	0,05	0,12
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	0,04	2,40	3,10	0,26
Nitrogênio kjeldhal	mg/L N	0,36	3,26	4,90	1,80
Sólidos totais	mg/L	ND	ND	205,00	2,10
Sólidos suspensos	mg/L	34,00	ND	10,00	183,00
Turbidez	UNT	21,00	24,00	22,00	10,00
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL	ND	ND	2.200.000	20,00
Coliformes fecais	NMP/100 mL	170	50.000	ND	11000
Coliformes totais	NMP/100 mL	430	300.000	ND	0,00
Toxicidade aguda D. magna	FDd	1	1	1	1,00
Sólidos dissolvidos totais	mg/L Zn	ND	ND	0,00	0,00
Classe do Parâmetro		1991	2000	2010	2016
Oxigênio dissolvido		2	2	Fora de Classe	3
pH		1	1	1	1
DBO ₅		2	3	4	3
Fósforo total		1	4	4	
Nitrito		1	1	1	1
Nitrato		1	1	1	1
Nitrogênio amoniacal		1	1	1	1
Turbidez		1	1	1	1
E. coli		ND	ND	4	1
Coliformes fecais		1	4	ND	4
Coliformes totais		1	4	ND	1
Classe Preponderante		1991	2000	2010	2016
Classe Físico -Química		2	3	3	3
Classe Coliformes		1	4	4	3
(Daphnia magna) Ecotoxicidade		1	1	1	1
AIQA - Distância L		0,25	0,82	0,82	0,63
Condição de Qualidade		Boa	Poluída	Poluída	Medianamente Poluída
Classe Equivalente		2	Fora de classe	Fora de classe	4

Fonte: Autoria própria com base em IAP, 2018.

Conforme pode ser observado no Quadro 24, nos anos de 2000 e 2010, quando a Condição de qualidade da água foi considerada “Poluída” e em 2016 quando foi classificada como “Medianamente Poluída”, as concentrações foram superiores aos limites de exigidos para a classe 2 da Resolução CONAMA 357/05, para os parâmetros DBO₅, Fósforo, Coliformes termotolerantes (*E.coli* ou Fecais) e para Oxigênio Dissolvido (exceto para o ano de 2000).

Nos Gráficos 30 e 31 é representada a evolução da qualidade da água entre os anos de 1991 a 2016 para a Estação de Amostragem AI 11.

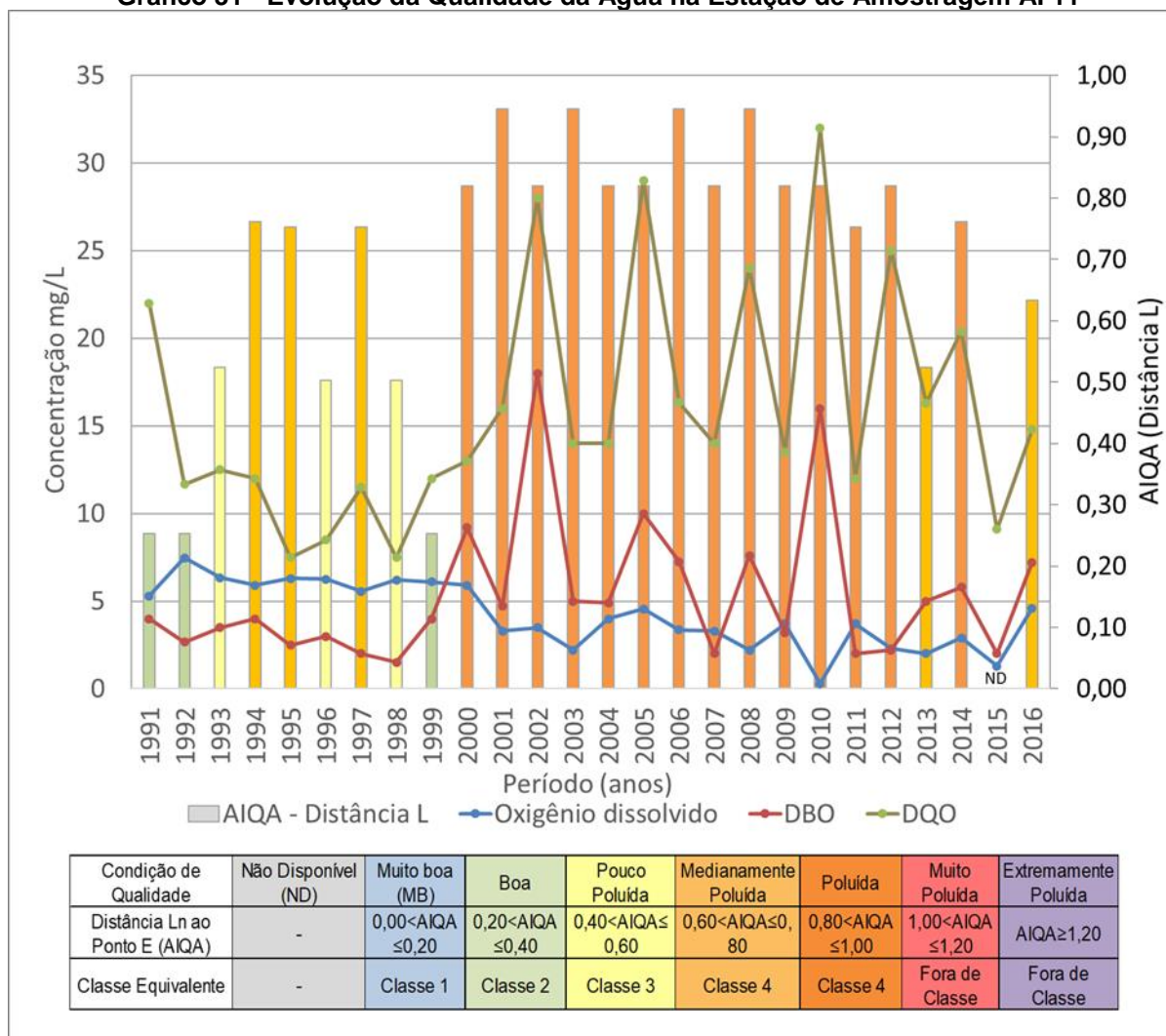
Gráfico 30 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 11



Fonte: Autoria própria.

Entre as variações observadas no Gráfico 30, como exemplo, destaca-se o comportamento observado no ano de 2010 em que houve aumento das concentrações de Fósforo Total e Nitrogênio Amoniacal, as quais conforme indicado no Quadro 24, foram de 1,7 e 3,10 mg/L.

Gráfico 31 - Evolução da Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 11



Fonte: Autoria própria.

Através da comparação entre o Gráficos 30 e o Gráfico 31, pode ser observado que as variações observadas para a DBO e DQO, quase sempre foram acompanhadas pelas as alterações das concentrações de Fósforo Total, Nitrogênio Amoniacal, no mesmo período ou nos anos subsequentes, estando ocorrências registradas juntamente as variações de coliformes Fecais ou E. Coli.

Após o ano de 2010, a qualidade da água se manteve “Medianamente Poluída” na maior parte do período sendo apenas em 2016 que apresentou uma condição “Medianamente Poluída”.

A área delimitada por esta Sub-bacia está inserida em sua maioria no município de Araucária, conforme ilustrado na Figura 6. No Quadro 23 são apresentadas as variações do uso do solo da abrangência da Rede de Coleta de Esgoto (RCE) e da densidade demográfica na Sub-bacia SB 11, para os anos de 2000, 2010 e 2016.

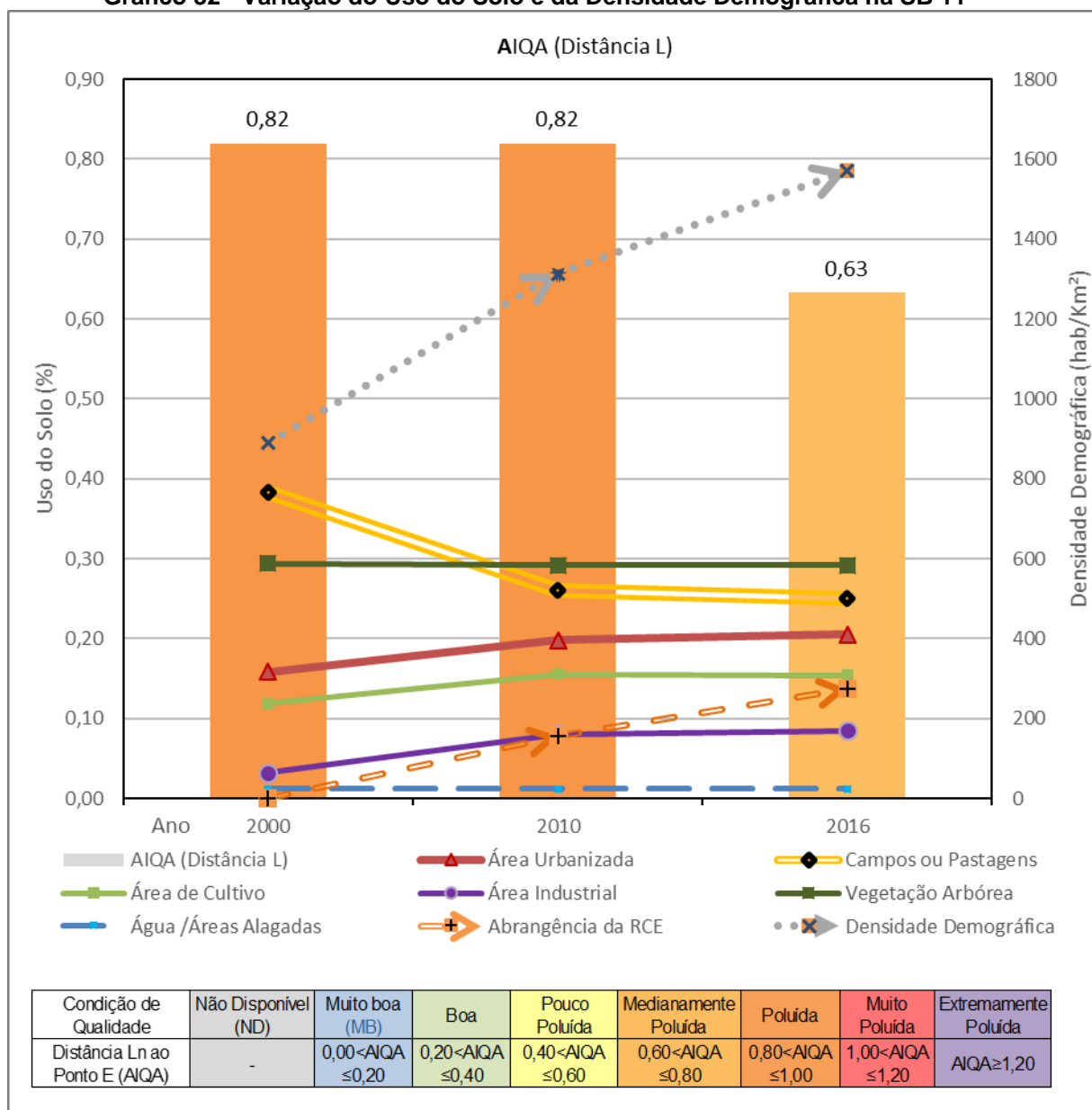
Quadro 23 - Variação do Uso do Solo e da Densidade Demográfica na SB 11

Grupo	Classe de uso do solo	2000		2010		2016	
		Área (he)	Uso (%)	Área (he)	Uso (%)	Área (he)	Uso (%)
A	Área Urbanizada	152,73	15,87%	190,99	19,85%	197,39	20,52%
B	Área Industrial	31,27	3,25%	77,85	8,09%	81,89	8,51%
A-B	Abrangência da RCE	-	-	21,18	7,88%	38,45	13,77%
C	Campos Pastagens ou	368,89	38,34%	251,07	26,10%	241,55	25,11%
D	Área de Cultivo	114,29	11,88%	113,15	11,76%	112,24	11,67%
E	Vegetação Arbórea	283,29	29,44%	317,39	32,99%	317,39	32,99%
F	Água Alagadas /Áreas	11,65	1,21%	11,65	1,21%	11,65	1,21%
Total		962,11	100%	962,11	100%	962,11	100%

Fonte: Autoria própria.

As informações indicadas do Quadro 23, para os anos Censitários de 2000 e 2010, são representadas no Gráfico 32 no qual também é apresentada para os anos de censitários de 2000 e 2010, o indicador da AIQA para a estação de amostragem AI 11 (conforme valores apresentados no Quadro 22) e a densidade demográfica na Sub-bacia apresentada nos Quadros 3, 4 e 5.

Gráfico 32 - Variação do Uso do Solo e da Densidade Demográfica na SB 11



Fonte: Autoria própria.

Conforme pode ser observado no Quadro 23 e Gráfico 32, verifica-se que entre os anos de 2000 a 2016 teve um aumento das áreas urbanizadas, industriais e de cultivo, e, conseqüentemente, em função da expansão destas áreas houve diminuição das áreas de cultivo, sendo que não foi possível observar nas áreas cobertas por Vegetação Arbórea, que ainda foram verificadas como predominantes na sub-bacia.

A sub-bacia SB 11 tem como áreas urbanizadas parte dos bairros Estação, Fazenda Velha, Boqueirão e Passaúna. Na porção central da sub-bacia, nas

proximidades da PR 423, estão instaladas indústrias e empresas majoritariamente do ramo logístico e também do ramo siderúrgico, as quais foram consideradas com áreas industriais

Não obstante o aumento das áreas urbanizadas entre 2000 e 2016, conforme do Gráfico 32, foi diretamente proporcional ao crescimento populacional da região, visto que houve um aumento 76,28% nesse período, como pode ser observado nos Quadros 5.

O aumento observado para a população não foi acompanhado da implantação de rede de coleta de esgoto, que no ano de 2016 tinha abrangência de 13,77% das áreas urbanizadas e indústrias, conforme indicado no Quadro 23 e no Gráfico 32.

Sem especificar, pode-se concluir a qualidade da água na Estação de Amostragem AI 37, frequentemente foi pior que a verificada na estação de Amostragem AI 28 que está a sua jusante, indicando uma relação entre a perda de qualidade se deu pela presença de fontes poluidoras originadas das atividades desenvolvidas no interior na Sub-bacia SB 11, a qual entre as sub-bacias delimitadas é que a possui maior percentual de ocupação por áreas urbanizadas e industriais.

Os resultados para esta sub-bacia acompanham os observados para a sub-bacia corroboram os resultados obtidos por Barbosa (2012) e Huang *et al* (2013), que concluíram que as áreas urbanas, de cultivo e de pastagens, aumentam a poluição hídrica e que indicam que o aumento da área construída tende a degradar a qualidade da água, respectivamente.

5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES

O presente trabalho identificou em todas as sub-bacias atividades antrópicas com impacto na qualidade da água. A relação do uso e da ocupação do solo com a qualidade da água na bacia, foi relacionada às fontes pontuais e difusas de contaminação, oriundas de áreas urbanas, indústrias e agrícolas. Observou-se que o crescimento da população, com a expansão das atividades antrópicas sobre as áreas florestadas relaciona-se com a diminuição na qualidade da água.

Considerando a grande quantidade de parâmetros de qualidade da água disponíveis, visto que o objetivo do trabalho não foi pormenorizar a variação para todas essas informações, e, sim as variações na qualidade da água numa acepção geral, no que concerne ao método da Avaliação Integrada da Qualidade da Água (AIQA), verificou-se a sua importância como um indicador para avaliar a qualidade da água.

Todavia, as três dimensões utilizadas no cálculo do indicador da AIQA para a distância em relação a ponto de qualidade ideal (Distância L) são as Classes Preponderantes (Físico-Química, de Coliformes e de Ecotoxicidade), segundo o enquadramento dos corpos d'água disposto na legislação, se compondo estes parâmetros de inteiros. Assim a metodologia utilizada para o cálculo do AIQA, não permitiu diferenciar numericamente, através de seu indicador, algumas variações ocasionadas em relação principalmente aos parâmetros de qualidade físico-química e de coliformes, quando estas não representaram mudança quanto a classe para o parâmetro, não sendo verificados valores contínuos para este indicador.

Os mecanismos previstos na legislação, assim como o ZEE, com o controle do ordenamento territorial têm forte impacto sobre a qualidade da água. Contudo, nas regiões urbanizadas as maiores fontes de poluentes são as ligações irregulares de esgoto, sendo necessária a expansão do atendimento desse serviço.

A perda de qualidade da água frequentemente esteve associada a presença de coliformes fecais e/ou E. coli, indicando assim uma relação entre as áreas urbanizadas como responsável por grande parte do lançamento de esgotos domésticos e, portanto, havendo indícios de que a diminuição da qualidade bacia hidrográfica tem uma forte relação com os despejos irregulares desses dejetos nos corpos d'água. Contudo, não se pode descartar a origem por fezes de animais das

áreas rurais, os valores podem ser indicativos da presença de fezes de animais as áreas de pastagens, bem como lançamento irregular de esgoto das habitações destas áreas.

A urbanização causa aumento da impermeabilização em função de suas infraestruturas, como pavimentações, construções, pontes, entre outras, que reduzem bastante à infiltração da água das chuvas no solo e aumentam carregamento de poluentes pela drenagem urbana, provocando alterações no ambiente da sub-bacia.

Quanto à metodologia utilizada para verificação do uso do solo, por terem sido empregadas classes mais abrangentes do que as utilizadas pela SUDERHA (2000) para verificação do uso do solo, não permitiu verificar algumas alterações de padrões de uso do solo que podem influenciar a qualidade da água.

Nesse sentido, nas áreas urbanizadas não puderam ser particularizadas as alterações de densidade de ocupação, visto que nessas áreas, em geral, verificou-se que o aumento da população nem sempre foi acompanhado expansão destas áreas, caracterizando assim em muitas sub-bacias que a ocupação da área urbanizada sobre os demais usos do solo não é preponderante ou que houve adensamento em função do advento de novas construções, ocasionando o aumento da taxa de ocupação nas áreas onde já se verificavam processos de urbanização consolidados.

Em relação aos levantamentos de uso do solo, quando relacionados a análise de sua influência na qualidade da água, para as áreas de vegetação arbórea, destaca-se a importância principalmente da zona ripária como instrumento significativo para a proteção dos corpos d'água entre as áreas urbanas, agrícolas ou de pastagem, como descrito por diversos autores.

Isto posto, a diferenciação das áreas de vegetação ripária, bem como das zonas de fundo de vale em relação as demais áreas florestadas, nos levantamentos de uso do solo, podem trazer ganhos na realização de trabalhos futuros, sendo esta caracterização um importante aparato para avaliar a relação da qualidade da água com a preservação dessas de proteção ao longo da extensão de córregos, rios e riachos.

Ainda pode-se inferir, através do disposto na literatura, que nas áreas rurais em vias não pavimentadas, principalmente nas estradas sem infraestrutura de drenagem, os sedimentos são transportados através de valas e pelo escoamento até o corpo d'água. Com as águas pluviais são transportados possíveis contaminantes, como compostos fosfatados e nitrogenados de fertilizantes e de defensivos agrícolas;

coliformes provindos de fezes de animais; resíduos da produção agrícolas entre outras fontes de matéria orgânica e contaminantes.

Estudos como o realizado por Monaghan et al (2007), sugerem que através da implementação de melhores práticas de manejo nas atividades do ambiente rural promovem uma melhoria significativa na qualidade da água. Assim, o efeito do escoamento gerado pelos resíduos dessas áreas pode ser diminuído pelo uso de terraceamento, os quais auxiliam na retenção das águas da chuva. A não preservação das matas ciliares pode gerar processos erosivos, que, mesmo pequenos, podem alterar a qualidade do corpo hídrico.

Nas regiões onde há o predomínio da agricultura intensiva e extensiva das áreas de manancial são necessárias ações a fim de coibir a utilização defensivos agrícola e a promoção da orientação quanto as melhores práticas para que o uso de fertilizantes, não sejam escoados para os corpos d'água, com o objetivo criar procedimento para diminuir o impacto e controlar as atividades que promovem a perda de qualidade da água.

Nas imagens de satélite podem ser verificados processos de urbanização, fora dos perímetros urbanos e que, portanto, não obedecem ao zoneamento rural cuja parcela mínima é 20.000 m², podendo assim ser definidas essas ocupações como irregulares, as quais muitas vezes são verificadas em áreas de restrição à ocupação, definidas pelo Zoneamento Ecológico Econômico da APA do Passaúna. Visto que estas regiões preponderantemente não possuem rede de coleta de esgoto, cabe discutir a influência na qualidade da água gerada por estas ocupações nas áreas de APAS e de mananciais.

Verifica-se a importância da disponibilidade de dados históricos de parâmetros de qualidade da água do IAP para o seu monitoramento. Contudo foi identificado ao longo dos anos houve a redução do número de coletas e de pontos de monitoramento na área da bacia hidrográfica estuada, sendo que esta diminuição na quantidade de informações traz prejuízos ao monitoramento, pois este pode trazer ganhos quando associado a mecanismos de fiscalização ambiental.

É de fundamental importância para a redução dos efeitos de degradação da qualidade da água em áreas de mananciais a implementação de instrumentos de fiscalização e de medidas mitigadoras de poluição, tais como:

- a. Implantação de redes coletoras de esgoto;
- b. Controle da expansão das áreas urbanas e industriais
- c. Controle das áreas utilizadas para as atividades agrossilvopastoris;
- d. Controle das áreas de preservação permanente e de fundo de vale;
- e. Incentivo as boas práticas de manejo agrícola

Contudo, essas ações só se demonstram efetivas se houver a conscientização da população quanto aos efeitos gerados por suas atividades. Diante do exposto, tem-se as seguintes sugestões na realização de trabalhos futuros relacionados a análise da relação entre o uso do solo e qualidade da água:

- a. Utilização de dados de parâmetros de qualidade da água, obtidos a partir de amostras coletadas em campo, com maior número de amostras;
- b. Escolha de áreas de pesquisa com menor extensão, afim de se poder realizar um maior detalhamento nos levantamentos do uso do solo e para que seja viável a identificação de possíveis focos de poluição, através de visitas na área de pesquisa;
- c. Realização de pesquisas com a seleção de áreas de diferentes bacias de contribuição de reservatórios públicos, para obtenção de dados comparativos;
- d. Disponibilização pública de um banco de dados de parâmetros de qualidade da água com alimentação permanente.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9896 - Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores**. ABNT, 1987.

AGUASPARANA, **Resolução nº 04 do Comitê das Bacias do Alto Iguaçu e Afluentes do Alto Ribeira - COALIAR, de 11 de julho de 2013**. Curitiba, 2013.

ALMEIDA, Lutiane Queiroz de. **Vulnerabilidades socioambientais de rios urbanos: bacia hidrográfica do rio Maranguapinho. Região metropolitana de Fortaleza, Ceará**. 278 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2010. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/104309>>.

ALVES, Igor Charles Castor et al. **Qualidade das águas superficiais e avaliação do estado trófico do Rio Arari (Ilha de Marajó, norte do Brasil)**. Acta Amaz., Manaus, v. 42, n. 1, p. 115-124. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S004459672012000100014&lng=pt&nrm=iso>. acesso em 20 jul. 2019.

ANA, Agência Nacional de Águas. **Panorama da Qualidade das Águas Superficiais no Brasil**. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2012/PanoramaAguasSuperficiaisPortugues.pdf>>, : acesso em 30.abr.2019.

_____. **Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil**. Estudo técnico. Cadernos de Recursos Hídricos. Brasília, 2005

_____. **O Comitê de Bacia Hidrográfica: o que é e o que faz?** ANA. Brasília, 2011. Disponível em <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2012/CadernosDeCapacitacao1.pdf>, acesso em 20.abr./2019

ANDREOLI, C. V.; CARNEIRO, C. **Gestão Integrada de Mananciais de Abastecimento Eutrofizados**. Curitiba: SANEPAR/FINEP, 2005

BARBOSA, L.S. **Análise da qualidade da água e o processo de uso e ocupação das terras na bacia hidrográfica do Rio Pirarara no município de Cacoal-Rondônia**. Porto Velho, RO, 2012. 147f. Dissertação de Mestrado. Disponível em: <http://www.mestradogeografia.unir.br/downloads/3392_luzinete_scaunichi_2010.pdf>, acesso em 30.jul.2019.

BITTENCOURT, C; Silva, M. A. **Tratamento de água e efluentes: Fundamento de Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos**. São Paulo, 2014.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 5 de outubro de 1988**. Brasília, 1988.

_____. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, 1981.

_____. **Lei Federal 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. Brasília, 1997.

_____. **Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015.** Institui o Estatuto da Metrópole, altera a Lei n 10.257, de 10 de julho de 2001, e dá outras providências. Brasília, 2015:

BRITO, Fausto. **O deslocamento da população brasileira para as metrópoles. Estudos Avançados** vol.20, n.57. São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142006000200017>>. Acesso em: 08.ago.2019.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº. 357 de 17 de março de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente,2005.

_____. **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011.** Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2011.

CECH, T. V. **Recursos hídricos: história, desenvolvimento, política e gestão.** Rio de Janeiro, LTC, p.1, 2013.

COMEC. **Lei nº 12.248 de 1998.** Cria o Sistema Integrado de Gestão e Proteção dos Mananciais da RMC. Estado do Paraná, 1998

_____. **Decreto Estadual Nº 458 de 1991.** Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental localizada nos municípios de Almirante Tamandaré, Araucária, Campo Largo e Curitiba. Estado do Paraná, 1991.

_____. **Lei Estadual nº13.027 de 2000.** Dispõe sobre a delimitação do perímetro da Área de Proteção Ambiental - APA do Passaúna, definida no artigo 3º, do Decreto Estadual nº 458/91. Estado do Paraná, 2000.

_____. **Decreto nº 5.063 de 20 de novembro de 2001.** Altera e atualiza o Zoneamento Ecológico Econômico da Área de Proteção Ambiental denominada APA Estadual do Passaúna. Estado do Paraná, 2001.

_____. **Decreto nº 8.536 de de 21 de dezembro de 2017.** Altera o Zoneamento Ecológico Econômico da Área de Proteção Ambiental denominada APA Estadual do Passaúna, definido pelo Decreto Estadual nº 5.063, de 20 de novembro de 2001. Estado do Paraná, 2017.

_____. **Apresentação: Zoneamento Ecológico Econômico da APA do Passaúna.** Curitiba, 2012. Disponível em: <http://www.aguasparana.pr.gov.br/arquivos/File/COALIAR/CTPLAN/gt_psa/2a_reuniao/Apresentacao_APA_Passauna_comec.pdf>, acesso em 19.abr.2019.

_____. **Arquivos em meio digital**, Curitiba, 2018.

_____. **Conteúdo Institucional: Meio Ambiente e Mananciais**, Curitiba, 2019. Disponível em: <<http://www.comec.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=40>>, acesso em 20.mai.2018

CORNELLI, R; SCHNEIDER V. E.; BORTOLIN T. A.; CEMIN G; SANTOS, G. M. **Análise da Influência do Uso e Ocupação do Solo na Qualidade da Água de Duas Sub-Bacias Hidrográficas do Município de Caxias do Sul.** Caxias do Sul, RS, 2016. Disponível em: <http://www.uces.br/etc/revistas/index.php/scientiacumindustria/article/download/3768/pdf_551>. acesso em 28.jul.2019.

CURITIBA. Decreto nº 250, de 30 de abril de 2004. **Altera e atualiza o Zoneamento Ecológico Econômico da Área de Proteção Ambiental do Passaúna conforme Decreto Estadual nº 5.063/01, regulamenta parcialmente o inciso IX, do Art. 5º, da Lei nº 9.800/00 e dá outras providências.** Curitiba, 2004. Disponível em; <<https://www.curitiba.pr.gov.br/conteudo/legislacao-smma/347>>, acesso em 31.jul.2018

_____. **Plano De Gestão Integrada De Resíduos Sólidos do Município de Curitiba.** Elaborado pela comissão instituída pelo Decreto Municipal nº 805, de 19 de agosto de 2014. Curitiba, 2017. Disponível em <<https://mid.curitiba.pr.gov.br/2017/00211737.pdf>>, acesso em 30.jun.2019

ESRI. ArcView GIS, 3.2 a: software do tipo Geographic Information System. Environmental Systems. Research Institute, 1999.

GOOGLE EARTH. Imagens de Satélite para os anos de 2010 e 2016, obtidas através do aplicativo Google Earth Pro versão 7.3.2.5776. Google LLC, 2019.

HUANG, Jinyan; et al. **“Evaluation of the Impacts of Land Use on Water Quality: A Case Study in The Chaohu Lake Basin,”** The Scientific World Journal, vol. 2013, Article ID 329187, 7 pages, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2013/329187>, acesso em 30.jun,2019.

IAP. Instituto Ambiental do Paraná. **Relatório do monitoramento da qualidade das águas dos rios da região metropolitana de Curitiba, no período de 1992 a 2005.** Curitiba, 2005.

_____. **Relatório do monitoramento da qualidade das águas dos rios da região metropolitana de Curitiba, no período de 2005 a 2008.** Curitiba, 2009.

_____. Planilhas de dados Históricos e de Parâmetro e Indicadores de Qualidade da Água na Bacia Hidrográfica do Passaúna entre 1991 e 2016. Arquivo digital, 2018.

IBGE. Informações Censitárias dos anos de 1991, 2000 e 2010. Arquivos Digitais.

MMA, Lei das Águas do Brasil completa 20 anos. Publicação de 09/01/2017. Brasília, 2017. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/informma/item/13886-noticia-acom-2017-01-2100.html>> acesso em 19.abr.2019.

MONAGHAN, R. M.; WILCOCK, R. J.; SMITH, L. C.; TIKKISSETTY, B.; THORROLD, B. S.; COSTALL, D. ***Linkages between land management activities and water quality in an intensively farmed catchment in southern New Zealand. Agriculture, Ecosystems & Environment***, vol., 118. Issues 1–4. New Zealand, 2007, p 211-222. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880906001721> acesso em 30.jun.2019.

NAGAMINE, L. Y.; KORNIN, T.; ESTEVES, C. J. O. COSTA, M. A; OLIVEIRA B. M. **Funções públicas de interesse comum nas metrópoles brasileiras: transportes, saneamento básico e uso do solo** Cap. 4: Transformações Urbanas e Gestão do Uso do Solo na Região Metropolitana De Curitiba. IPEA, Brasília, 2014. Disponível em: <http://www.urbanismo.mppr.mp.br/arquivos/File/livro_projeto_governancia_vol_2_w eb.pdf>, acesso em 20.abr.2019.

QGIS (2018). *Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. Version, 3.6.0.*

ONU, Organizações das Nações Unidas. ***Revision of World Population Prospects. UNITED NATIONS, 2019.*** Disponível em: <https://population.un.org/wpp/>, acesso em 30.abr.2019.

REBOUÇAS, A. C. **Água doce no mundo e no Brasil: capital ecológico, uso e conservação.** 3 ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2006.

SAIC. **Plano Diretor SAIC: Sistema de Abastecimento de Água Integrado de Curitiba e Região Metropolitana.** Companhia de Saneamento do Paraná. PROENSI. Curitiba. 2013.

SANEPAR – **Mapa e dados da Rede da Coleta de Esgoto na área da Bacia Hidrográfica do Rio Passaúna.** Arquivo digital em formato *shape*. Curitiba, 2018

STRASKRABA, M.; TUNDISI, J. G. Gerenciamento da qualidade da água de represas. São Carlos: ILEC; IIE, 2000.

SUDERSHA. **Portaria nº 004 de 21 de março de 1991.** Curitiba, 1991.

_____. **Cartografia 1:10.000, 2000, Dados de Hidrografia e Levantamento Aerofotogramétrico.** Arquivo digital tipo *shape*. Curitiba, 2000 a.

_____. **Uso do Solo na Bacia do Alto Iguaçu. Arquivo shape.** Curitiba, 2000 b.

STF, Supremo Tribunal Federal. **Ação direta de inconstitucionalidade: Instituição de região metropolitana e competência para Saneamento Básico.** Brasília, 2013. Disponível em: <<http://www.stf.jus.br/portal/diarioJustica/verDecisao.asp?numDj=181&dataPublicacao=16/09/2013&incidente=1714588&capitulo=5&codigoMateria=1&numeroMateria=133&texto=4342423>> acesso em 20.jun.2019.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA, T. **Recurso Hídrico no Século XXI.** Oficina de textos. São Paulo, 2011.

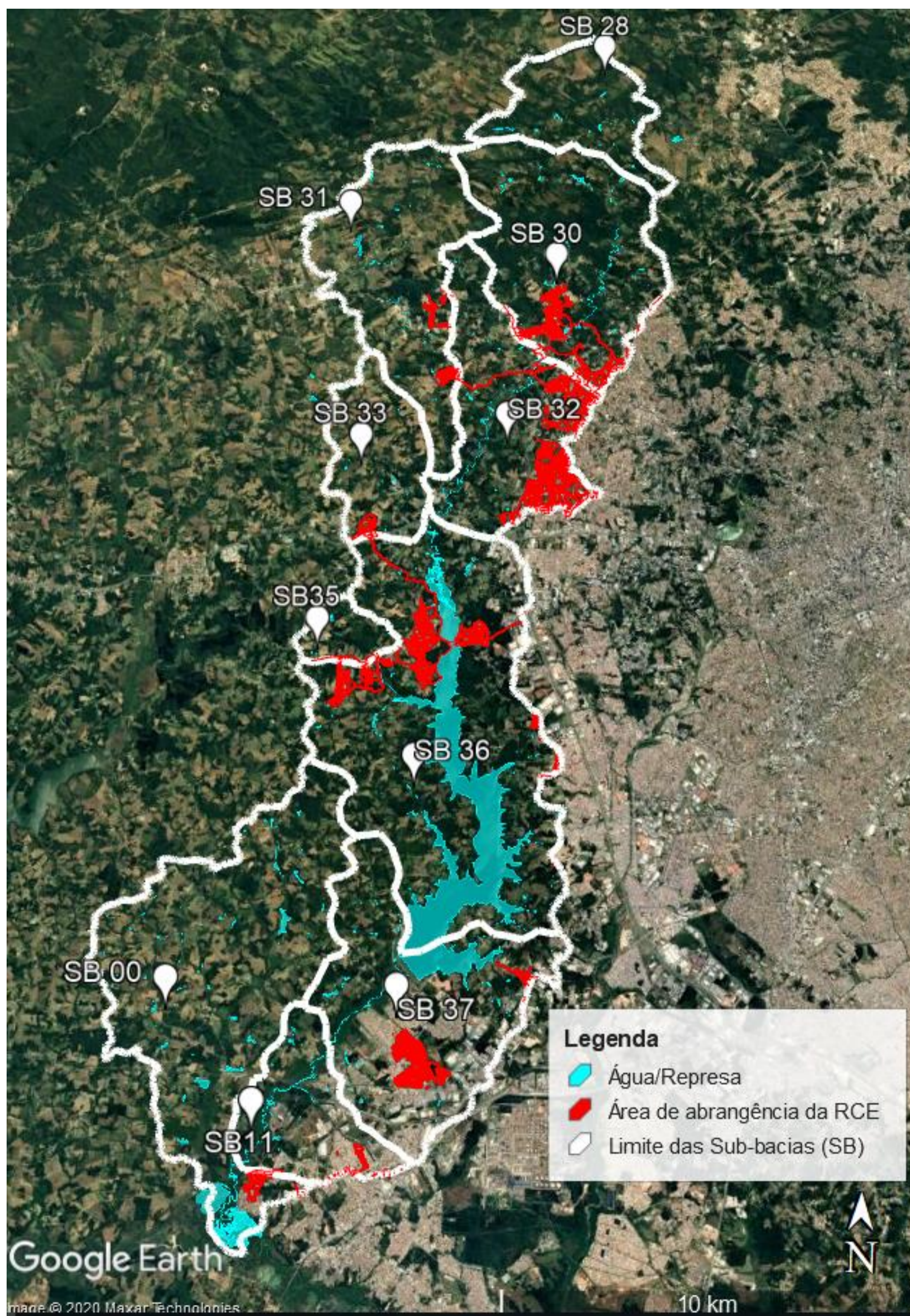
TUNDISI, J. G. **Governança da Água.** UFMG, Belo Horizonte, 2013. Disponível em: <<https://www.ufmg.br/revistaufmg/downloads/20-2/10-governanca-da-agua-jose-tundisi.pdf>>, acesso em 28.jun.2019,

TRAN, C. P.; BODE, R.W.; SMITH, A.; KELPER, G. S. **Land-Use Proximity as a Basis for Assessing Stream Water Quality in New York State (USA).** 2010 Ecological Indicators. Volume 10, Issue 3, May 2010, Pages 727-733. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2009.12.002>>, acesso em 28.jun.2019

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 4ª ed., Belo Horizonte: UFMG, 2018.

XAVIER, C.F. **Avaliação da influência do uso e ocupação do solo e de características geomorfológicas sobre a qualidade das Águas de dois Reservatórios da Região metropolitana de Curitiba-Paraná.** Dissertação de Mestrado. UFPR, Curitiba, 2005.

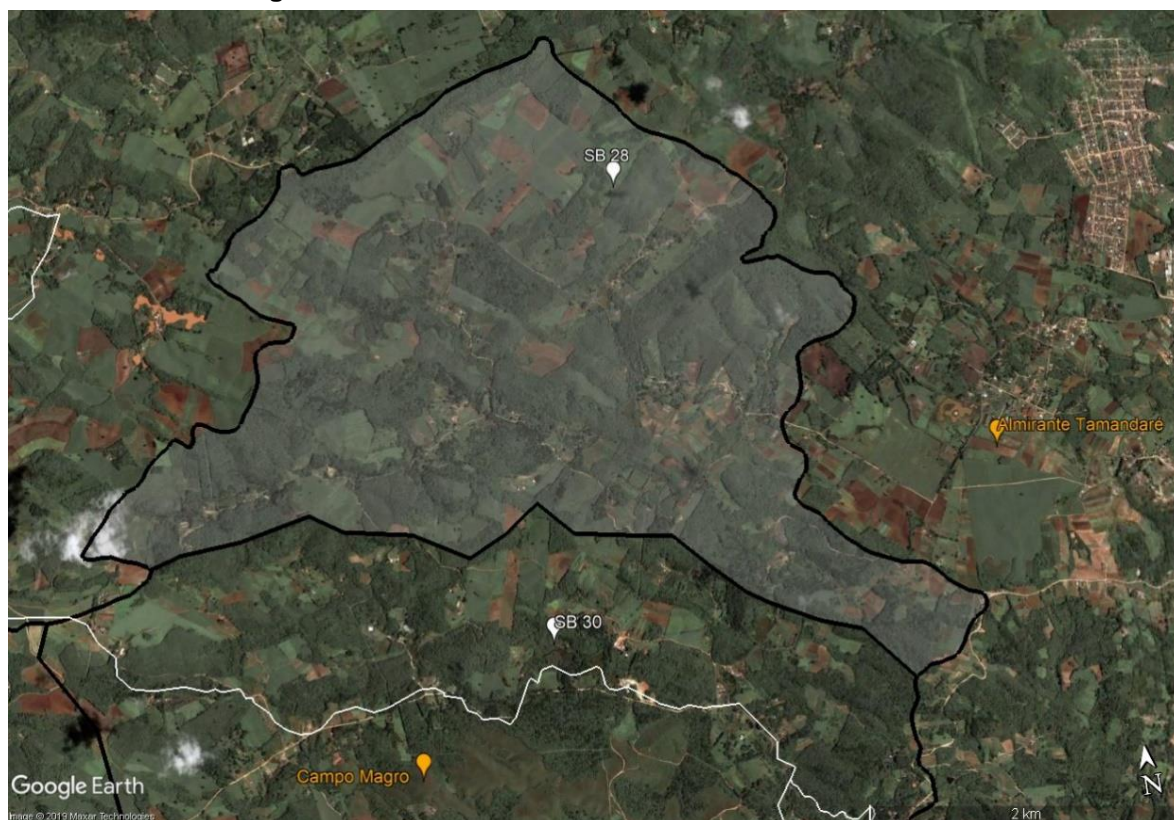
APÊNDICE A – MAPA: REDE DE COLETA DE ESGOTO NA BACIA DO PASSAÚNA PARA O ANO DE 2016



Fonte: Autoria Própria com base em SANEPAR (2018) e Google (2019).

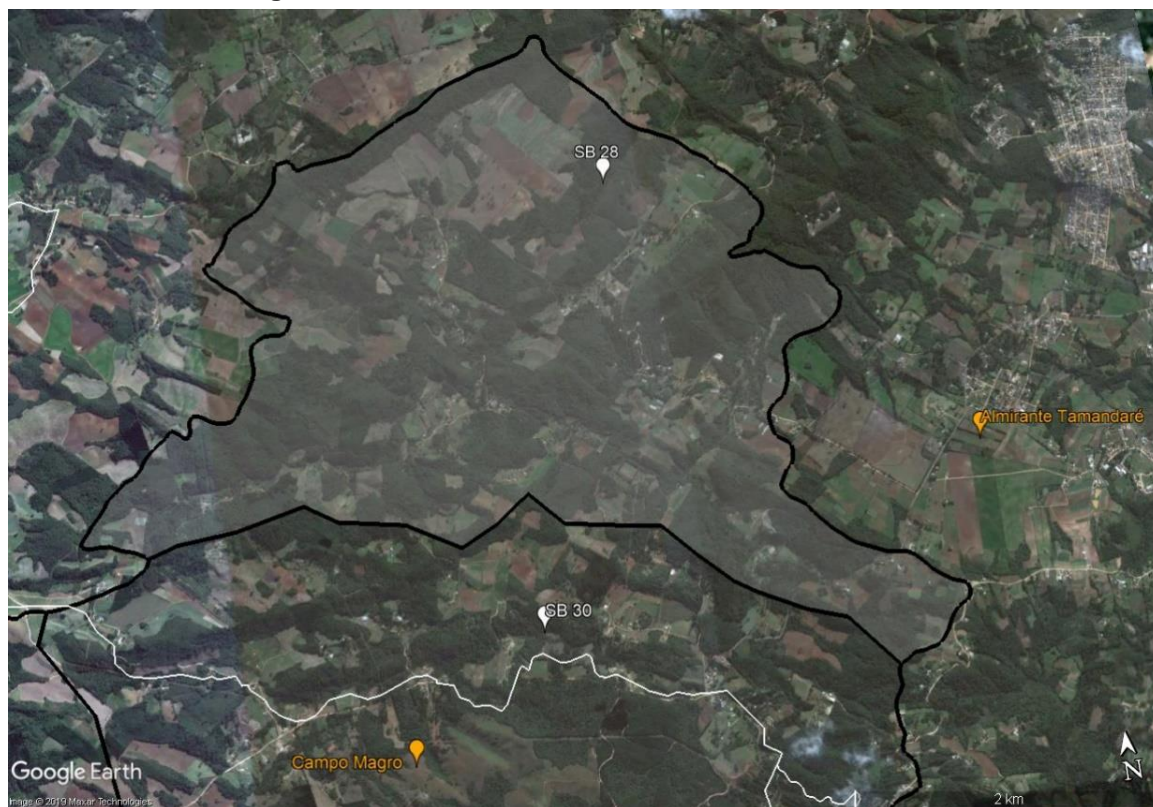
**APÊNDICE B – MAPAS DAS ÁREAS DA SUB-BACIAS: IMAGENS DE SATÉLITE
E USO DO SOLO**

Foto 1 - Imagem de satélite do ano de 2010 da área da sub-bacia SB 28



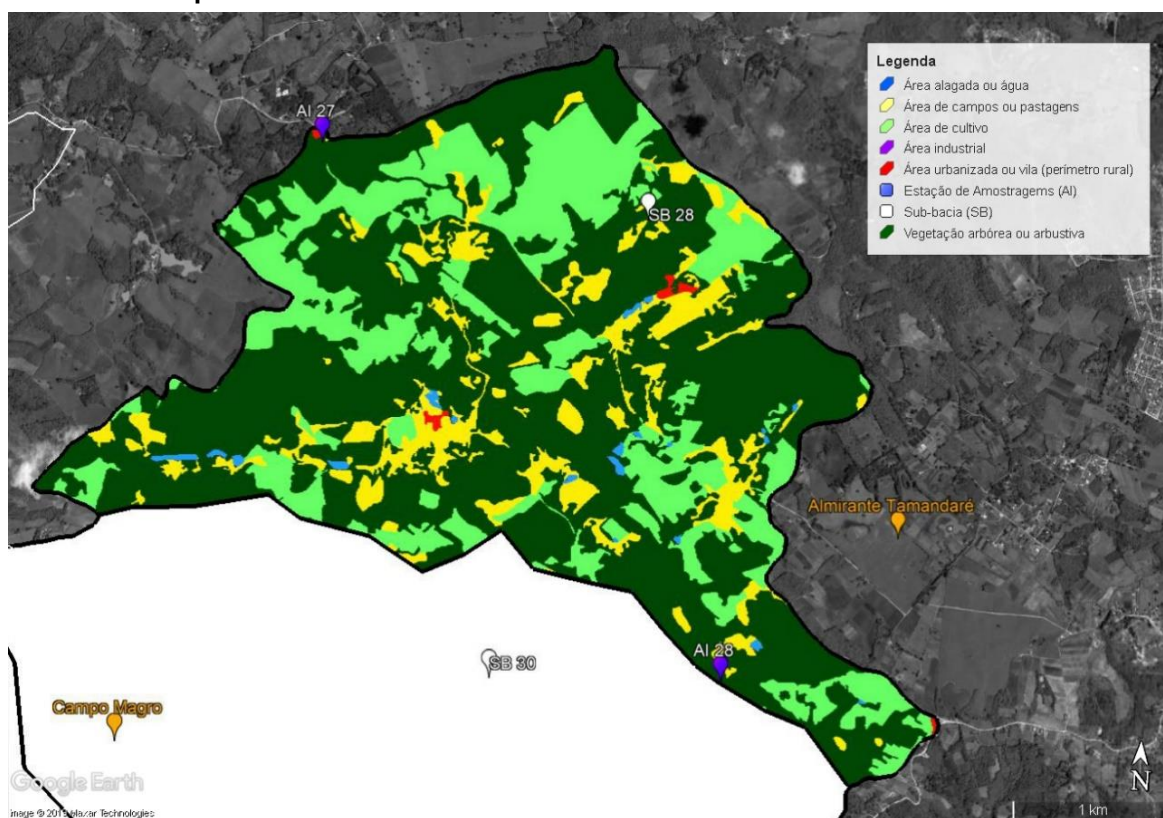
Fonte: Autoria própria com base em Google (2019).

Foto 2 - Imagem de satélite do ano de 2016 da área da sub-bacia SB 28



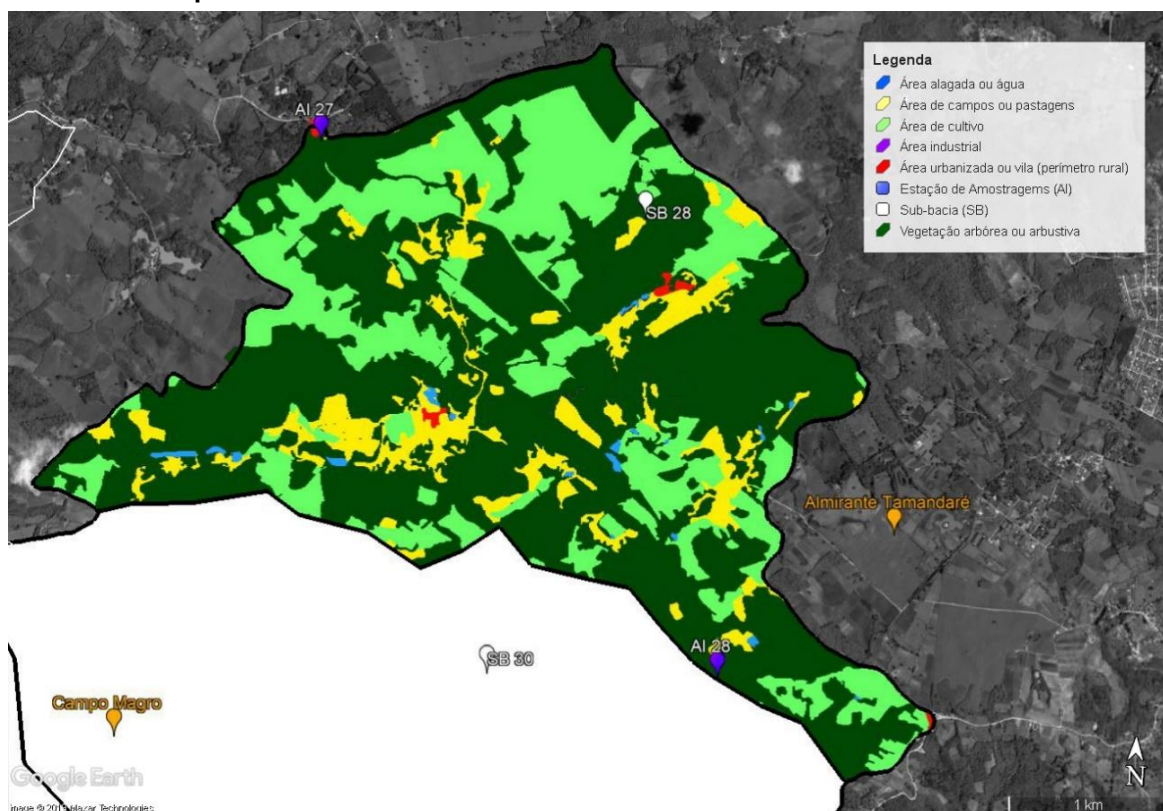
Fonte: Autoria própria com base em Google (2019).

Mapa 1 - Uso do solo do ano de 2000 da área da sub-bacia SB 28



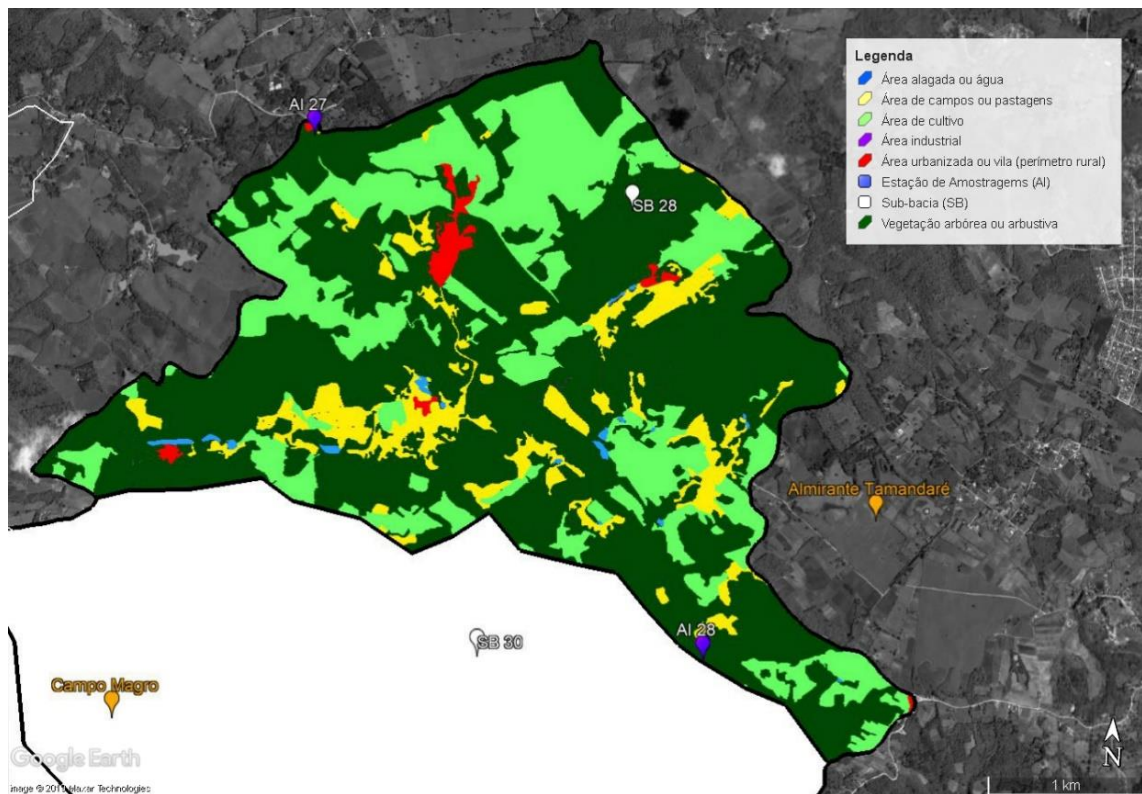
Fonte: Autoria própria, adaptado de SUDERSHA (2000 b) com base em Google (2019).

Mapa 2 - Uso do solo do ano de 2010 da área da sub-bacia SB 28



Fonte: Autoria própria com base em Google (2019)

Mapa 3 - Uso do solo do ano de 2016 da área da sub-bacia SB 28



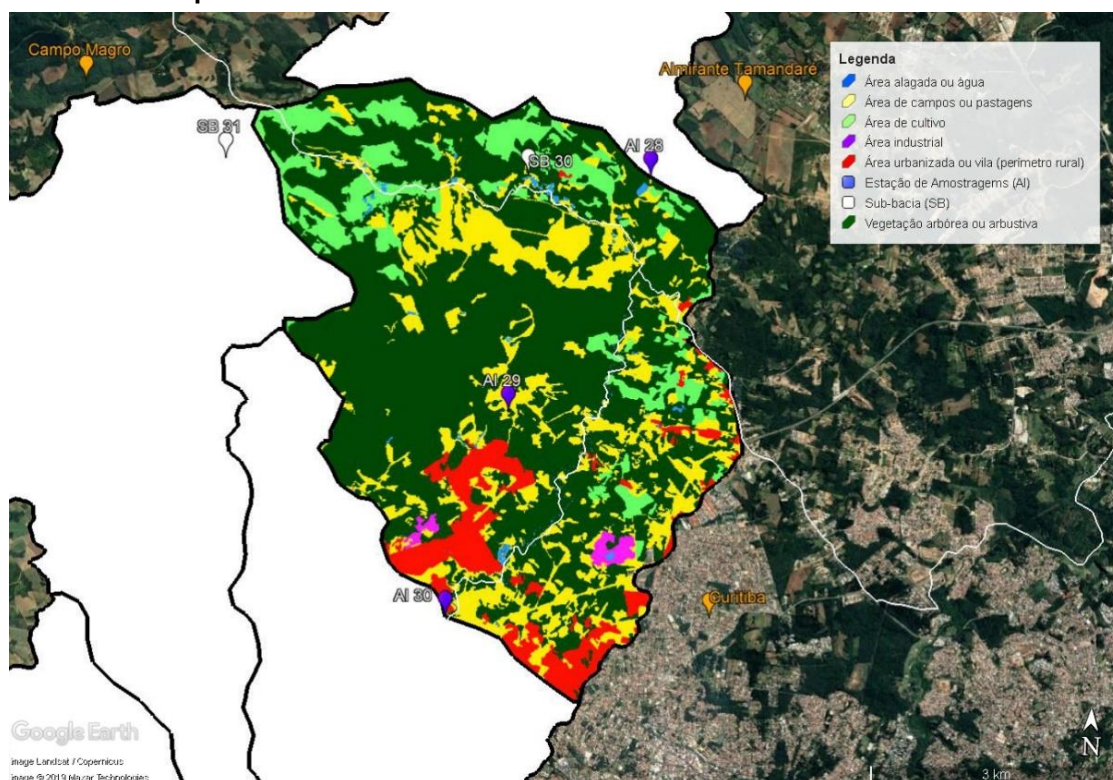
Fonte: Autoria própria com base em Google (2019).

Foto 3 - Imagem de satélite do ano de 2010 da área da sub-bacia SB 30



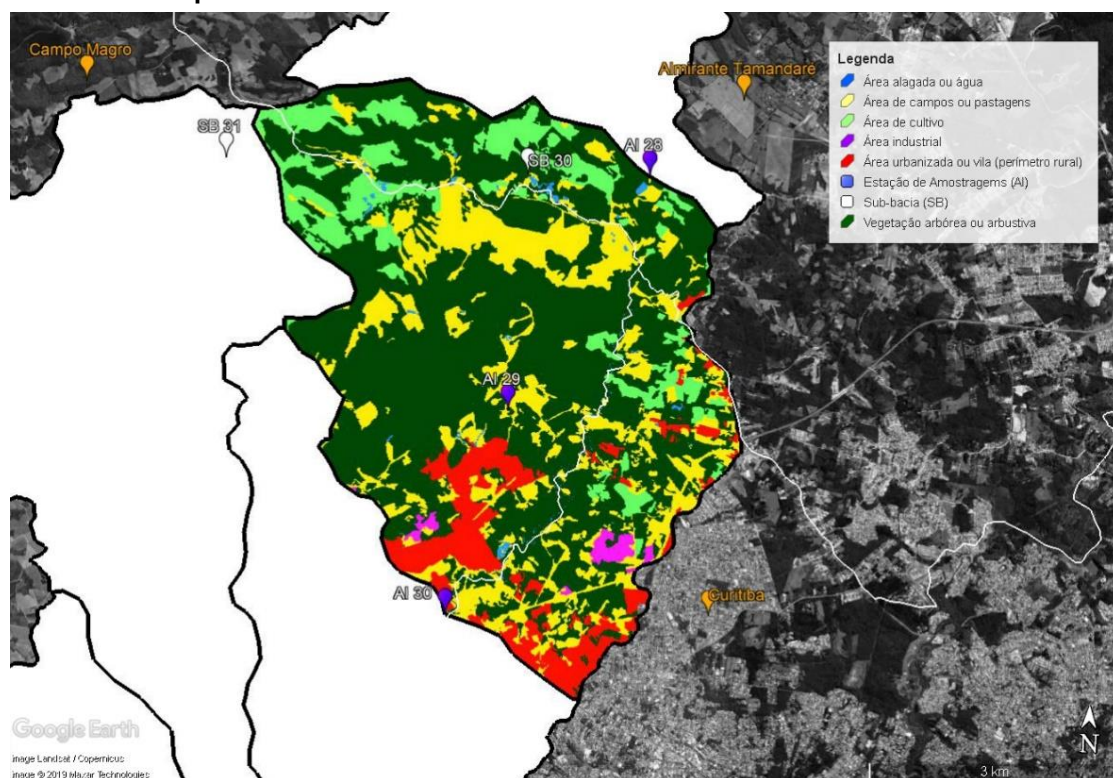
Fonte: Autoria própria com base em Google (2019).

Mapa 4 - Uso do solo do ano de 2000 da área da sub-bacia SB 30



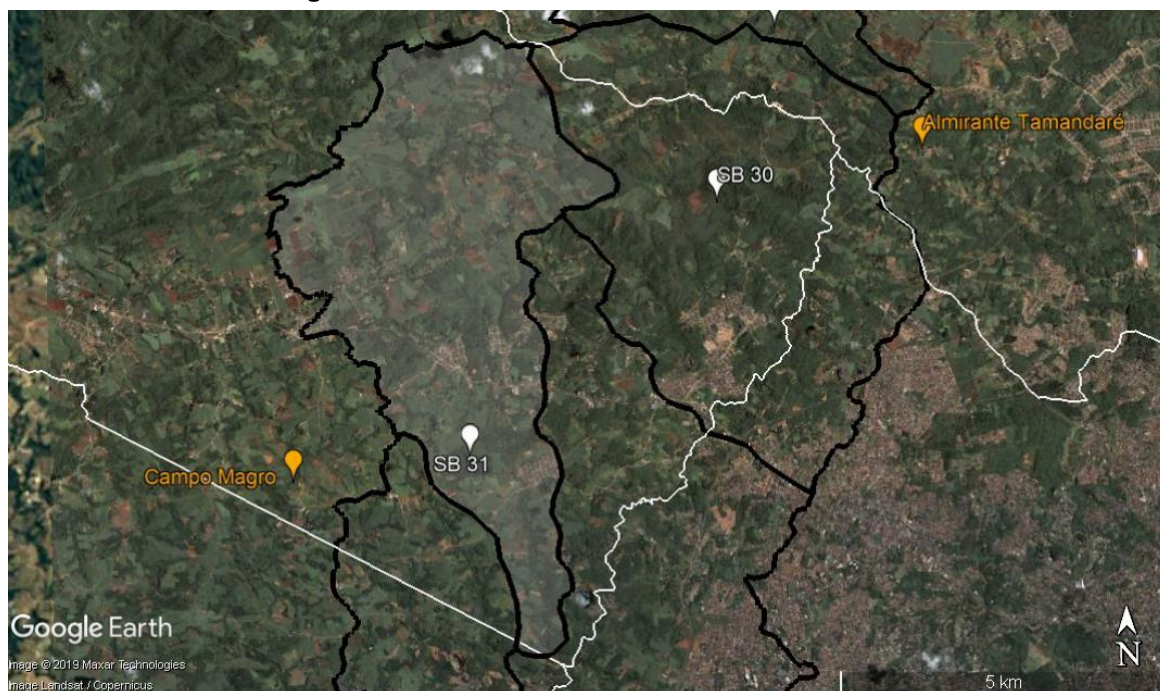
Fonte: Autoria própria, adaptado de SUDERSHA (2000 b) com base em Google (2019).

Mapa 5 - Uso do solo do ano de 2010 da área da sub-bacia SB 30



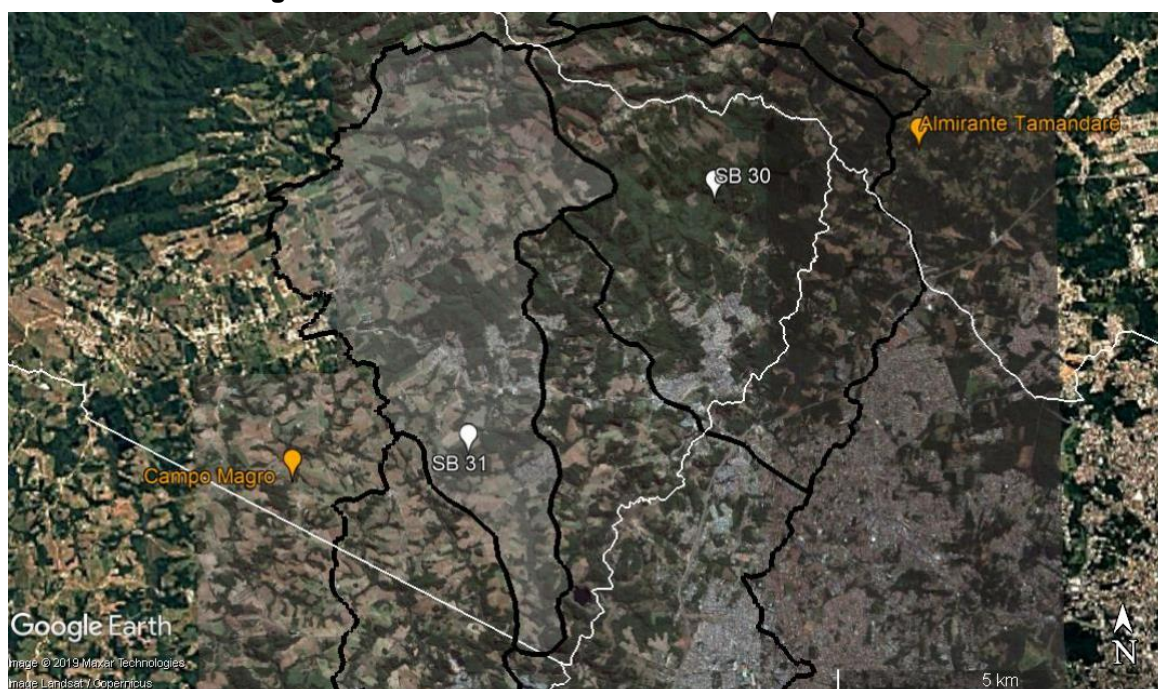
Fonte: Autoria própria com base em Google (2019).

Foto 4 - Imagem de satélite do ano de 2010 da área da sub-bacia SB 31



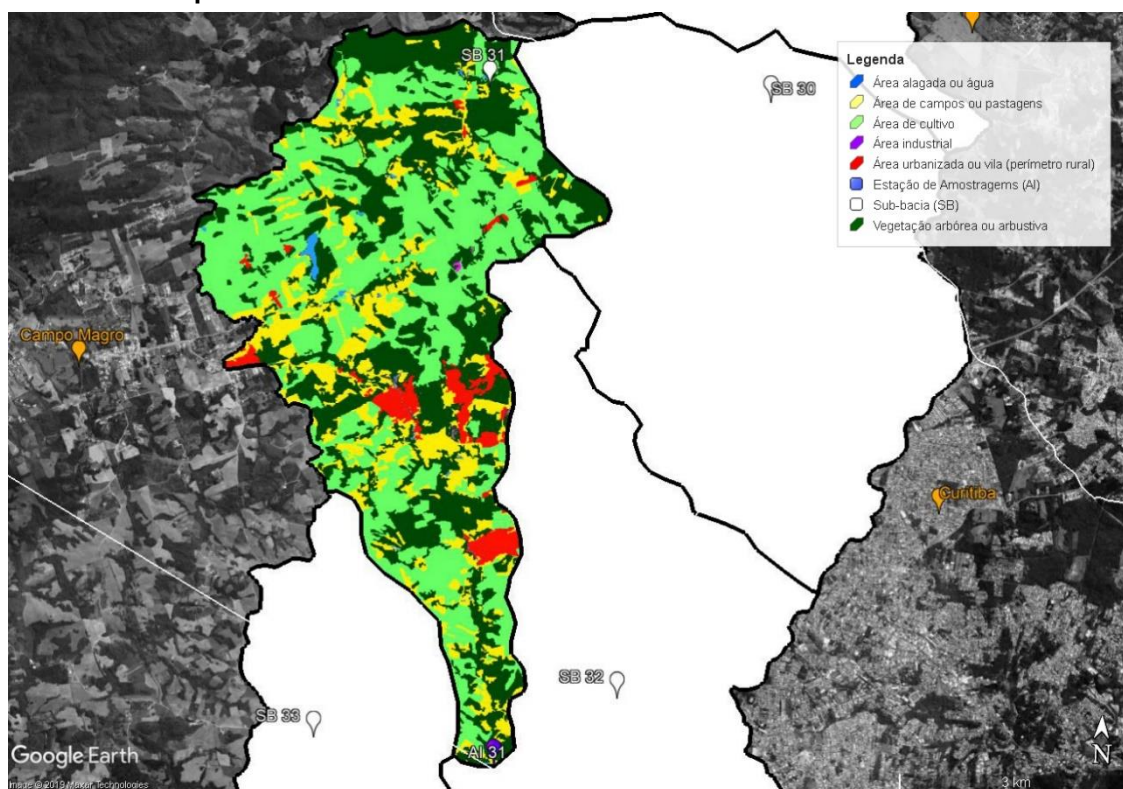
Fonte: Autoria própria com base em Google (2019).

Foto 5 - Imagem de satélite do ano de 2016 da área da sub-bacia SB 31



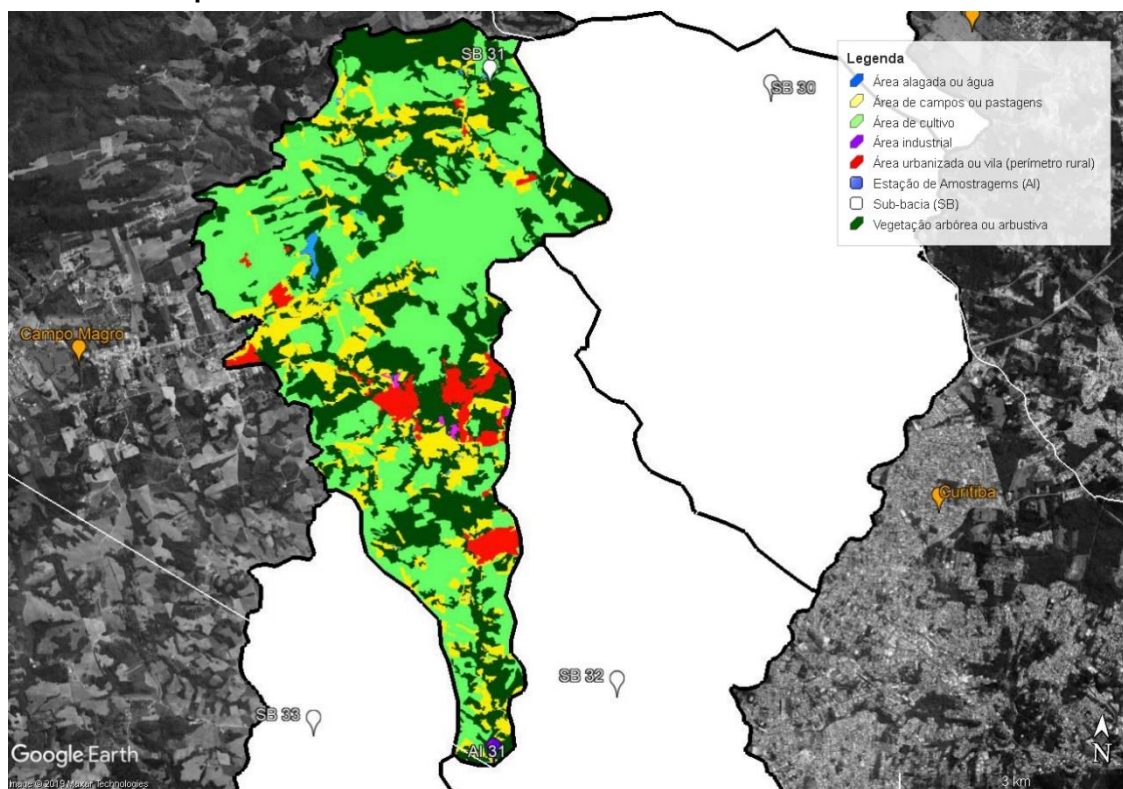
Fonte: Autoria própria com base em Google (2019).

Mapa 6 - Uso do solo do ano de 2000 da área da sub-bacia SB 31



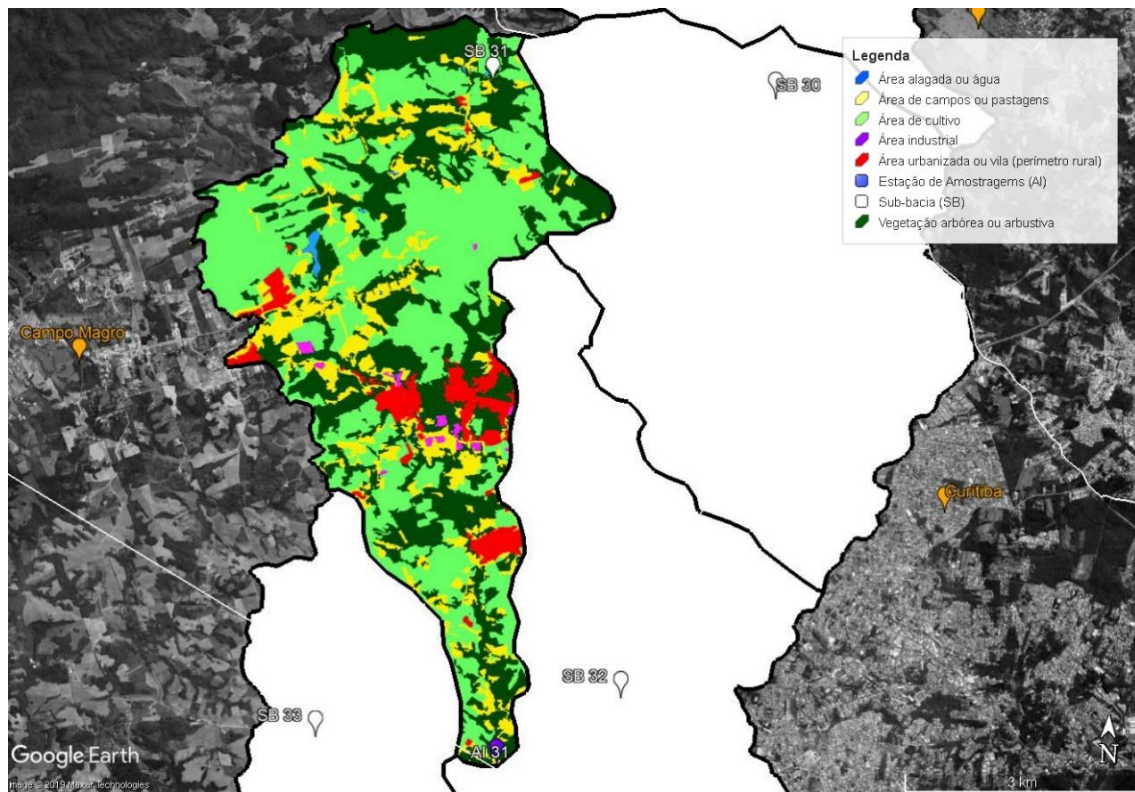
Fonte: Autoria própria, adaptado de SUDERSHA (2000 B) com base em Google (2019).

Mapa 7 - Uso do solo do ano de 2010 da área da sub-bacia SB 31



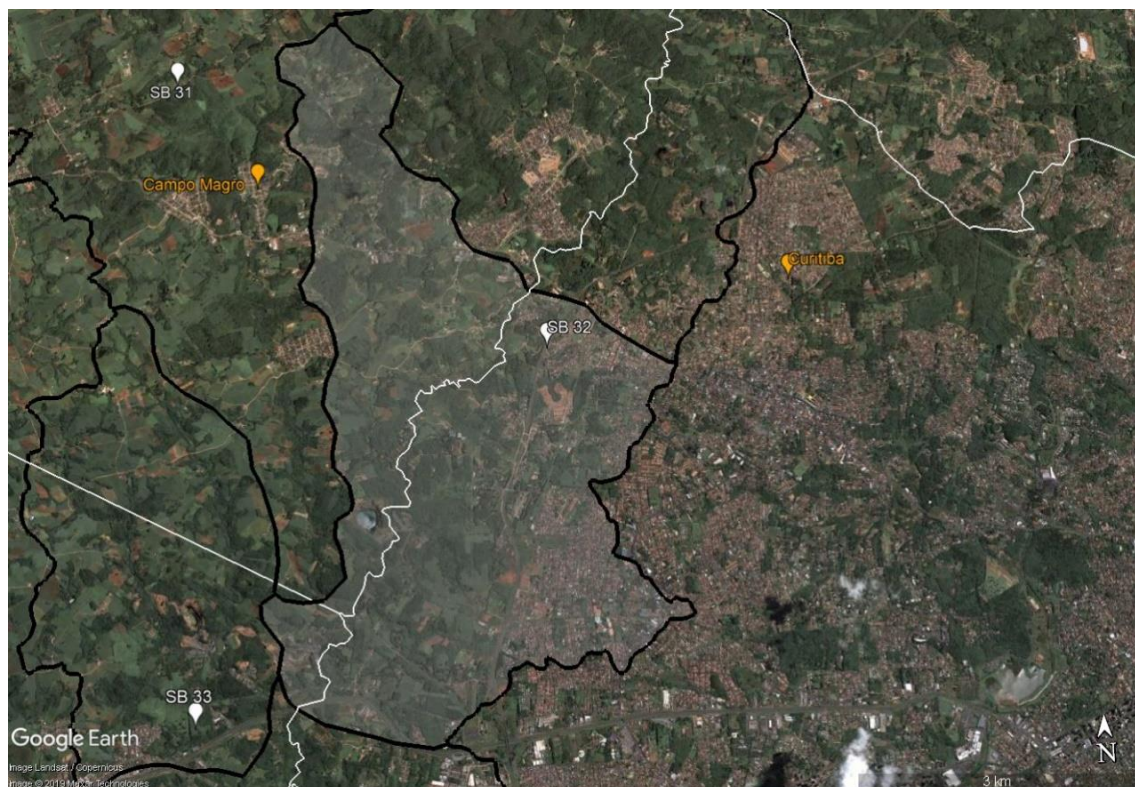
Fonte: Autoria própria com base em Google (2019).

Mapa 8 - Uso do solo do ano de 2016 da área da sub-bacia SB 31



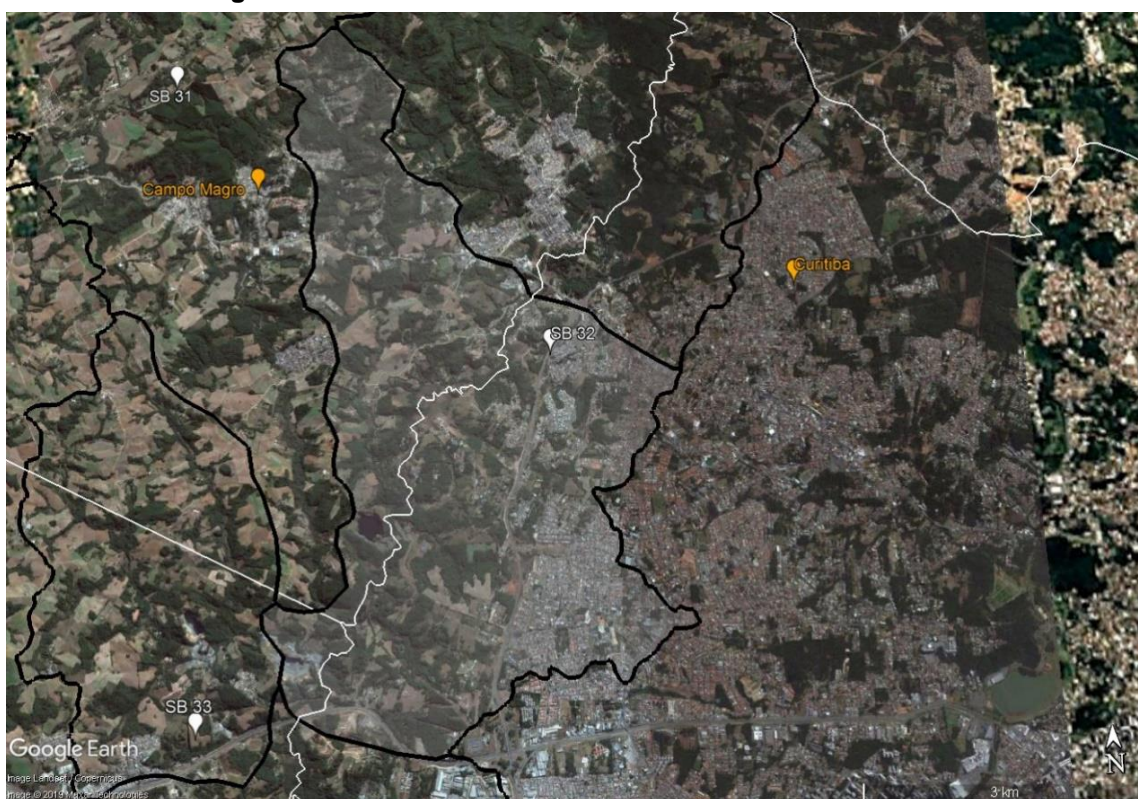
Fonte: Autoria própria com base em Google (2019).

Foto 6 - Imagem de satélite do ano de 2010 da área da sub-bacia SB 32



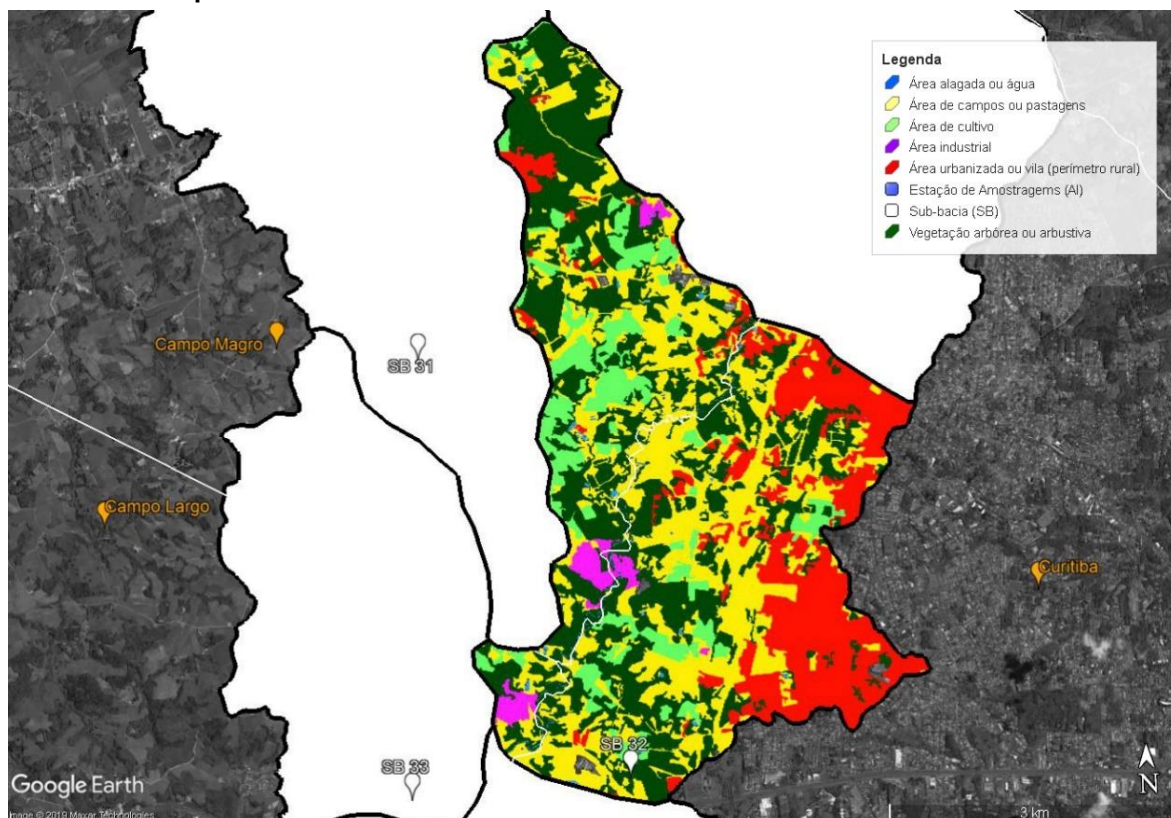
Fonte: Autoria própria com base em Google (2019).

Foto 7 - Imagem de satélite do ano de 2016 da área da sub-bacia SB 32



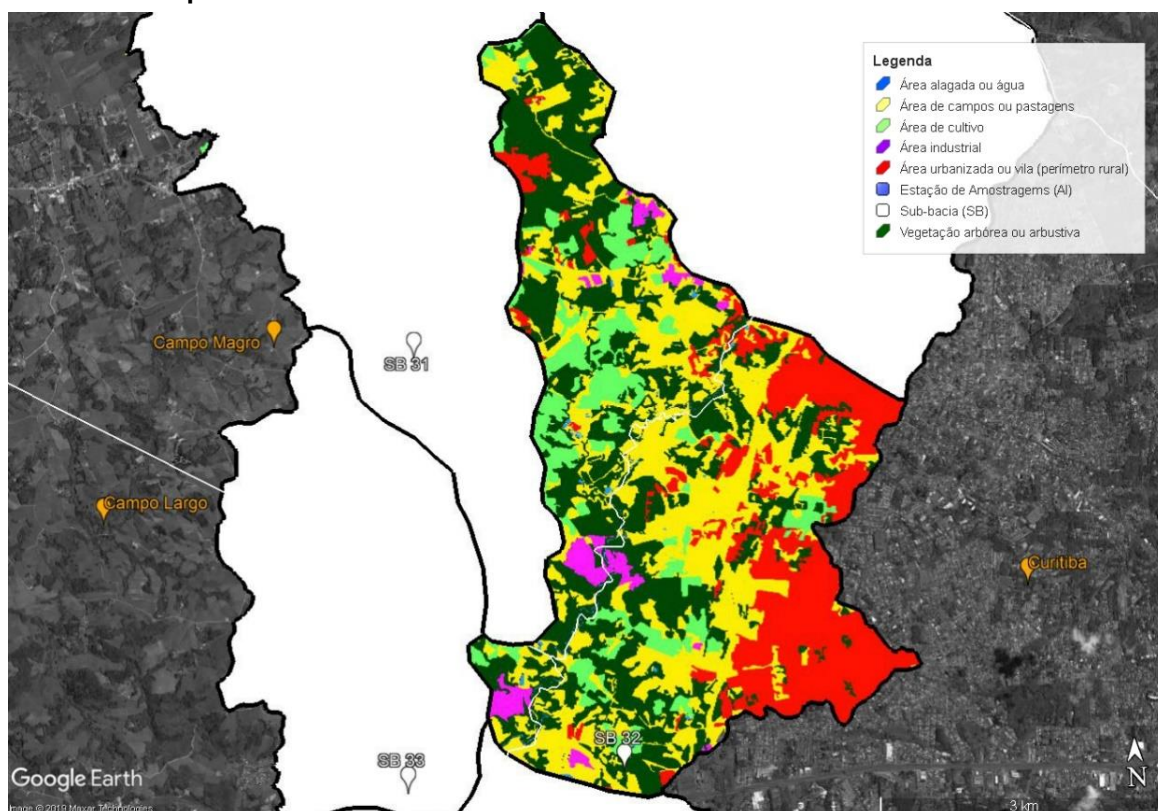
Fonte: Autoria própria com base em Google (2019).

Mapa 9 - Uso do solo do ano de 2000 da área da sub-bacia SB 32



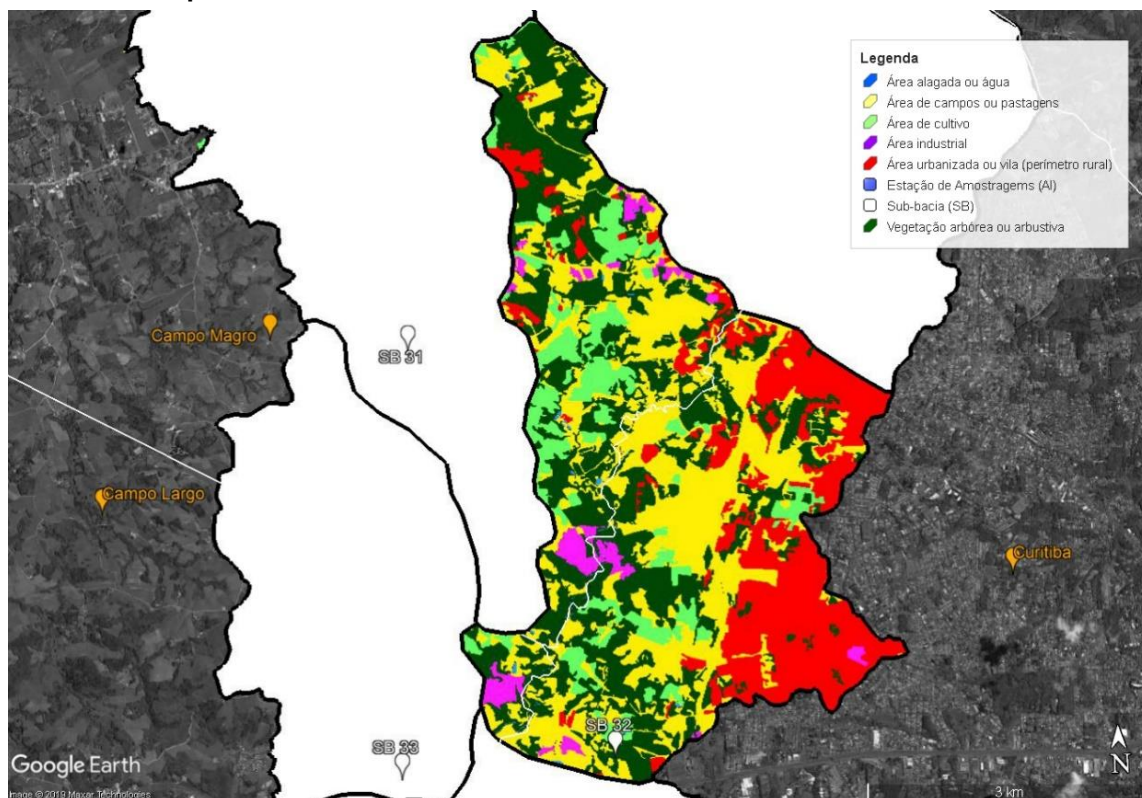
Fonte: Autoria própria, adaptado de SUDERSHA (2000 B) com base em Google (2019).

Mapa 10 - Uso do solo do ano de 2010 da área da sub-bacia SB 32



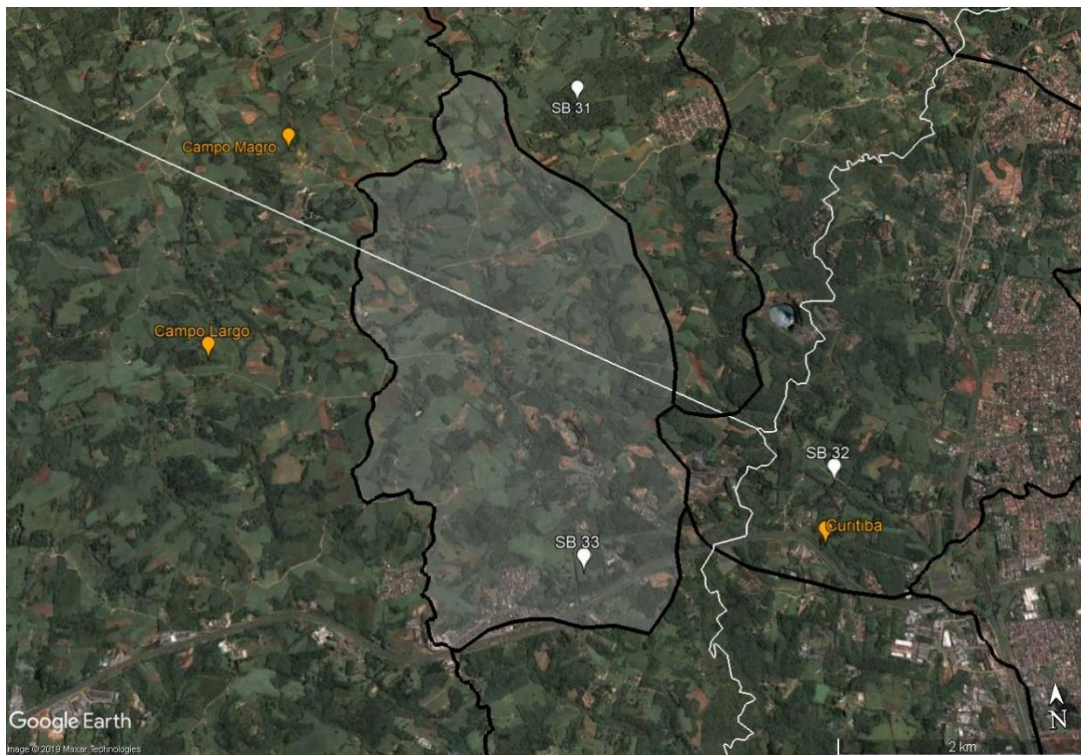
Fonte: Autoria própria com base em Google (2019).

Mapa 11 - Uso do solo do ano de 2016 da área da sub-bacia SB 32



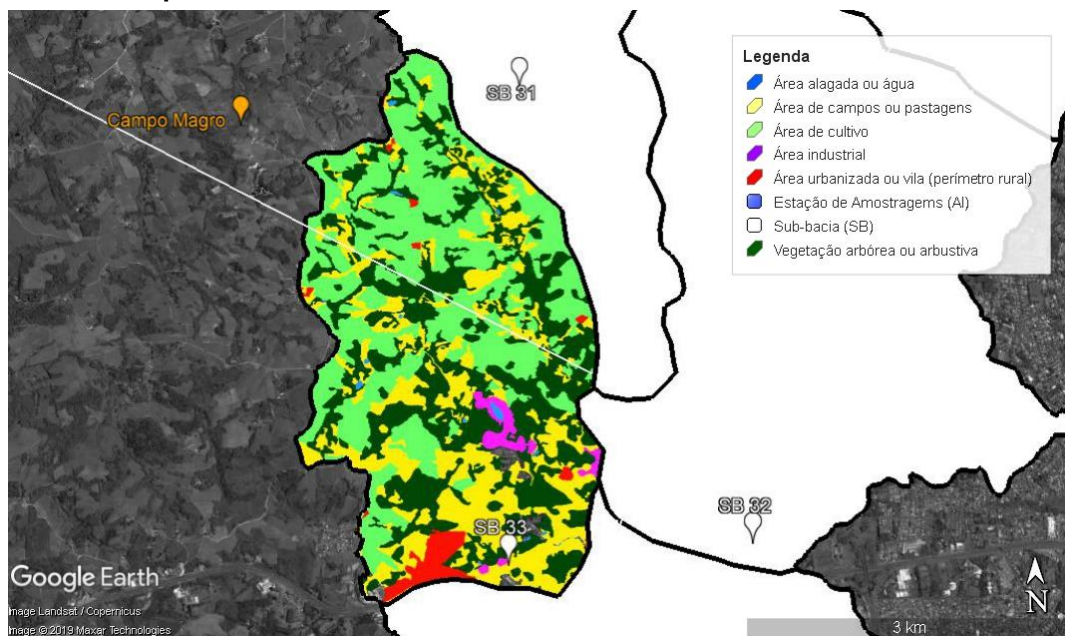
Fonte: Autoria própria com base em Google (2019).

Foto 8 - Imagem de satélite do ano de 2010 da área da sub-bacia SB 33



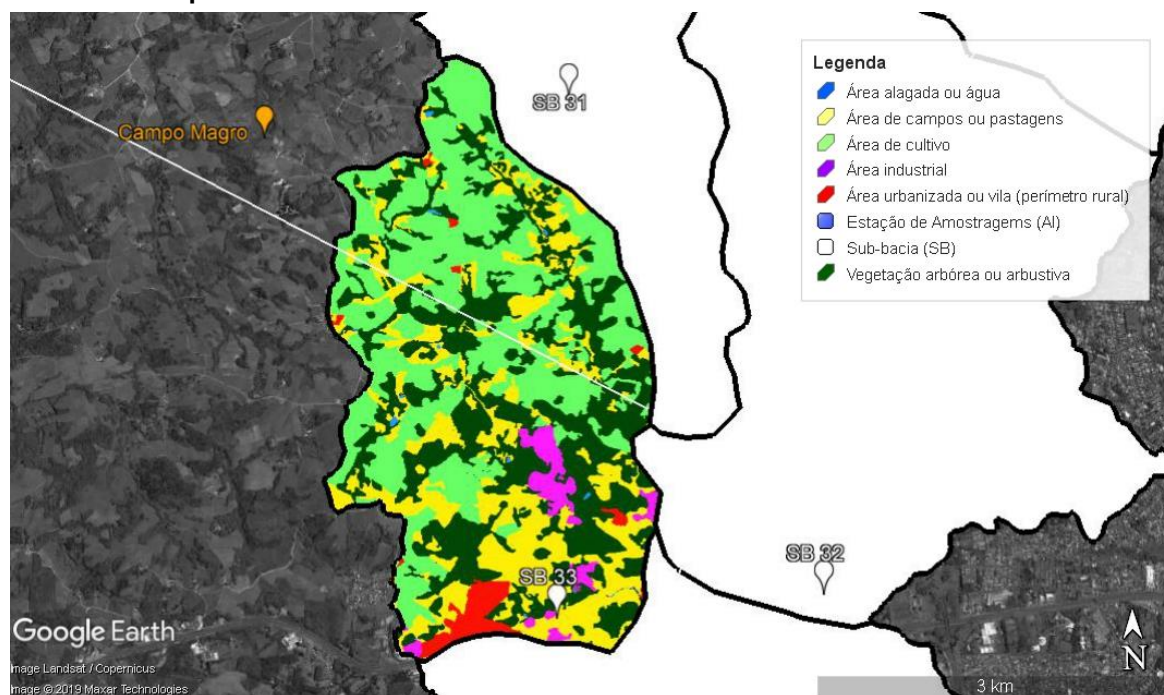
Fonte: Autoria própria com base em Google (2019).

Mapa 12 - Uso do solo do ano de 2000 da área da sub-bacia SB 33



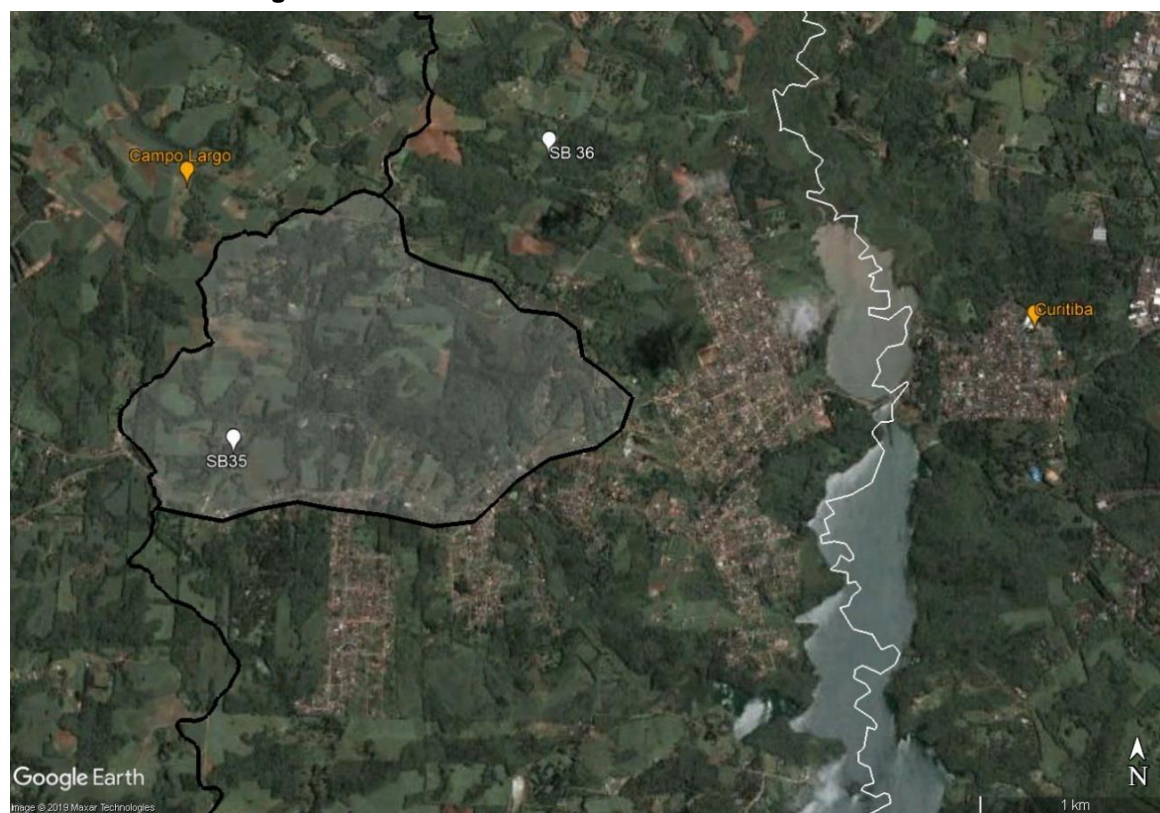
Fonte: Autoria própria, adaptado de SUDERSHA (2000 b) com base em Google (2019).

Mapa 13 - Uso do solo do ano de 2016 da área da sub-bacia SB 33



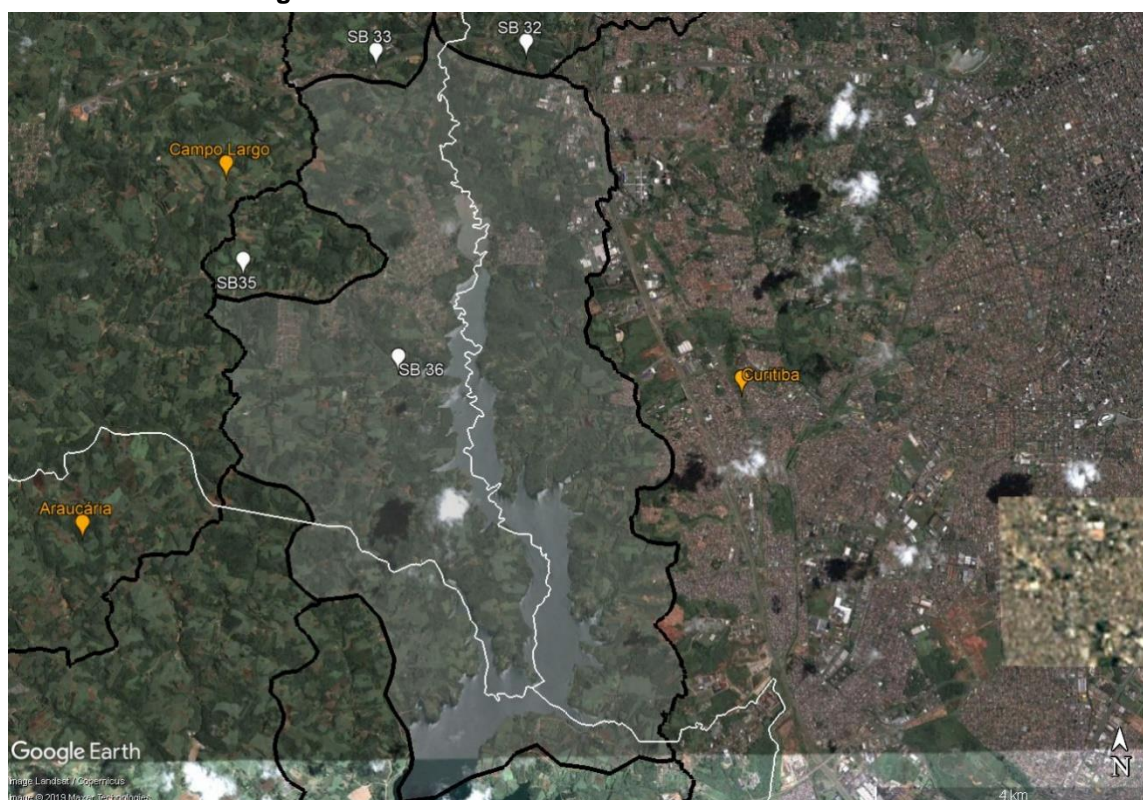
Fonte: Autoria própria com base em Google (2019).

Foto 9 - Imagem de satélite do ano de 2010 da área da sub-bacia SB 35



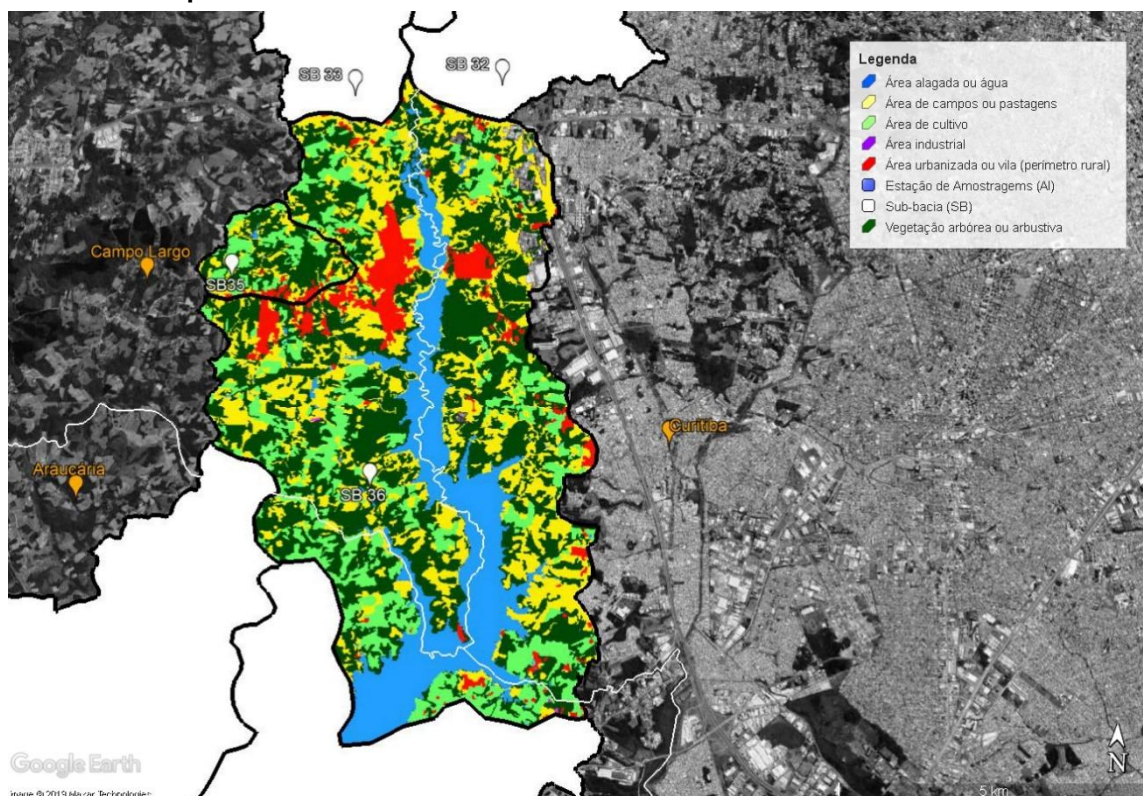
Fonte: Autoria própria com base em Google (2019).

Foto 10 - Imagem de satélite do ano de 2010 da área da sub-bacia SB 36



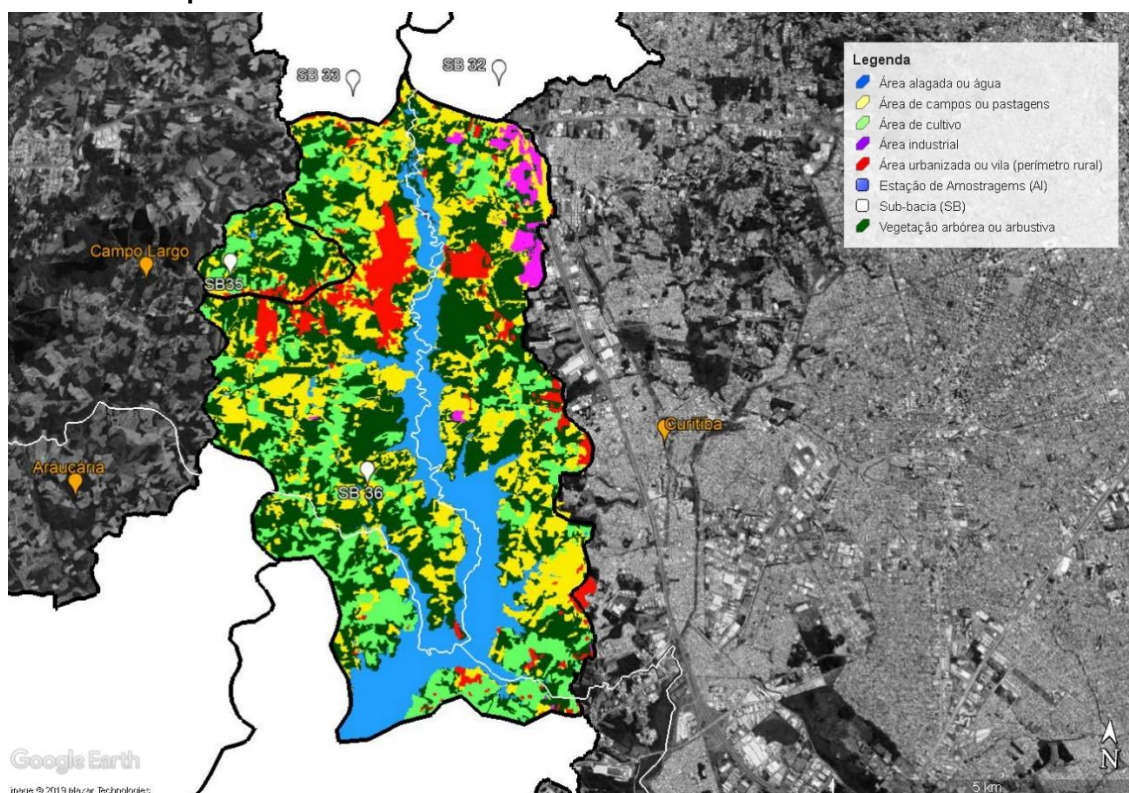
Fonte: Autoria própria com base em Google (2019).

Mapa 14 - Uso do solo do ano de 2000 da área da sub-bacia SB 36



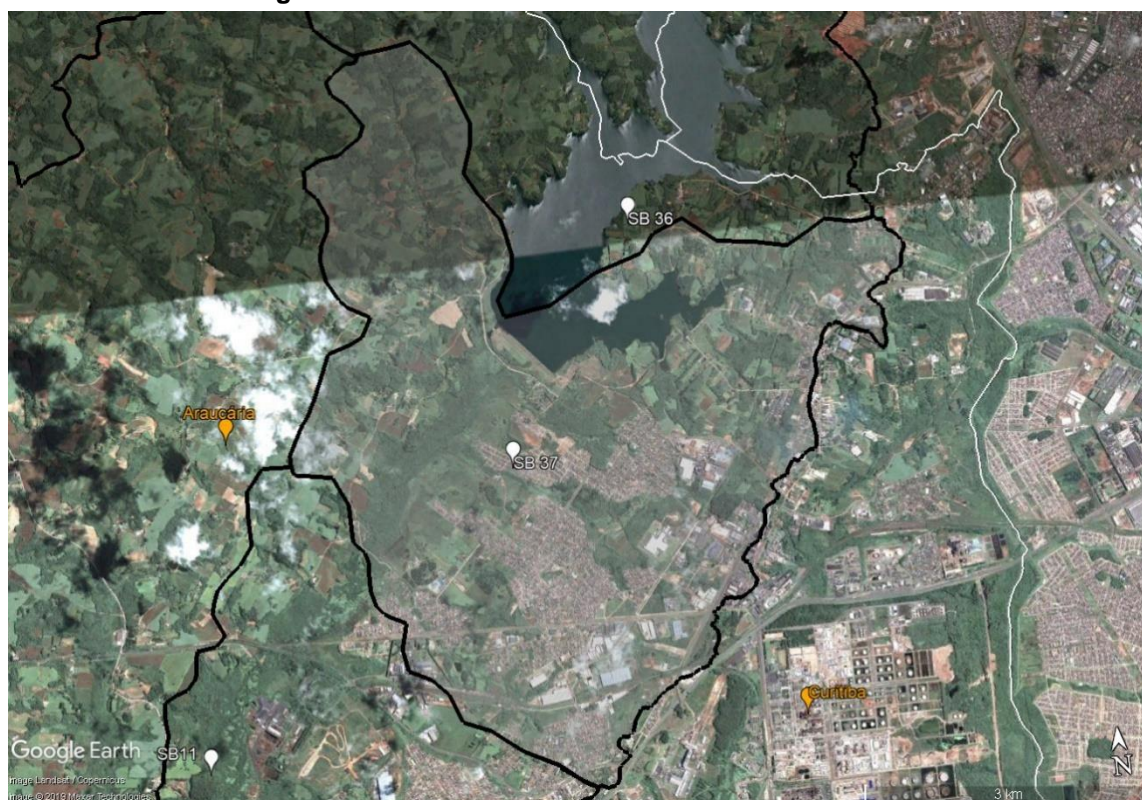
Fonte: Autoria própria, adaptado de SUDERSHA (2000 b) com base em Google (2019).

Mapa 15 - Uso do solo do ano de 2016 da área da sub-bacia SB 36



Fonte: Autoria própria com base em Google (2019).

Foto 11 - Imagem de satélite do ano de 2010 da área da sub-bacia SB 36



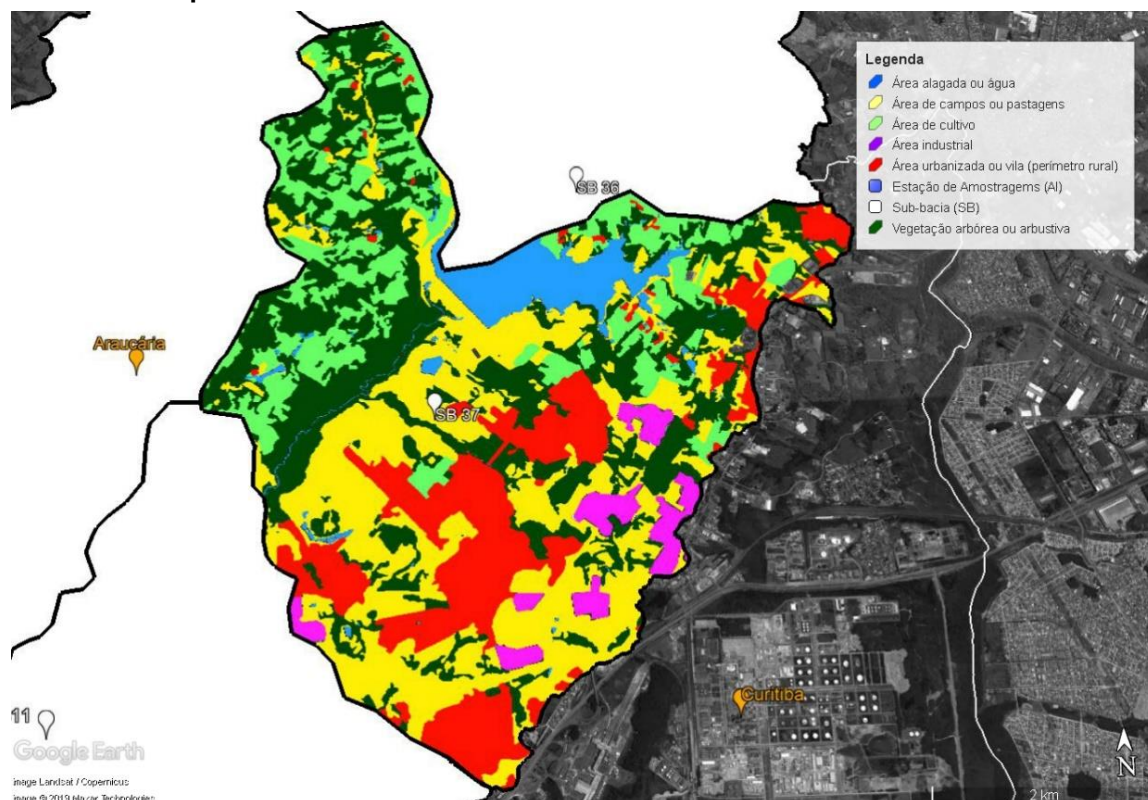
Fonte: Autoria própria com base em Google (2019).

Foto 12 - Imagem de satélite do ano de 2016 da área da sub-bacia SB 36



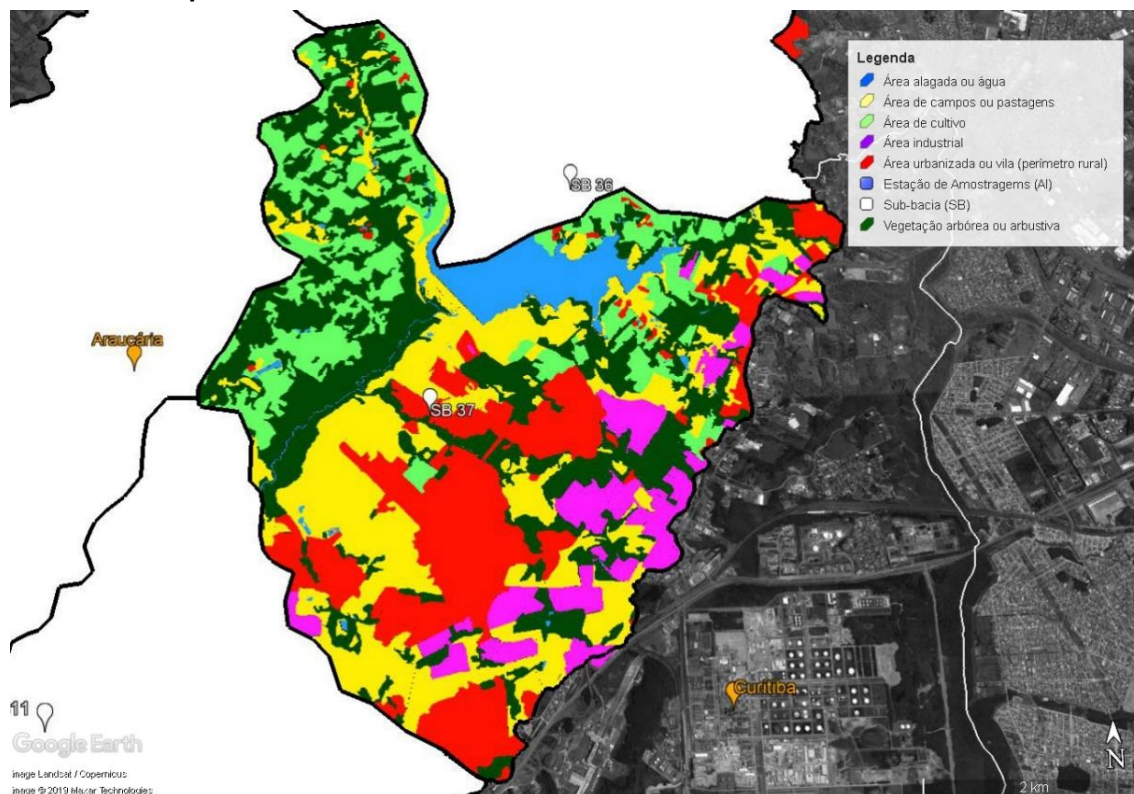
Fonte: Autoria própria com base em Google (2019).

Mapa 16 - Uso do solo do ano de 2010 da área da sub-bacia SB 37



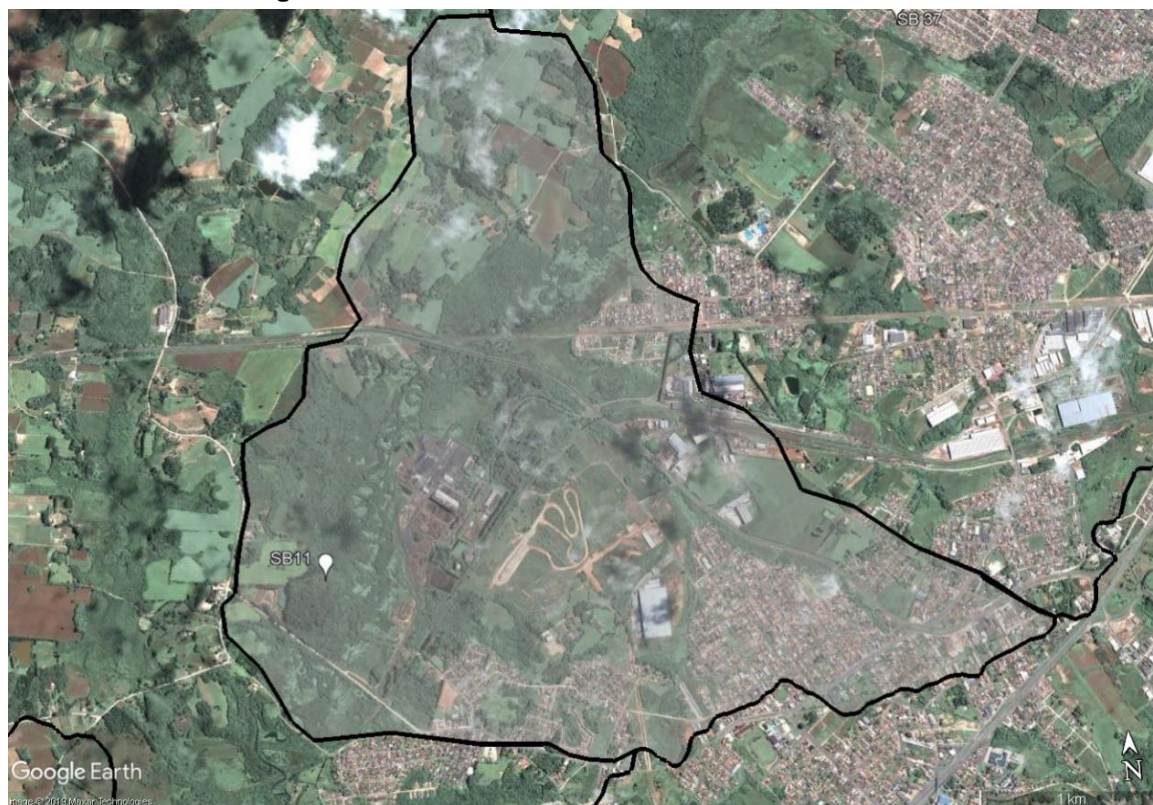
Fonte: Autoria própria, adaptado de SUDERSHA (2000 b) com base em Google (2019).

Mapa 17 - Uso do solo do ano de 2016 da área da sub-bacia SB 37



Fonte: Autoria própria com base em Google (2019).

Foto 13 - Imagem de satélite do ano de 2010 da área da sub-bacia SB 11



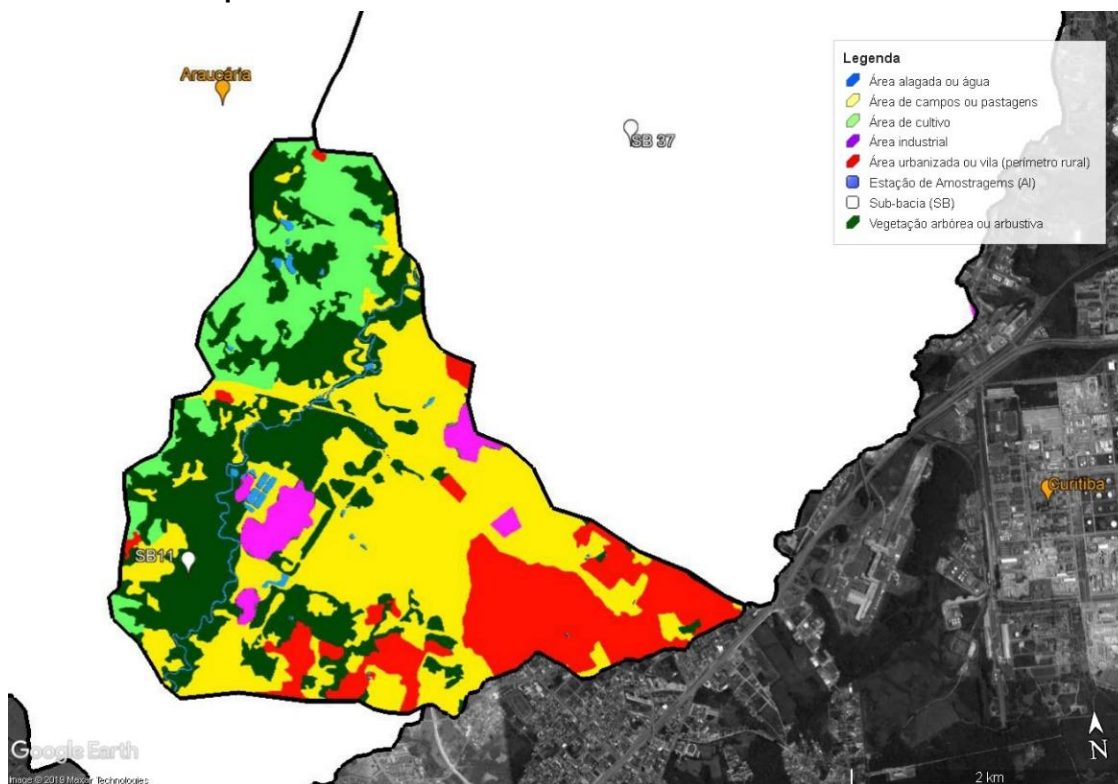
Fonte: Autoria própria com base em Google (2019).

Foto 14 - Imagem de satélite do ano de 2010 da área da sub-bacia SB 11



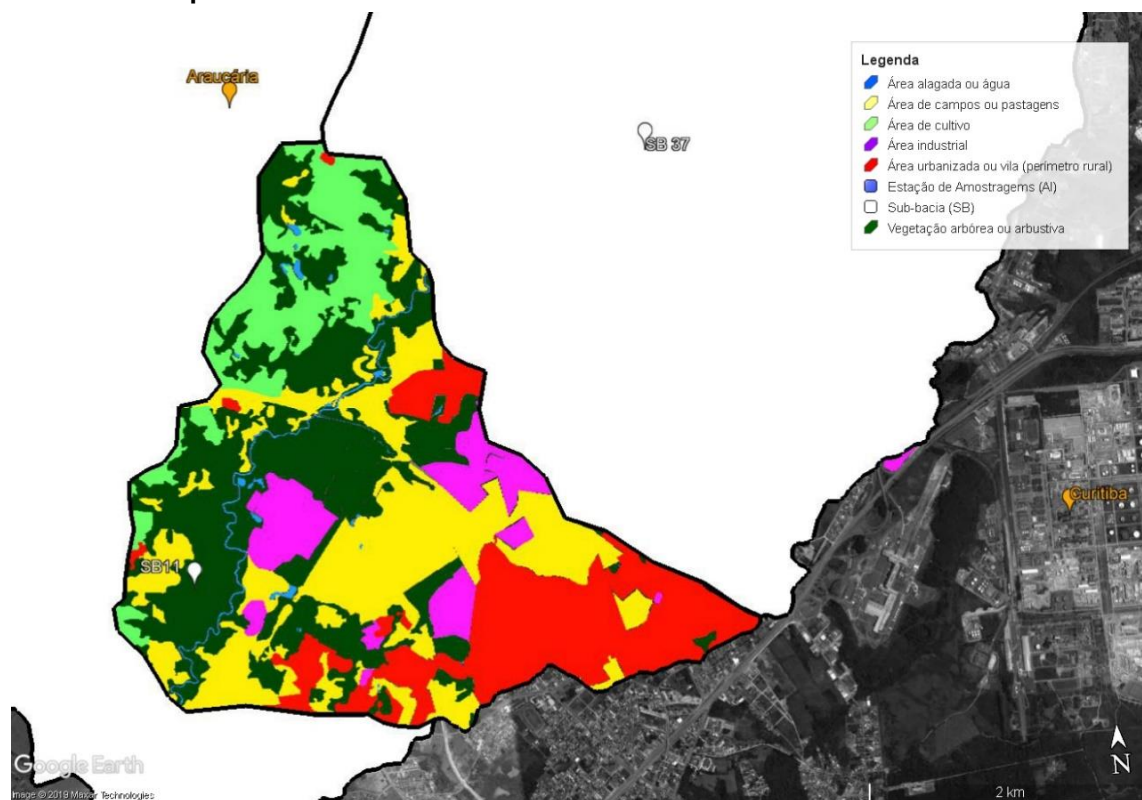
Fonte: Autoria própria com base em Google (2019).

Mapa 18 - Uso do solo do ano de 2000 da área da sub-bacia SB 11

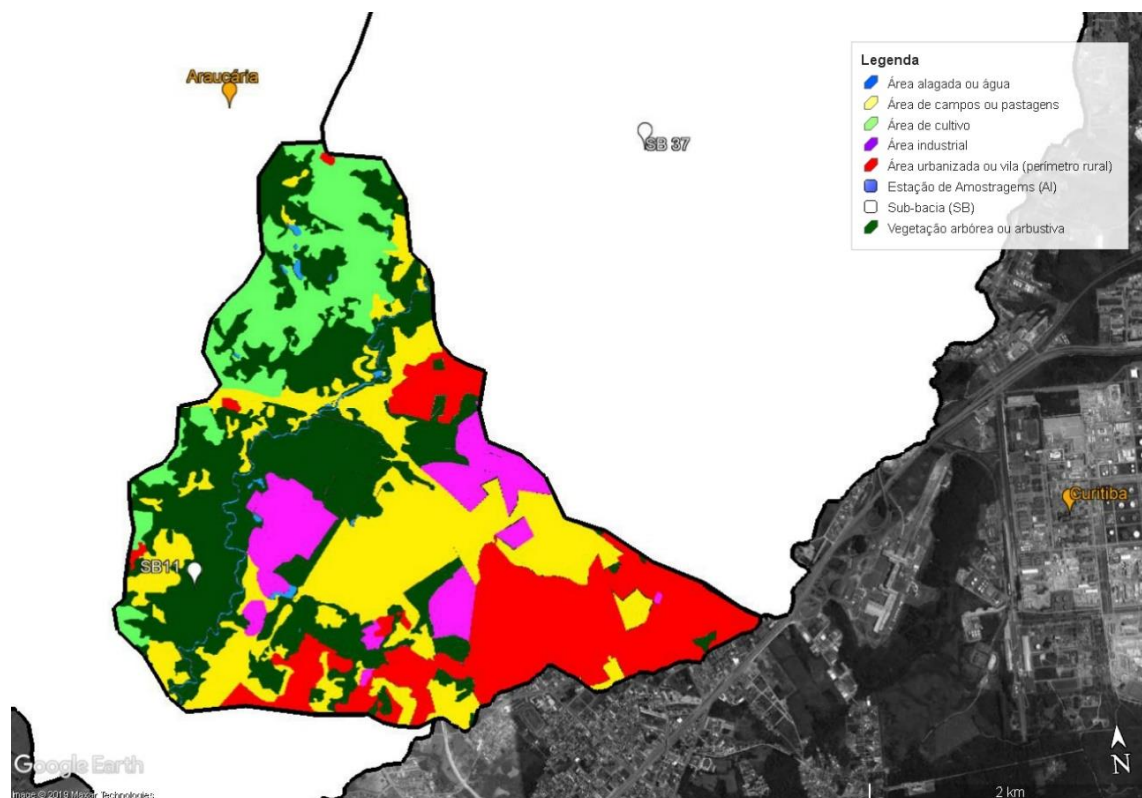


Fonte: Autoria própria, adaptado de SUDERSHA (2000 b) com base em Google (2019).

Mapa 19 - Uso do solo do ano de 2010 da área da sub-bacia SB 11



Fonte: Autoria própria, adaptado de SUDERSHA (2000 b) com base em Google (2019).



Mapa 20 - Uso do solo do ano de 2016 da área da sub-bacia SB 11

Fonte: Autoria própria, adaptado de SUDERSHA (2000 B) com base em Google (2019).

**APÊNDICE C – VALORES MÉDIOS DO PARÂMETROS E INDICADORES DE
QUALIDADE DA ÁGUA DAS ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM DO IAP**

Quadro 24 - Parâmetros e Indicadores de qualidade da água na Estação de Amostragem AI 11 nos anos de 1991 a 2003

Parâmetro	Unidade	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Estação do Ano	-	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Outono	Outono	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera
Número de Amostras	und.	1,00	3,00	2,00	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Oxigênio dissolvido	mg/L O ₂	5,30	7,47	6,35	5,90	6,30	6,25	5,55	6,2	6,10	5,90	3,30	3,50	2,20
Saturação de O ₂	%	67,00	88,33	79,50	71,00	73,50	73,50	63,00	73,5	71,00	80,00	40,00	46,00	42,00
pH	unidades pH	7,90	7,27	7,40	7,40	7,30	7,25	7,05	7,2	7,20	6,90	7,40		7,30
Temperatura da água	°C	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND				19,80	25,00	24,00
Temperatura do ar	°C	24,00	24,50	24,25	28,00	21,50	18,75	19,00	20,75	19,00	24,00	17,90	19,00	28,00
DBO	mg/L	4,00	2,67	3,50	4,00	2,50	3,00	2,00	1,5	4,00	9,20	4,70	18,00	5,00
DQO	mg/L	22,00	11,67	12,50	12,00	7,50	8,50	11,50	7,5	12,00	13,00	16,00	28,00	14,00
Fósforo total	mg/L P	0,08	0,08	0,13	0,04	0,08	0,07	0,03	0,059	0,07	0,26	0,20	0,09	0,43
Nitrito	mg/L N	0,00	0,02	0,01	0,03	0,02	0,04	0,03	0,019	0,05	0,18	0,05	0,05	0,04
Nitrato	mg/L N	0,30	0,36	0,42	0,28	0,75	0,46	0,53	0,375	0,53	0,80	0,84	0,46	0,16
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	0,04	0,08	0,18	0,30	0,23	0,24	0,11	0,18	0,28	2,40	0,33	0,26	ND
Nitrogênio kjeldhal	mg/L N	0,36	0,42	0,67	0,58	0,73	0,67	0,48	0,525	0,55	3,26	1,70	1,01	5,40
Sólidos totais	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	157,00	135,00	164,00
Sólidos suspensos	mg/L	34,00	25,00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND			ND
Turbidez	UNT	21,00	16,00	11,50	2,60	5,20	9,50	8,50	14,5	13,00	24,00	100,00	15,00	22,00
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	17.000	ND	ND
Coliformes fecais	NMP/100 mL	170	265	1.450	4.900	1.400	1.100	8.000	3.000	300	50.000	240.000	2.300	17.000
Coliformes totais	NMP/100 mL	430	2.300	8.800	8.800	160.000	13.000	51.500	18.500	3.000	300.000		8.000	240.000
Toxicidade aguda D. magna	FDd	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sólidos dissolvidos totais	mg/L Zn	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Classe do Parâmetro		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Oxigênio dissolvido		2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	4	4	4
pH		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	ND	1
DBO ₅		2	1	2	2	1	1	1	1	2	3	2	4	2
Fósforo total (ambiente lótico e trib. interm)		1	1	3	1	1	1	1	1	1	4	4	1	4
Nitrito		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrato		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrogênio amoniacal		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	ND
Turbidez		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
E. coli		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4	ND	ND
Coliformes fecais		1	2	3	4	3	3	4	3	2	4	4	3	4
Coliformes totais		1	2	3	3	4	3	4	3	2	4	ND	3	4
Classe Preponderante		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Classe Físico -Química		2	1	2	2	1	1	1	1	1	3	4	4	4
Classe Coliformes		1	2	3	4	4	3	4	3	2	4	4	3	4
(Daphnia magna) Ecotoxicidade		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
AIQA - Distância L		0,25	0,25	0,52	0,76	0,75	0,50	0,75	0,50	0,25	0,82	0,95	0,82	0,95
Condição de Qualidade		Boa	Boa	Pouco Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Pouco Poluída	Medianamente Poluída	Pouco Poluída	Boa	Poluída	Poluída	Poluída	Poluída
Classe Equivalente		2	2	3	4	4	3	4	3	2	Fora de classe	Fora de classe	Fora de classe	Fora de classe

Fonte: Autoria própria com base em IAP, 2018.

Quadro 25 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 11 entre anos de 2004 a 2016.

Parâmetro	Unidade	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Estação do Ano	-	Primavera	Outono	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Outono	Primavera	Inverno	Inverno	Verão	Primavera
Número de Amostras	und.	2,00	2,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Oxigênio dissolvido	mg/L O ₂	4,00	4,55	3,37	3,30	2,20	3,70	0,30	3,70	2,30	2,00	2,90	1,30	4,60
Saturação de O ₂	%	43,50	54,00	37,67	37,00	23,00	49,00	3,00	46,00	28,00	23,00	39,00	16,00	51,00
pH	unidades pH	6,94	7,10	7,20	7,35	7,30	7,30	7,30	7,23	7,70	7,28	7,30	7,20	7,20
Temperatura da água	°C	19,25	19,25	16,87	16,60	16,90	23,40	18,00	21,80	18,95	16,30	20,00	21,70	15,50
Temperatura do ar	°C	22,45	23,50	18,13	20,30	18,50	28,50	21,00	25,50	23,45	18,30	22,00	22,50	17,00
DBO	mg/L	4,90	10,00	7,25	2,00	7,60	3,20	16,00	2,00	2,20	5,00	5,80	2,00	7,20
DQO	mg/L	14,00	29,00	16,33	14,00	24,00	13,50	32,00	12,00	25,00	16,30	20,40	9,10	14,80
Fósforo total	mg/L P	0,15	0,14	0,25	0,31	0,66	0,27	1,70	0,09	1,75	0,79	0,22	0,21	0,21
Nitrito	mg/L N	0,11	0,08	0,11	0,06	0,07	0,03	0,00	0,08	0,01	0,02	0,17	0,02	0,57
Nitrato	mg/L N	1,36	0,63	0,43	0,19	0,24	0,38	0,05	0,34	0,04	0,11	0,57	0,08	0,12
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	0,43	0,59	1,71	3,50	4,00	0,34	3,10	0,29	3,60	2,10	3,10	1,00	0,26
Nitrogênio kjeldhal	mg/L N	1,49	1,01	3,50	6,40	7,50	0,74	4,90	0,50	4,35	2,80	3,70	1,70	1,80
Sólidos totais	mg/L	172,50	125,00	169,00	100,00	170,00	110,00	205,00	73,00	153,00	157,00	150,00	110,00	2,10
Sólidos suspensos	mg/L	37,50	19,00	19,23	24,00	14,00	5,60	10,00	25,50	11,30	14,00	10,00	4,80	183,00
Turbidez	UNT	82,50	65,00	21,33	15,00	9,00	12,00	22,00	5,50	6,40	9,00	19,00	ND	10,00
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL	ND	125.000	51.333	79.000	33.000	330.000	2.200.000	7.900	3.745	1.700	790	ND	20,00
Coliformes fecais	NMP/100 mL	110.000	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	11000,00
Coliformes totais	NMP/100 mL	170.000	265.000	126.667	79.000	49.000	490.000	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,00
Toxicidade aguda D. magna	FDd	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sólidos dissolvidos totais	mg/L Zn	ND	71,00	149,77	76,00	156,00	104,40	0,00	0,00	ND	ND	ND	ND	0,00
Classe do Parâmetro		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Oxigênio dissolvido		3	3	4	4	4	4	Fora de Classe	4	4	Fora de Classe	4	Fora de Classe	3
pH		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DBO ₅		2	3	3	1	3	2	4	1	1	2	3	1	3
Fósforo total (ambiente lótico e trib. interm)		3	3	4	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4
Nitrito		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrato		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrogênio amoniacal		1	1	1	1	3	1	1	1	3	1	1	1	1
Turbidez		2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	ND	1
E. coli		ND	4	4	4	4	4	4	4	3	3	2	ND	1
Coliformes fecais		4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4
Coliformes totais		4	4	4	4	4	4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1
Classe Preponderante		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Classe Físico -Química		3	3	4	3	4	3	3	1	4	2	4	1	3
Classe Coliformes		4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	2	ND	3
(Daphnia magna) Ecotoxicidade		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
AIQA - Distância L		0,82	0,82	0,95	0,82	0,95	0,82	0,82	0,75	0,82	0,52	0,76	ND	0,63
Condição de Qualidade		Poluída	Poluída	Poluída	Poluída	Poluída	Poluída	Poluída	Medianamente Poluída	Poluída	Pouco Poluída	Medianamente Poluída	ND	Medianamente Poluída
Classe Equivalente		Fora de classe	Fora de classe	Fora de classe	Fora de classe	Fora de classe	Fora de classe	Fora de classe	4	Fora de classe	3	4	ND	4

Fonte: Autoria própria com base em IAP, 2018.

Quadro 26 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 27 entre anos de 1991 a 2002

Parâmetro	Unidade	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Estação do Ano	-	Inverno	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Outono	Outono	Primavera	Outono	Primavera
Número de Amostras	und.	1,00	3,00	2,00	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,00	1,00	2,00	1,00
Oxigênio dissolvido	mg/L O ₂	7,80	7,40	8,15	6,80	7,40	8,55	8,15	8,30	8,50	9,00	7,00	7,00
Saturação de O ₂	%	94,00	85,00	91,50	79,00	83,00	93,50	91,00	93,00	97,00	101,00	81,00	87,00
pH	unidades pH	8,60	7,37	7,65	8,50	8,25	8,15	7,80	7,95	7,50	ND	7,40	
Temperatura da água	°C	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	22,00	20,00
Temperatura do ar	°C	22,50	23,20	19,35	20,00	19,85	15,00	18,50	17,25	30,00	ND	19,90	17,00
DBO	mg/L	2,00	2,00	1,50	2,00	1,00	2,50	1,50	1,00	ND	1,90	1,90	1,90
DQO	mg/L	13,00	2,00	6,00	10,00	7,50	5,00	3,50	3,00	1,00	7,20	0,99	4,20
Fósforo total	mg/L P	0,10	0,02	ND	0,00	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	0,12	0,05	0,01
Nitrito	mg/L N	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Nitrato	mg/L N	ND	0,08	0,15	0,21	0,26	0,15	0,31	0,29	0,30	0,43	0,39	0,60
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	0,04	0,03	ND	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	ND	0,10	0,02	0,06
Nitrogênio kjeldhal	mg/L N	0,41	0,16	0,12	0,06	0,34	0,24	0,10	0,03	0,02	1,25	0,03	0,20
Sólidos totais	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	107,00	150,00
Sólidos suspensos	mg/L	129,00	11,00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2,00	132,00	ND	ND
Turbidez	UNT	8,30	0,53	1,75	0,60	3,90	1,75	3,50	1,00	1,00	20,00	0,40	1,10
<i>E. coli</i>	NMP/100 mL	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	23.000	ND
Coliformes fecais	NMP/100 mL	130	1.100	51	800	75	80	13	27	13	ND	8.000	ND
Coliformes totais	NMP/100 mL	2.200	2.650	400	2.900	1.900	700	500	180	500	23.000	23.000	ND
Toxicidade aguda D. magna	FDd	6	4	1	4	1	1	1	1	2	1	1	1
Sólidos dissolvidos totais	mg/L Zn	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Classe do Parâmetro		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Oxigênio dissolvido		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
pH		1	1	1	1	1	1	1	1	1	ND	1	ND
DBO ₅		1	1	1	1	1	1	1	1	ND	1	1	1
Fósforo total (ambiente lótico e trib. interm)		3	1		1	1	1	1	1	1	3	1	1
Nitrito		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrato		ND	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrogênio amoniacal		1	1	ND	1	1	1	1	1	ND	1	1	1
Turbidez		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>E. coli</i>		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4	ND
Coliformes fecais		1	3	1	2	1	1	1	1	1	ND	4	ND
Coliformes totais		2	2	1	2	2	1	1	1	1	4	4	ND
Classe Preponderante		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Classe Físico -Química		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Classe Coliformes		2	3	1	2	2	1	1	1	1	4	4	ND
(Daphnia magna) Ecotoxicidade		6	4	1	4	1	1	1	1	2	1	1	1
AIQA - Distância L		0,97	0,98	0,00	0,93	0,25	0,00	0,00	0,00	0,73	0,75	0,75	ND
Condição de Qualidade		Poluída	Poluída	Muito boa	Poluída	Boa	Muito boa	Muito boa	Muito boa	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	ND
Classe Equivalente		Fora de classe	Fora de classe	1	Fora de classe	2	1	1	1	4	4	4	ND

Fonte: Autoria própria com base em IAP, 2018..

Quadro 27 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 27 entre anos de 2003 a 2012

Parâmetro	Unidade	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Estação do Ano	-	Primavera	Primavera	Verão	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera
Número de Amostras	und.	1,00	2,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Oxigênio dissolvido	mg/L O ₂	7,30	7,65	7,90	8,10	8,60	7,30	7,60	7,20	7,50	7,20
Saturação de O ₂	%	85,00	90,50	90,00	90,50	97,00	81,00	91,00	85,00	85,00	82,00
pH	unidades pH	7,50	7,55	7,20	7,19	8,10	7,31	7,30	7,30	7,26	7,70
Temperatura da água	°C	17,00	17,95	17,40	17,60	16,20	17,20	18,80	17,60	17,20	17,00
Temperatura do ar	°C	20,00	23,70	18,00	20,40	16,40	17,80	22,50	19,00	18,20	18,00
DBO	mg/L	2,00	3,00	1,90	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
DQO	mg/L	2,10	8,50	7,00	2,20	1,00	7,80	5,20	2,30	4,40	13,00
Fósforo total	mg/L P	0,01	0,55	0,05	0,06	0,01	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01
Nitrito	mg/L N	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nitrato	mg/L N	0,53	0,50	0,36	0,40	0,01	0,63	0,48	0,50	0,62	0,11
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	0,04	0,02	0,03	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
Nitrogênio kjeldhal	mg/L N	0,09	0,10	0,10	0,05	0,03	0,04	0,10	0,04	0,03	0,04
Sólidos totais	mg/L	135,00	155,00	86,00	110,00	136,00	49,00	134,00	94,00	130,00	120,00
Sólidos suspensos	mg/L	ND	6,00	2,00	1,00	29,00	11,00	2,00	2,80	15,00	1,00
Turbidez	UNT	1,30	7,95	1,00	1,00	1,50	5,70	1,60	0,70	ND	8,00
<i>E. coli</i>	NMP/100 mL	ND	1.510	140	3.000	2.200	170	330	20	ND	18
Coliformes fecais	NMP/100 mL	110	140	140	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Coliformes totais	NMP/100 mL	1.300	8.000		3.000	23.000	1.100	4.900	330	ND	20
Toxicidade aguda <i>D. magna</i>	FDd	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
Sólidos dissolvidos totais	mg/L Zn	ND	ND	ND	93,00	204,70	164,00	99,00	111,20	ND	ND
Classe do Parâmetro		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Oxigênio dissolvido		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
pH		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DBO ₅		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Fósforo total (ambiente lótico e trib. interm)		1	4	1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrito		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrato		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrogênio amoniacal		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Turbidez		1	1	1	1	1	1	1	1	ND	1
<i>E. coli</i>		ND	3	1	3	3	1	2	1	ND	1
Coliformes fecais		1	1	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Coliformes totais		2	3	ND	2	4	2	2	1	ND	1
Classe Preponderante		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Classe Físico -Química		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Classe Coliformes		2	3	1	3	4	2	2	1	ND	1
(<i>Daphnia magna</i>) Ecotoxicidade		1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
AIQA - Distância L		0,25	0,50	0,73	0,50	0,75	0,25	0,25	0,00	ND	0,00
Condição de Qualidade		Boa	Pouco Poluída	Medianamente Poluída	Pouco Poluída	Medianamente Poluída	Boa	Boa	Muito boa	ND	Muito boa
Classe Equivalente		2	3	4	3	4	2	2	1	ND	1

Fonte: Autoria própria com base em IAP, 2018.

Quadro 28 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 28 entre anos de 1991 a 2002

Parâmetro	Unidade	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1998	1999	2000	2001	2002
Estação do Ano	-	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Inverno	Outono	Primavera	Primavera	Primavera
Número de Amostras	und.	1,00	4,00	3,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Oxigênio dissolvido	mg/L O ₂	6,80	8,33	8,23	7,90	8,10	7,90	8,70	7,80	7,30	7,64	7,30
Saturação de O ₂	%	97,00	99,25	98,33	93,00	93,00	91,00	97,00	92,00	90,00	102,90	93,00
pH	unidades pH	8,30	8,08	8,07	8,20	8,30	8,20	7,90	7,80		7,90	
Temperatura da água	°C										21,90	20,00
Temperatura do ar	°C	22,00	23,53	21,30	20,00	19,85	15,50	24,00	21,00	19,00	19,20	18,00
DBO	mg/L	1,00	1,67	2,67	2,00	1,00	1,00	1,00	5,00	2,30	1,99	1,99
DQO	mg/L	4,00	2,75	10,33	7,00	6,50	5,00	5,00	8,00	4,00	2,50	9,60
Fósforo total	mg/L P	0,03	0,04	0,16	0,07	0,03	0,02	0,04	0,05	0,03	0,02	0,06
Nitrito	mg/L N	0,00	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,05
Nitrato	mg/L N		0,26	0,46	0,51	0,27	0,17	0,37	0,42	0,32	0,57	0,60
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	0,04	0,03	0,05	0,19	0,03	0,03	0,03	0,03	0,18	0,03	0,12
Nitrogênio kjeldhal	mg/L N	0,28	0,24	0,62	0,47	0,37	0,13	0,10	0,05	0,33	0,06	0,68
Sólidos totais	mg/L										175,00	178,00
Sólidos suspensos	mg/L	13,00	23,25									
Turbidez	UNT	2,90	6,80	54,00	43,00	8,50	5,20	15,00	34,00	11,00	8,10	36,00
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL											
Coliformes fecais	NMP/100 mL	500	1.877	6.567	5.500	1.550	1.400	700	3.000	1.400	500	
Coliformes totais	NMP/100 mL	3.000	6.100	17.000	4.300	2.900	5.000	5.000	24.000	23.000	1.300	
Toxicidade aguda D. magna	FDd	2	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Sólidos dissolvidos totais	mg/L Zn											
Classe do Parâmetro		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1998	1999	2000	2001	2002
Oxigênio dissolvido		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
pH		1	1	1	1	1	1	1	1	ND	1	ND
DBO ₅		1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
Fósforo total (ambiente lótico e trib. interm)		1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrito		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrato		ND	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrogênio amoniacal		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Turbidez		1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1
E. coli		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Coliformes fecais		2	3	4	4	3	3	2	3	3	2	ND
Coliformes totais		2	3	3	2	2	2	2	4	4	2	ND
Classe Preponderante		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1998	1999	2000	2001	2002
Classe Físico -Química		1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Classe Coliformes		2	3	4	4	3	3	2	4	4	2	ND
(Daphnia magna) Ecotoxicidade		2	4,25	2	1	1	1	1	1	1	1	1
AIQA - Distância L		0,74	0,98	0,94	0,75	0,50	0,50	0,25	0,75	0,75	0,25	ND
Condição de Qualidade		Medianamente Poluída	Poluída	Poluída	Medianamente Poluída	Pouco Poluída	Pouco Poluída	Boa	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Boa	ND
Classe Equivalente		4	Fora de classe	Fora de classe	4	3	3	2	4	4	2	ND

Fonte: Autoria própria com base em IAP, 2018.

Quadro 29 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 28 entre anos de 2003 a 2016

Parâmetro	Unidade	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2016
Estação do Ano	-	Primavera	Primavera	Inverno	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera
Número de Amostras	und.	1,00	2,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Oxigênio dissolvido	mg/L O ₂	7,90	8,10	8,00	8,10	8,60	7,30	7,60	7,20	8,50	7,50	7,80
Saturação de O ₂	%	85,00	97,00	95,00	90,50	97,00	81,00	91,00	85,00	95,00	89,00	96,00
pH	unidades pH	8,10	8,13	7,80	7,19	8,10	7,31	7,30	7,30	8,09	8,30	7,90
Temperatura da água	°C	18,00	20,35	19,20	17,60	16,20	17,20	18,80	17,60	17,20	18,00	20,00
Temperatura do ar	°C	20,00	22,85	18,50	20,40	16,40	17,80	22,50	19,00	18,50	18,00	20,50
DBO	mg/L	1,99	1,99	3,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	3,00
DQO	mg/L	1,20		12,00	2,20	1,00	7,80	5,20	2,30	7,80	15,00	9,60
Fósforo total	mg/L P	0,08	0,05	0,06	0,06	0,01	0,01	0,02	0,00	0,03	0,04	0,06
Nitrito	mg/L N	0,01	0,01	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	ND
Nitrato	mg/L N	0,23	0,44	0,36	0,40	0,01	0,63	0,48	0,50	0,59	0,04	0,67
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	0,05	0,05	0,08	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04	0,05	0,04
Nitrogênio kjeldhal	mg/L N	0,27	0,27	0,21	0,05	0,03	0,04	0,10	0,04	0,12	0,13	0,95
Sólidos totais	mg/L	189,00	182,00	128,00	110,00	136,00	49,00	134,00	94,00	157,00	120,00	157,00
Sólidos suspensos	mg/L			18,00	1,00	29,00	11,00	2,00	2,80	20,00	15,00	31,00
Turbidez	UNT	24,00	32,00	25,00	1,00	1,50	5,70	1,60	0,70	10,00	16,00	25,00
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL		90	130.000	3.000	2.200	170	330	20		790	3.300
Coliformes fecais	NMP/100 mL	800	50.000	130.000								
Coliformes totais	NMP/100 mL	5.000	65.000		3.000	23.000	1.100	4.900	330		17.000	
Toxicidade aguda D. magna	FDd	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sólidos dissolvidos totais	mg/L Zn			150,60	93,00	204,70	164,00	99,00	111,20			
Classe do Parâmetro		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2016
Oxigênio dissolvido		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
pH		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DBO ₅		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Fósforo total (ambiente lótico e trib. interm)		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrito		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	ND
Nitrato		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrogênio amoniacal		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Turbidez		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E. coli		ND	1	4	3	3	1	2	1	ND	2	3
Coliformes fecais		2	4	4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Coliformes totais		2	4	ND	2	4	2	2	1	ND	3	ND
Classe Preponderante		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2016
Classe Físico -Química		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Classe Coliformes		2	4	4	3	4	2	2	1	ND	3	3
(Daphnia magna) Ecotoxicidade		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
AIQA - Distância L		0,25	0,75	0,75	0,50	0,75	0,25	0,25	0,00	ND	0,50	0,50
Condição de Qualidade		Boa	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Pouco Poluída	Medianamente Poluída	Boa	Boa	Muito boa	ND	Pouco Poluída	Pouco Poluída
Classe Equivalente		2	4	4	3	4	2	2	1	ND	3	3

Fonte: Autoria própria com base em IAP, 2018.

Quadro 30 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 29 entre anos de 1991 a 2002

Parâmetro	Unidade	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1998	1999	2000	2001	2002
Estação do Ano	-	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Inverno	Outono	Primavera	Primavera	Primavera
Número de Amostras	und.	1,00	4,00	3,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Oxigênio dissolvido	mg/L O ₂	6,40	7,73	7,90	7,10	7,55	7,20	8,30	6,90	6,80	6,66	6,80
Saturação de O ₂	%	80,00	91,50	95,00	82,00	90,50	84,00	93,00	81,00	84,00	88,90	86,00
pH	unidades pH	8,00	7,75	7,90	8,00	7,85	7,90	7,70	7,60		7,70	
Temperatura da água	°C										18,30	20,00
Temperatura do ar	°C	22,00	21,50	21,00	20,00	24,50	15,50	24,00	20,00	20,00	17,80	18,00
DBO	mg/L	1,00	5,25	2,67	5,00	2,00	3,00	3,00	2,00	3,30	2,50	4,90
DQO	mg/L	3,00	15,00	8,33	20,00	8,50	8,00	5,00	4,00	7,90	11,00	11,00
Fósforo total	mg/L P	0,11	0,20	0,13	0,09	0,03	0,03	0,06	0,04	0,06	0,24	0,06
Nitrito	mg/L N	0,00	0,04	0,05	0,01	0,04	0,12	0,02	0,01	0,01	0,07	0,21
Nitrato	mg/L N	1,78	0,46	1,09	1,82	1,56	0,32	1,20	2,16	0,43	1,03	1,17
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	0,12	0,09	0,61	1,10	0,28	0,32	0,39	0,62	0,33	0,31	0,47
Nitrogênio kjeldhal	mg/L N	1,11	0,72	1,31	1,29	0,79	0,49	0,34	0,80	1,06	0,45	1,42
Sólidos totais	mg/L										415,00	188,00
Sólidos suspensos	mg/L	20,00	411,25									
Turbidez	UNT	3,90	102,50	50,00	47,00	5,60	7,00	16,00		11,00	195,00	34,00
<i>E. coli</i>	NMP/100 mL											
Coliformes fecais	NMP/100 mL	220	1.033	5.667	2.600	600	700	1.400	3.000	3.000	5.000	
Coliformes totais	NMP/100 mL	2.200	7.733	17.333	3.400	7.600	17.000	2.200	5.000	30.000	17.000	
Toxicidade aguda D. magna	FDd	2	5	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Sólidos dissolvidos totais	mg/L Zn											
Classe do Parâmetro		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1998	1999	2000	2001	2002
Oxigênio dissolvido		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
pH		1	1	1	1	1	1	1	1	ND	1	ND
DBO ₅		1	3	1	2	1	1	1	1	2	1	2
Fósforo total (ambiente lótico e trib. interm)		3	4	3	1	1	1	1	1	1	4	1
Nitrito		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrato		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrogênio amoniacal		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Turbidez		1	4	2	2	1	1	1	ND	1	4	1
<i>E. coli</i>		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Coliformes fecais		2	3	4	3	2	2	3	3	3	4	ND
Coliformes totais		2	3	3	2	3	3	2	2	4	3	ND
Classe Preponderante		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1998	1999	2000	2001	2002
Classe Físico -Química		1	4	2	2	1	1	1	1	1	3	1
Classe Coliformes		2	3	4	3	3	3	3	3	4	4	ND
(Daphnia magna) Ecotoxicidade		2	5,25	2	1	1	1	1	1	1	1	1
AIQA - Distância L		0,74	1,12	0,94	0,52	0,50	0,50	0,50	0,50	0,75	0,82	ND
Condição de Qualidade		Medianamente Poluída	Muito Poluída	Poluída	Pouco Poluída	Pouco Poluída	Pouco Poluída	Pouco Poluída	Pouco Poluída	Medianamente Poluída	Poluída	ND
Classe Equivalente		4	Fora de classe	Fora de classe	3	3	3	3	3	4	Fora de classe	ND

Fonte: Autoria própria com base em IAP, 2018.

Quadro 31 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 29 entre anos de 2003 a 2012

Parâmetro	Unidade	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Estação do Ano	-	Primavera	Primavera	Verão	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera
Número de Amostras	und.	1,00	2,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Oxigênio dissolvido	mg/L O ₂	7,50	7,65	8,35	8,40	8,30	8,50	7,30	9,10	8,10	7,10
Saturação de O ₂	%	88,00	93,50	95,00	54,30	94,00	95,00	91,00	91,00	91,00	88,00
pH	unidades pH	8,00	7,92	7,90	7,87	7,60	8,00	7,90	7,60	7,99	8,00
Temperatura da água	°C	18,00	20,45	16,70	19,50	16,40	17,30	21,20	18,60	17,00	19,30
Temperatura do ar	°C	20,00	22,40	18,25	21,75	16,00	20,50	24,20	19,00	18,80	18,00
DBO	mg/L	2,00	5,00	3,45	2,65	2,00	2,10	2,00	2,30	2,00	2,00
DQO	mg/L	5,60	18,50	9,50	5,75	8,40	11,30	10,00	7,00	2,00	14,00
Fósforo total	mg/L P	0,02	0,07	0,02	0,03	0,05	0,02	0,08	0,03	0,04	0,05
Nitrito	mg/L N	0,06	0,06	0,02	0,02	0,03	0,05	0,07	0,04	0,02	0,03
Nitrato	mg/L N	0,66	0,51	1,11	0,51	0,59	0,90	0,75	0,79	0,93	0,86
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	0,21	0,17	0,15	0,09	0,21	0,11	0,24	0,14	0,16	0,09
Nitrogênio kjeldhal	mg/L N	0,50	0,51	0,32	0,19	0,44	0,23	0,68	0,28	0,24	0,20
Sólidos totais	mg/L	152,00	185,00	147,00	138,50	115,00	132,00	191,00	101,00	143,00	50,00
Sólidos suspensos	mg/L			8,20	4,50	4,00	12,00	38,70	7,60	16,00	18,00
Turbidez	UNT	12,00	41,00	11,00	8,50	11,00	5,30	48,00	7,50	9,00	18,00
<i>E. coli</i>	NMP/100 mL		124	12.000	13.000	28.000	4.900	33.000	11.000		1.700
Coliformes fecais	NMP/100 mL	2.300	120.000								-
Coliformes totais	NMP/100 mL	2.300	120.000	45.500	30.000	130.000	23.000	70.000	11.000		23.000
Toxicidade aguda D. magna	FDd	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
Sólidos dissolvidos totais	mg/L Zn			138,80	134,00	111,00	120,00	152,30	93,40		
Classe do Parâmetro		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Oxigênio dissolvido		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
pH		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DBO ₅		1	2	2	1	1	1	1	1	1	1
Fósforo total (ambiente lótico e trib. interm)		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrito		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrato		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrogênio amoniacal		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Turbidez		1	2	1	1	1	1	2	1	1	1
<i>E. coli</i>		ND	1	4	4	4	4	4	4	ND	3
Coliformes fecais		3	4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1
Coliformes totais		2	4	4	4	4	4	4	3	ND	4
Classe Preponderante		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Classe Físico -Química		1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Classe Coliformes		3	4	4	4	4	4	4	4	ND	4
(Daphnia magna) Ecotoxicidade		1	1	1	1,5	1	1	1	1	1	1
AIQA - Distância L		0,50	0,76	0,75	0,83	0,75	0,75	0,75	0,75	ND	0,75
Condição de Qualidade		Pouco Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	ND	Medianamente Poluída
Classe Equivalente		3	4	4	Fora de classe	4	4	4	4	ND	4

Fonte: Autoria própria com base em IAP, 2018.

Quadro 32 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 30 entre anos de 1991 a 2003

Parâmetro	Unidade	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Estação do Ano	-	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Inverno	Inverno	Outono	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera
Número de Amostras	und.	1,00	4,00	3,00	1,00	2,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Oxigênio dissolvido	mg/L O ₂	7,00	6,33	7,10	6,20	7,25	7,00	7,60	5,80	7,90	6,50	6,59	6,60	6,80
Saturação de O ₂	%	90,00	75,25	86,00	73,00	87,50	85,00	81,50	68,00	88,00	80,00	86,00	85,00	80,00
pH	unidades pH	7,90	7,68	7,63	7,80	7,75	7,60	7,45	7,30	7,70		7,60		7,80
Temperatura da água	°C											28,90	20,00	18,00
Temperatura do ar	°C	28,50	22,00	21,63	20,00	24,50	23,50	17,50	19,50	19,00	21,00	25,10	18,00	20,00
DBO	mg/L	1,00	14,00	5,00	6,00	2,50	4,00	2,50	7,00	5,00	2,60	5,10	5,90	2,70
DQO	mg/L	5,00	27,25	16,67	23,00	9,00	12,00	8,50	18,00	9,00	7,90	9,00	15,00	4,10
Fósforo total	mg/L P	0,12	0,39	0,26	0,24	0,07	0,09	0,09	0,19	0,07	0,14	0,18	0,07	0,10
Nitrito	mg/L N	0,00	0,12	0,07	0,00	0,04	0,08	0,03	0,10	0,06	0,10	0,09	0,07	0,62
Nitrato	mg/L N	1,21	1,26	1,39	1,82	1,32	0,64	1,20	1,10	1,38	0,97	1,05	1,25	1,05
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	0,20	1,24	1,20	0,89	17,18	0,23	0,53	0,35	0,52	0,45	0,38	0,11	0,56
Nitrogênio kjeldhal	mg/L N	0,54	2,65	1,56	1,26	1,01	0,66	0,93	1,11	1,42	1,83	1,08	0,57	4,00
Sólidos totais	mg/L											207,00	161,00	143,00
Sólidos suspensos	mg/L	11,00	516,25											
Turbidez	UNT	24,00	96,75	56,67	77,00	8,00	15,00	7,50	47,00	12,00	14,00	39,00	35,00	15,00
<i>E. coli</i>	NMP/100 mL													
Coliformes fecais	NMP/100 mL	160.000	420.000	26.667	20.000	30.000	30.000	8.150	20	11.000	30.000	80.000		23.000
Coliformes totais	NMP/100 mL	160.000	766.666	90.000	20.000	60.000	110.000	125.000	80.000	160.000	80.000	130.000		80.000
Toxicidade aguda D. magna	FDd	2	5	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sólidos dissolvidos totais	mg/L Zn													
Classe do Parâmetro		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Oxigênio dissolvido		1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
pH		1	1	1	1	1	1	1	1	1	ND	1	ND	1
DBO ₅		1	4	2	3	1	2	1	3	2	1	3	3	1
Fósforo total (ambiente lótico e trib. interm)		3	4	4	4	1	1	1	4	1	3	4	1	1
Nitrito		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrato		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrogênio amoniacal		1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1
Turbidez		1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1
<i>E. coli</i>		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Coliformes fecais		4	4	4	4	4	4	4	1	4	4	4	ND	4
Coliformes totais		4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	ND	4
Classe Preponderante		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Classe Físico -Química		1	4	2	3	1	1	1	3	1	1	3	1	1
Classe Coliformes		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	ND	4
(Daphnia magna) Ecotoxicidade		2	4,5	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
AIQA - Distância L		0,93	1,19	0,94	0,82	0,75	0,75	0,75	0,82	0,75	0,75	0,82	ND	0,75
Condição de Qualidade		Poluída	Muito Poluída	Poluída	Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Poluída	ND	Medianamente Poluída
Classe Equivalente		Fora de classe	Fora de classe	Fora de classe	Fora de classe	4	4	4	Fora de classe	4	4	Fora de classe	ND	4

Fonte: Autoria própria com base em IAP, 2018.

Quadro 33 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 30 entre anos de 2004 a 2012

Parâmetro	Unidade	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Estação do Ano	-	Primavera	Verão	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera
Número de Amostras	und.	2,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Oxigênio dissolvido	mg/L O ₂	6,70	7,80	7,10	6,60	8,10	6,60	6,80	7,30	6,10
Saturação de O ₂	%	82,00	87,00	83,50	77,00	91,00	86,00	81,00	83,00	74,00
pH	unidades pH	7,63	7,60	7,50	7,80	7,76	7,90	7,60	7,83	7,80
Temperatura da água	°C	20,80	18,80	19,10	18,30	17,50	23,60	19,00	17,80	19,00
Temperatura do ar	°C	24,15	18,50	21,25	21,60	22,90	27,40	21,00	21,00	18,20
DBO	mg/L	6,50	5,00	2,95	2,00	4,20	3,50	2,60	4,60	2,40
DQO	mg/L	17,00	13,00	9,00	14,00	15,90	7,00	5,40	16,00	14,00
Fósforo total	mg/L P	0,16	0,17	0,12	0,13	0,12	0,09	0,06	0,11	0,09
Nitrito	mg/L N	0,02	0,07	0,06	0,10	0,05	0,05	0,04	0,03	0,16
Nitrato	mg/L N	0,78	0,91	0,83	1,00	0,97	1,03	0,96	2,02	1,35
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	0,29	0,32	0,42	0,64	0,66	0,23	0,27	0,40	0,55
Nitrogênio kjeldhal	mg/L N	0,92	0,59	1,00	1,20	1,00	0,60	0,53	0,99	1,20
Sólidos totais	mg/L	207,00	173,00	149,50	172,00	112,00	152,00	89,00	201,00	143,00
Sólidos suspensos	mg/L		35,00	16,50	23,00	14,00	27,00	12,00	52,00	20,00
Turbidez	UNT	58,00	28,00	12,50	17,00	13,00	24,00	9,50	10,00	20,00
<i>E. coli</i>	NMP/100 mL	138	130.000	50.000	240.000	33.000	5.400.000	130.000		33.000
Coliformes fecais	NMP/100 mL	215.000								
Coliformes totais	NMP/100 mL	920.000	130.000	500.000	240.000	79.000	5.400.000	130.000		170.000
Toxicidade aguda D. magna	FDd	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sólidos dissolvidos totais	mg/L Zn			133,00	149,00	98,00	125,00	77,00		
Classe do Parâmetro		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Oxigênio dissolvido		1	1	1	1	1	1	1	1	1
pH		1	1	1	1	1	1	1	1	1
DBO ₅		3	2	1	1	2	2	1	2	1
Fósforo total (ambiente lótico e trib. interm)		4	4	3	3	3	1	1	3	1
Nitrito		1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrato		1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrogênio amoniacal		1	1	1	1	1	1	1	1	1
Turbidez		2	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>E. coli</i>		1	4	4	4	4	4	4	ND	4
Coliformes fecais		4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Coliformes totais		4	4	4	4	4	4	4	ND	4
Classe Preponderante		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Classe Físico -Química		3	2	1	1	2	1	1	2	1
Classe Coliformes		4	4	4	4	4	4	4	ND	4
(Daphnia magna) Ecotoxicidade		1	1	1	1	1	1	1	1	1
AIQA - Distância L		0,82	0,76	0,75	0,75	0,76	0,75	0,75	ND	0,75
Condição de Qualidade		Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	ND	Medianamente Poluída
Classe Equivalente		Fora de classe	4	4	4	4	4	4	ND	4

Fonte: Autoria própria com base em IAP, 2018.

Quadro 34 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 31 entre anos de 1991 a 2003

Parâmetro	Unidade	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1999	2000	2001	2002	2003
Estação do Ano	-	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Inverno	Outono	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera
Número de Amostras	und.	1,00	3,00	2,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Oxigênio dissolvido	mg/L O ₂	6,70	8,47	9,00	8,40	7,80	8,40	10,10	9,10	8,10	8,80	8,20	6,70
Saturação de O ₂	%	84,00	100,67	101,50	98,00	91,50	97,00	109,00	102,00	98,00	99,00	107,00	78,00
pH	unidades pH	8,40	7,97	7,85	7,70	7,55	8,10	7,90	8,10		8,00		8,10
Temperatura da água	°C										19,50	22,00	18,00
Temperatura do ar	°C	28,50	25,40	21,15	18,50	22,25	17,00	21,50	19,00	21,00	17,30	18,00	21,00
DBO	mg/L	1,00	4,00	2,50	5,00	2,50	3,00	1,00	2,00	1,90	2,70	2,00	2,00
DQO	mg/L	2,00	6,33	13,00	22,00	8,50	8,00	7,00	6,00	7,80	13,00	12,00	2,10
Fósforo total	mg/L P	0,04	0,11	0,24	0,51	0,06	0,07	0,07	0,04	0,12	0,16	0,09	0,04
Nitrito	mg/L N	0,00	0,01	0,03	0,01	0,02	0,00	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03
Nitrato	mg/L N	0,15	0,43	0,69	0,79	0,59	0,49	0,65	0,67	0,57	0,60	0,82	0,48
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	0,04	0,04	0,12	1,08	0,08	0,05	0,12	0,05	0,13	0,09	0,05	0,11
Nitrogênio kjeldhal	mg/L N	0,15	0,48	0,55	2,04	0,60	0,31	0,24	0,11	0,73	0,62	0,59	0,32
Sólidos totais	mg/L										176,00	153,00	106,00
Sólidos suspensos	mg/L	10,00	69,00										
Turbidez	UNT	13,00	38,00	89,00	350,00	58,25	15,00	11,00	16,00	56,00	110,00	290,00	13,00
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL										23.000		
Coliformes fecais	NMP/100 mL	8.000	28.500	13.000	20.000	14.000	17.000	40	310	22.000	80.000		5.000
Coliformes totais	NMP/100 mL	30.000	50.000	14.000	20.000	999.999	50.000	22.000	90.000	130.000			11.000
Toxicidade aguda D. magna	FDd	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sólidos dissolvidos totais	mg/L Zn												
Classe do Parâmetro		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1999	2000	2001	2002	2003
Oxigênio dissolvido		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
pH		1	1	1	1	1	1	1	1	ND	1	ND	1
DBO ₅		1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Fósforo total (ambiente lótico e trib. interm)		1	3	4	4	1	1	1	1	3	4	1	1
Nitrito		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrato		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrogênio amoniacal		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Turbidez		1	1	2	4	2	1	1	1	2	4	4	1
E. coli		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4	ND	ND
Coliformes fecais		4	4	4	4	4	4	1	2	4	4	ND	4
Coliformes totais		4	4	3	3	4	4	4	4	4	ND	ND	3
Classe Preponderante		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1999	2000	2001	2002	2003
Classe Físico -Química		1	2	2	4	1	1	1	1	2	3	1	1
Classe Coliformes		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	ND	4
(Daphnia magna) Ecotoxicidade		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
AIQA - Distância L		0,75	0,76	0,76	0,95	0,75	0,75	0,75	0,75	0,76	0,82	ND	0,75
Condição de Qualidade		Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Poluída	ND	Medianamente Poluída
Classe Equivalente		4	4	4	Fora de classe	4	4	4	4	4	Fora de classe	ND	4

Fonte: Autoria própria com base em IAP, 2018.

Quadro 35 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 31 entre anos de 2004 a 2016

Parâmetro	Unidade	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2016
Estação do Ano	-	Primavera	Verão	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera
Número de Amostras	und.	2,00	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Oxigênio dissolvido	mg/L O ₂	7,90	8,75	8,60	8,00	8,90	8,10	8,40	8,70	7,80	8,00
Saturação de O ₂	%	92,50	95,50	96,50	91,00	96,00	101,00	97,00	97,00	94,00	95,00
pH	unidades pH	8,09	7,55	7,65	8,20	8,03	7,00	8,00	6,96	8,20	7,90
Temperatura da água	°C	18,75	17,75	17,35	17,70	15,70	21,40	17,50	17,30	18,30	20,00
Temperatura do ar	°C	21,45	18,15	21,75	21,20	15,90	21,50	19,00	20,80	18,20	24,00
DBO	mg/L	7,00	4,15	2,60	2,00	2,00	2,20	2,50	2,10	2,40	3,00
DQO	mg/L	15,00	13,70	14,50	5,00	7,50	9,20	5,20	10,00	11,00	16,00
Fósforo total	mg/L P	0,12	0,09	0,13	0,06	0,08	0,10	0,08	0,05	0,07	0,13
Nitrito	mg/L N	0,01	0,02	0,04	0,04	0,03	0,02	0,04	0,02	0,05	
Nitrato	mg/L N	0,59	0,84	0,75	0,76	0,68	0,93	0,73	0,93	0,53	0,93
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	0,08	0,06	0,13	0,11	0,09	0,07	0,08	0,09	0,12	0,09
Nitrogênio kjeldhal	mg/L N	0,19	0,26	0,59	0,28	0,21	0,43	0,36	0,28	0,24	1,20
Sólidos totais	mg/L	177,50	123,00	114,00	128,00	205,00	160,00	65,00	135,00	160,00	125,00
Sólidos suspensos	mg/L		22,30	73,50	17,00	42,00	85,00	39,00	16,00	18,00	100,00
Turbidez	UNT	54,00	21,00	25,00	13,00	8,00	56,00	25,00	10,00	20,00	91,00
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL	74	110.000	170.000	130.000	17.000	130.000	240.000		3.300	12.000
Coliformes fecais	NMP/100 mL	80.000									
Coliformes totais	NMP/100 mL	80.000	190.000	300.000	130.000	49.000	130.000	380.000		49.000	
Toxicidade aguda D. magna	FDd	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sólidos dissolvidos totais	mg/L Zn		102,80	56,33	123,00	209,00	80,00	104,67			
Classe do Parâmetro		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2016
Oxigênio dissolvido		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
pH		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DBO ₅		3	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Fósforo total (ambiente lótico e trib. interm)		3	1	3	1	1	1	1	1	1	3
Nitrito		1	1	1	1	1	1	1	1	1	ND
Nitrato		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrogênio amoniacal		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Turbidez		2	1	1	1	1	2	1	1	1	2
E. coli		1	4	4	4	4	4	4	ND	3	4
Coliformes fecais		4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Coliformes totais		4	4	4	4	4	4	4	ND	4	ND
Classe Preponderante		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2016
Classe Físico -Química		3	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Classe Coliformes		4	4	4	4	4	4	4	ND	4	4
(Daphnia magna) Ecotoxicidade		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
AIQA - Distância L		0,82	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	ND	0,75	0,76
Condição de Qualidade		Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	ND	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída
Classe Equivalente		Fora de classe	4	4	4	4	4	4	ND	4	4

Fonte: Autoria própria com base em IAP, 2018.

Quadro 36 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 32 entre anos de 1991 a 2004

Parâmetro	Unidade	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Estação do Ano	-	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Inverno	Verão	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera
Número de Amostras	und.	1,00	3,00	4,00	1,00	2,00	2,00	1,00	2,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Oxigênio dissolvido	mg/L O ₂	6,00	6,57	6,83	5,60	6,10	7,00	7,10	7,75	7,00	5,85	5,50	6,50	9,60	7,20
Saturação de O ₂	%	74,00	80,00	79,50	65,00	72,00	78,50	81,00	88,00	86,00	66,50	66,00		109,00	83,50
pH	unidades pH	7,70	7,40	7,35	7,40	7,70	7,60	7,20	7,60	7,40	7,20	7,70		7,80	7,58
Temperatura da água	°C											22,20	22,00	18,00	19,35
Temperatura do ar	°C	28,00	25,00	21,15	22,00	22,50	15,75	18,00	18,00	30,00	18,25	17,80	19,50	21,00	21,40
DBO	mg/L	1,00	3,00	2,50	3,00	1,50	3,50	4,00	1,00	2,00	5,85	6,80	3,60	2,10	4,00
DQO	mg/L	2,00	9,00	9,75	12,00	6,00	8,50	10,00	5,00	13,00	15,00	20,00	8,90	4,50	19,00
Fósforo total	mg/L P	0,09	0,14	0,15	0,14	0,08	0,08	0,07	0,09	0,18	0,45	0,39	0,13	0,09	0,12
Nitrito	mg/L N	0,00	0,08	0,04		0,03	0,09	0,01	0,03	0,03	0,08	0,06	0,07	0,07	0,02
Nitrato	mg/L N	1,27	0,83	0,88	1,57	1,33	0,89	1,27	0,95	1,34	1,25	1,10	1,10	0,09	1,25
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	0,01	0,14	0,30	0,36	0,15	0,15	0,09	0,08	0,06	0,34	0,27	0,13	0,14	0,09
Nitrogênio kjeldhal	mg/L N	0,45	0,47	0,49	0,89	0,56	0,60	0,31	0,41	0,44	1,52	0,94	0,95	0,72	0,26
Sólidos totais	mg/L											356,00	184,00	126,00	173,00
Sólidos suspensos	mg/L	29,00	31,67	57,00				174,00		68,00	113,00				
Turbidez	UNT	21,00	32,67	46,75	56,00	14,85	15,50	30,00	26,00	36,00	219,00	260,00	30,00	18,00	31,00
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL														42
Coliformes fecais	NMP/100 mL	3.000	45.650	3.000	80.000	1.900	4.500	4	2.600	17.000		17.000		5.000	80.000
Coliformes totais	NMP/100 mL	7.000	60.000	33.500	80.000	15.000	13.500	230	17.500	50.000	999.999	300.000		23.000	80.000
Toxicidade aguda D. magna	FDd	1	1	6	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1
Sólidos dissolvidos totais	mg/L Zn														
Classe do Parâmetro		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Oxigênio dissolvido		1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1
pH		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	ND	1	1
DBO ₅		1	1	1	1	1	2	2	1	1	3	3	2	1	2
Fósforo total (ambiente lótico e trib. interm)		1	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3
Nitrito		1	1	1	ND	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrato		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrogênio amoniacal		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Turbidez		1	1	2	2	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1
E. coli		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1
Coliformes fecais		3	4	3	4	3	4	1	3	4	ND	4	ND	4	4
Coliformes totais		3	4	4	4	3	3	1	3	4	4	4	ND	4	4
Classe Preponderante		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Classe Físico -Química		1	1	2	2	1	2	2	1	1	4	4	2	1	2
Classe Coliformes		3	4	4	4	3	4	1	3	4	4	4	ND	4	4
(Daphnia magna) Ecotoxicidade		1	1	6,25	1	1	1	1	2,5	1	1	1	1	1	1
AIQA - Distância L		0,50	0,75	1,10	0,76	0,50	0,76	0,25	0,88	0,75	0,95	0,95	ND	0,75	0,76
Condição de Qualidade		Pouco Poluída	Medianamente Poluída	Muito Poluída	Medianamente Poluída	Pouco Poluída	Medianamente Poluída	Boa	Poluída	Medianamente Poluída	Poluída	Poluída	ND	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída
Classe Equivalente		3	4	Fora de classe	4	3	4	2	Fora de classe	4	Fora de classe	Fora de classe	ND	4	4

Fonte: Autoria própria com base em IAP, 2018.

Quadro 37 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 32 entre anos de 2005 a 2016

Parâmetro	Unidade	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Estação do Ano	-	Verão	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Inverno	Verão	Primavera	Primavera
Número de Amostras	und.	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Oxigênio dissolvido	mg/L O ₂	7,40	7,05	5,40	7,30	6,60	7,70	6,95	4,80	7,10	6,50	7,20	6,20
Saturação de O ₂	%	86,00	80,50	63,00	80,00	77,00	87,00	80,00	59,00	79,00	76,00	84,00	77,00
pH	unidades pH	7,60	7,35	7,65	7,66	7,60	7,80	7,70	7,60	7,49	7,69	7,80	7,70
Temperatura da água	°C	18,60	17,85	18,20	15,80	17,70	16,50	17,65	18,90	14,80	19,90	18,20	25,00
Temperatura do ar	°C	18,00	21,50	20,00	16,20	18,00	19,50	19,50	18,20	16,90	23,10	23,00	20,00
DBO	mg/L	2,00	3,30	2,00	2,00	2,60	2,00	2,00	3,60	2,40	2,70	2,60	4,00
DQO	mg/L	12,00	20,00	14,00	4,60	11,00	6,50	8,75	16,00	32,00	14,00	3,80	18,00
Fósforo total	mg/L P	0,12	0,15	0,13	0,08	0,10	0,07	0,08	0,12	0,06	0,06	0,05	0,18
Nitrito	mg/L N	0,01	0,07	0,09	0,04	0,05	0,02	0,06	0,15	0,06	0,04	1,00	
Nitrato	mg/L N	0,12	1,17	1,33	1,10	0,99	0,64	0,82	1,73	1,39	1,23	0,13	1,24
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	0,74	0,16	0,19	0,08	0,12	0,24	0,24	0,39	0,21	0,06	0,28	0,13
Nitrogênio kjeldhal	mg/L N	0,08	0,38	0,47	0,21	0,39	0,46	0,43	0,93	0,26	0,29	148,00	2,00
Sólidos totais	mg/L	128,00	105,50	175,00	189,00	80,00	118,00	133,00	150,00	139,00	111,00	14,00	120,00
Sólidos suspensos	mg/L	33,00	33,50	18,00	23,00	41,00	20,00	24,00	24,00	20,00	13,00	11,10	144,00
Turbidez	UNT	30,00	45,00	23,00	7,00	28,00	17,00	13,50	21,00	15,00	10,00	1700,00	116,00
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL	220.000	30.000	330.000	23.000	330.000	130.000	130.000	23.000	1.300	1.300	33.000	20.000
Coliformes fecais	NMP/100 mL												
Coliformes totais	NMP/100 mL	220.000	170.000	490.000	49.000	490.000							
Toxicidade aguda D. magna	FDd	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sólidos dissolvidos totais	mg/L Zn	89,00	83,00	157,00	166,00	39,00							
Classe do Parâmetro		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Oxigênio dissolvido		1	1	2	1	1	1	1	3	1	1	1	1
pH		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DBO ₅		1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2
Fósforo total (ambiente lótico e trib. interm)		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
Nitrito		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	ND
Nitrato		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrogênio amoniacal		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Turbidez		1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4
E. coli		4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4
Coliformes fecais		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Coliformes totais		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Classe Preponderante		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Classe Físico -Química		1	2	2	1	1	1	1	3	1	1	3	4
Classe Coliformes		4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4
(Daphnia magna) Ecotoxicidade		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
AIQA - Distância L		0,75	0,76	0,76	0,75	0,75	0,75	0,75	0,82	0,50	0,50	0,82	0,95
Condição de Qualidade		Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Poluída	Pouco Poluída	Pouco Poluída	Poluída	Poluída
Classe Equivalente		4	4	4	4	4	4	4	Fora de classe	3	3	Fora de classe	Fora de classe

Fonte: Autoria própria com base em IAP, 2018.

Quadro 38 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 33 entre anos de 1991 a 2000

Parâmetro	Unidade	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Estação do Ano	-	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Inverno	Inverno	Outono	Primavera
Número de Amostras	und.	1,00	3,00	4,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00
Oxigênio dissolvido	mg/L O ₂	6,00	7,20	7,98	7,90	7,30	7,90	8,45	9,90	9,00	7,70
Saturação de O ₂	%	74,00	86,33	94,50	91,00	88,00	89,00	92,50	108,00	98,00	93,00
pH	unidades pH	7,70	7,13	7,10	7,20	7,20	7,40	7,15	7,30	7,50	
Temperatura da água	°C										
Temperatura do ar	°C	28,00	23,93	23,75	18,50	21,00	17,00	21,00	21,50	20,00	20,00
DBO	mg/L	1,00	6,33	2,50	5,00	2,00	1,00	3,50	1,00	4,00	28,00
DQO	mg/L	6,00	13,67	8,75	19,00	6,00	3,00	10,00	6,00	7,00	64,00
Fósforo total	mg/L P	0,17	0,15	0,20	0,38	0,10	0,07	0,15	0,09	0,08	1,44
Nitrito	mg/L N		0,01	0,02	0,01	0,02		0,03	0,01	0,02	
Nitrato	mg/L N	0,91	0,23	0,33	0,95	0,36	0,54	0,44	0,42	0,54	0,60
Nitrogênio amoniacal	mg/L N		0,26	0,70	0,40	0,33	0,23	0,17	0,25	0,19	0,46
Nitrogênio kjeldhal	mg/L N	0,63	0,78	0,90	1,87	0,69	0,54	0,65	0,29	0,34	7,14
Sólidos totais	mg/L										
Sólidos suspensos	mg/L	44,00	30,33	75,00							
Turbidez	UNT	35,00	24,67	71,00	270,00	22,00	23,00	25,00	12,00	21,00	1750,00
<i>E. coli</i>	NMP/100 mL										
Coliformes fecais	NMP/100 mL	9.000	125.000	13.000	20.000	17.000	52.000	3.000	2.300	1.700	
Coliformes totais	NMP/100 mL		580.000	48.500	20.000	70.000	52.000	13.000	30.000	11.000	999.999
Toxicidade aguda D. magna	FDd	1,00	1	6	1	1	1	1	1	1	1
Sólidos dissolvidos totais	mg/L Zn										
Classe do Parâmetro		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Oxigênio dissolvido		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
pH		1	1	1	1	1	1	1	1	1	ND
DBO ₅		1	3	1	2	1	1	2	1	2	4
Fósforo total (ambiente lótico e trib. interm)		4	3	4	4	3	3	3	3	3	4
Nitrito		ND	1	1	1	1	ND	1	1	1	ND
Nitrato		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrogênio amoniacal		ND	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Turbidez		1	1	2	4	1	1	1	1	1	4
<i>E. coli</i>											
Coliformes fecais		4	4	4	4	4	4	3	3	3	ND
Coliformes totais		ND	4	4	3	4	4	3	4	3	4
Classe Preponderante		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Classe Físico -Química		1	3	2	4	1	1	2	1	2	4
Classe Coliformes		4	4	4	4	4	4	3	4	3	4
(Daphnia magna) Ecotoxicidade		1	1	6	1	1	1	1	1	1	1
AIQA - Distância L		0,75	0,82	1,10	0,95	0,75	0,75	0,52	0,75	0,52	0,95
Condição de Qualidade		Medianamente Poluída	Poluída	Muito Poluída	Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Pouco Poluída	Medianamente Poluída	Pouco Poluída	Poluída
Classe Equivalente		4	Fora de classe	Fora de classe	Fora de classe	4	4	3	4	3	Fora de classe

Fonte: Autoria própria com base em IAP, 2018.

Quadro 39 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 33 entre anos de 2001 a 2010

Parâmetro	Unidade	2001	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Estação do Ano	-	Primavera	Primavera	Primavera	Verão	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera
Número de Amostras	und.	1,00	1,00	2,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Oxigênio dissolvido	mg/L O ₂	7,25	7,00	8,60	8,40	8,40	8,00	9,00	7,60	7,40
Saturação de O ₂	%	98,00	91,00	95,50	97,00	95,00	92,00	98,00	94,00	85,00
pH	unidades pH	7,30		7,35	7,30	7,55	7,90	7,48	7,70	7,70
Temperatura da água	°C	24,30	22,00	18,50	18,50	16,65	16,80	16,00	20,10	16,00
Temperatura do ar	°C	19,20	19,00	21,90	20,50	20,80	16,60	19,20	22,10	18,00
DBO	mg/L	2,22	3,10	4,45	3,00	3,30	2,00	2,00	2,00	2,00
DQO	mg/L	5,60	9,00	15,00	11,00	14,40	2,70	2,70	6,00	3,00
Fósforo total	mg/L P	0,08	0,06	0,08	0,07	0,14	0,03	0,05	0,05	0,04
Nitrito	mg/L N	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03
Nitrato	mg/L N	0,53	0,50	0,55	0,56	0,49	0,88	0,62	0,69	0,56
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	0,26	0,21	0,14	0,15	0,21	0,05	0,23	0,13	0,21
Nitrogênio kjeldhal	mg/L N	0,68	0,72	0,44	0,47	0,34	0,14	0,36	0,37	0,49
Sólidos totais	mg/L	121,00	177,00	64,00	160,00	95,50	151,00	136,00	85,00	25,00
Sólidos suspensos	mg/L					41,00	11,00	15,00	15,60	8,40
Turbidez	UNT	17,00	25,00	26,50		48,00	6,80	10,00	17,00	11,00
<i>E. coli</i>	NMP/100 mL	2.300	17.000		80.000	110.000	7.900	28.000	33.000	17.000
Coliformes fecais	NMP/100 mL									
Coliformes totais	NMP/100 mL	17.000	23.000		80.000	110.000	7.900	79.000	240.000	79.000
Toxicidade aguda D. magna	FDd	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sólidos dissolvidos totais	mg/L Zn				44,00	69,00	140,00	121,00	69,40	16,60
Classe do Parâmetro		2001	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Oxigênio dissolvido		1	1	1	1	1	1	1	1	1
pH		1	ND	1	1	1	1	1	1	1
DBO ₅		1	2	2	1	2	1	1	1	1
Fósforo total (ambiente lótico e trib. interm)		3	3	3	3	3	3	3	3	3
Nitrito		1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrato		1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrogênio amoniacal		1	1	1	1	1	1	1	1	1
Turbidez		1	1	1	ND	2	1	1	1	1
<i>E. coli</i>		3	4		4	4	4	4	4	4
Coliformes fecais		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Coliformes totais		3	4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Classe Preponderante		2001	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Classe Físico -Química		1	2	2	1	2	1	1	1	1
Classe Coliformes		3	4	ND	4	4	4	4	4	4
(Daphnia magna) Ecotoxicidade		1	1	1	1	1	1	1	1	1
AIQA - Distância L		0,50	0,76	ND	0,75	0,76	0,75	0,75	0,75	0,75
Condição de Qualidade		Pouco Poluída	Medianamente Poluída	ND	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída
Classe Equivalente		3	4	ND	4	4	4	4	4	4

Fonte: Autoria própria com base em IAP, 2018.

Quadro 40 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 35 entre anos de 1991 a 2000

Parâmetro	Unidade	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Estação do Ano	-	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Inverno	Outono	Primavera
Número de Amostras	und.	1,00	3,00	2,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Oxigênio dissolvido	mg/L O ₂	6,40	7,87	7,60	7,70	8,50	7,90	8,00	9,40	8,20	7,40
Saturação de O ₂	%	79,00	93,33	89,50	88,00	93,50	91,00	87,00	106,00	89,00	89,00
pH	unidades pH	7,40	7,03	7,15	7,10	7,35	7,20	6,80	7,20	7,20	
Temperatura da água	°C										
Temperatura do ar	°C	23,50	25,67	23,75	18,50	18,50	19,00	21,00	21,50	20,00	21,00
DBO	mg/L	2,00	2,33	1,50	3,00	1,50	2,00	3,00	2,00	3,00	6,60
DQO	mg/L	12,00	5,33	5,50	9,00	4,50	9,00	8,00	8,00	11,00	30,00
Fósforo total	mg/L P	0,16	0,06	0,09	0,15	0,01	0,06	0,12	0,02	0,06	0,90
Nitrito	mg/L N	0,10	0,01	0,01	0,00	0,04	0,05	0,02	0,01	0,01	0,00
Nitrato	mg/L N	0,26	0,15	0,33	0,65	0,36	0,60	0,27	0,50	0,56	0,69
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	< 0,01	0,10	0,26	0,78	0,17	0,15	0,11	0,15	0,39	0,23
Nitrogênio kjeldhal	mg/L N	0,15	0,45	0,71	1,40	0,40	0,58	1,08	0,24	0,53	1,37
Sólidos totais	mg/L										
Sólidos suspensos	mg/L	60,00	22,33								
Turbidez	UNT	65,00	14,67	28,50	120,00	6,80	17,00	11,00	13,00	17,00	800,00
<i>E. coli</i>	NMP/100 mL										
Coliformes fecais	NMP/100 mL	500.000	17.000	18.500	6.300	50.000		700	800	160.000	
Coliformes totais	NMP/100 mL		158.500	99.000	20.000	24.000		170.000	17.000	160.000	999.999
Toxicidade aguda D. magna	FDd	2	1	2	1	5	1	1	1	1	1
Sólidos dissolvidos totais	mg/L Zn										
Classe do Parâmetro		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Oxigênio dissolvido		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
pH		1	1	1	1	1	1	1	1	1	ND
DBO ₅		1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Fósforo total (ambiente lótico e trib. interm)		4	3	3	3	3	3	3	3	3	4
Nitrito		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrato		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrogênio amoniacal		ND	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Turbidez		2	1	1	4	1	1	1	1	1	4
<i>E. coli</i>											
Coliformes fecais		4	4	4	4	4	ND	2	2	4	ND
Coliformes totais		ND	4	4	3	4	ND	4	3	4	4
Classe Preponderante		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Classe Físico -Química		2	1	1	3	1	1	1	1	1	4
Classe Coliformes		4	4	4	4	4	ND	4	3	4	4
(Daphnia magna) Ecotoxicidade		2	1	2	1	5	1	1	1	1	1
AIQA - Distância L		0,94	0,75	0,93	0,82	1,08	ND	0,75	0,50	0,75	0,95
Condição de Qualidade		Poluída	Medianamente Poluída	Poluída	Poluída	Muito Poluída	ND	Medianamente Poluída	Pouco Poluída	Medianamente Poluída	Poluída
Classe Equivalente		Fora de classe	4	Fora de classe	Fora de classe	Fora de classe	ND	4	3	4	Fora de classe

Fonte: Autoria própria com base em IAP, 2018.

Quadro 41 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 35 entre anos de 2001 a 2012

Parâmetro	Unidade	2001	2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Estação do Ano	-	Primavera	Primavera	Primavera	Verão	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera
Número de Amostras	und.	1,00	1	2,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Oxigênio dissolvido	mg/L O ₂	6,70	6,9	7,65	8,10	8,00	7,80	7,90	7,50	7,20	7,80	7,90
Saturação de O ₂	%	79,00	90	91,00	94,00	92,00	88,00	89,00	93,00	82,00	92,00	92,00
pH	unidades pH	7,20		7,20	7,20	7,50	7,50	7,39	7,50	7,60	7,60	7,60
Temperatura da água	°C	22,30	25	18,80	18,50	18,35	16,80	15,90	20,80	18,60	18,10	16,40
Temperatura do ar	°C	19,10	19	22,25	21,00	22,00	16,80	16,70	22,50	20,00	19,60	16,50
DBO	mg/L	2,10	16	3,50	3,00	2,80	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	5,00
DQO	mg/L	5,00	45	14,50	10,00	16,00	2,30	5,30	8,60	4,30	11,00	21,00
Fósforo total	mg/L P	0,10	0,171	0,05	0,05	0,06	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05
Nitrito	mg/L N	0,01	0,014	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Nitrato	mg/L N	0,47	0,42	0,47	0,33	0,49	0,58	0,54	0,56	0,69	0,59	0,56
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	0,24	0,28	0,17	0,13	0,13	0,19	0,15	0,17	0,16	0,18	0,08
Nitrogênio kjeldhal	mg/L N	0,48	2,12	0,52	0,45	0,40	0,35	0,29	0,32	0,47	0,53	0,37
Sólidos totais	mg/L	58,00	108	84,00	92,00	75,00	69,00	90,00	60,00	87,00	110,00	90,00
Sólidos suspensos	mg/L			8,00	92,00	10,00	12,00	11,00	8,80	2,40	20,00	12,00
Turbidez	UNT	13,00	3,5	22,00	24,00	19,50	9,70	9,00	13,00	15,00	10,00	16,00
<i>E. coli</i>	NMP/100 mL	5.000	35.000	25.026	80.000	230.000	70.000	170.000	94.000	49.000		2.300
Coliformes fecais	NMP/100 mL											
Coliformes totais	NMP/100 mL	13.000	900.000	50.000	80.000	50.000	110.000	330.000	220.000	130.000		130.000
Toxicidade aguda D. magna	FDd	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sólidos dissolvidos totais	mg/L Zn					65,00	84,00	79,00	51,20	84,60		
Classe do Parâmetro		2001	2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Oxigênio dissolvido		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
pH		1	ND	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DBO ₅		1	4	2	1	1	1	1	1	1	1	2
Fósforo total (ambiente lótico e trib. interm)		3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Nitrito		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrato		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrogênio amoniacal		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Turbidez		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>E. coli</i>		4	4	4	4	4	4	4	4	4		3
Coliformes fecais		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Coliformes totais		3	4	4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Classe Preponderante		2001	2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Classe Físico -Química		1	4	2	1	1	1	1	1	1	1	2
Classe Coliformes		4	4	4	4	4	4	4	4	4	ND	3
(Daphnia magna) Ecotoxicidade		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
AIQA - Distância L		0,75	0,95	0,76	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	ND	0,52
Condição de Qualidade		Medianamente Poluída	Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	ND	Pouco Poluída
Classe Equivalente		4	Fora de classe	4	4	4	4	4	4	4	ND	3

Fonte: Autoria própria com base em IAP, 2018.

Quadro 42 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 36 entre anos de 1991 a 2000

Parâmetro	Unidade	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Estação do Ano	-	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Verão	Primavera
Número de Amostras	und.	1,00	2,00	4,00	1,00	2,00	2,00	2,00	1,00	1,00	2,00
Oxigênio dissolvido	mg/L O ₂	7,30	7,95	7,88	7,90	8,20	8,15	8,65	9,00	8,70	8,05
Saturação de O ₂	%	93,00	95,50	99,75	98,00	95,00	95,00	97,00	100,00	94,00	91,00
pH	unidades pH	7,70	7,60	8,18	8,20	7,65	8,15	7,55	7,50	6,70	7,10
Temperatura da água	°C										
Temperatura do ar	°C	25,50	25,25	24,50	28,00	18,50	16,75	18,25	21,00	24,00	20,50
DBO	mg/L	1,00	3,50	1,75	2,00	2,50	3,00	2,00	2,00	1,00	1,00
DQO	mg/L	7,00	10,00	8,00	4,00	7,00	7,00	6,50	6,00	7,00	5,20
Fósforo total	mg/L P	0,04	0,04	0,02	0,02	0,01	0,03	0,01			
Nitrito	mg/L N	0,00	0,01	0,01	0,01	0,06	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01
Nitrato	mg/L N		0,19	0,29	0,07	0,27	0,21	0,31	0,38	0,17	0,33
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	0,25	0,15	0,10	0,28	0,21	0,06	0,09	0,15	0,68	0,35
Nitrogênio kjeldhal	mg/L N	0,48	0,49	0,26	0,45	0,70	0,49	0,50			
Sólidos totais	mg/L										
Sólidos suspensos	mg/L	9,00	9,00	11,00							
Turbidez	UNT	18,00	10,80	5,35		4,10	13,75	1,75	11,00	10,00	16,50
<i>E. coli</i>	NMP/100 mL										
Coliformes fecais	NMP/100 mL	13	105	38	300	8	7	56	30	500	300
Coliformes totais	NMP/100 mL	1.700	1.000	657	600	30	170	9.350	140	7.000	5.000
Toxicidade aguda D. magna	FDd	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Sólidos dissolvidos totais	mg/L Zn										
Classe do Parâmetro		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Oxigênio dissolvido		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
pH		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DBO ₅		1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Fósforo total (ambiente lêntico)		3	3	1	1	1	2	1	ND	ND	ND
Nitrito		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrato		ND	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrogênio amoniacal		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Turbidez		1	1	1	ND	1	1	1	1	1	1
<i>E. coli</i>											
Coliformes fecais		1	1	1	2	1	1	1	1	2	2
Coliformes totais		2	1	1	1	1	1	3	1	3	2
Classe Preponderante		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Classe Físico -Química		1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Classe Coliformes		2	1	1	2	1	1	3	1	3	2
(Daphnia magna) Ecotoxicidade		1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
AIQA - Distância L		0,25	0,56	0,00	0,25	0,00	0,00	0,50	0,00	0,50	0,25
Condição de Qualidade		Boa	Pouco Poluída	Muito boa	Boa	Muito boa	Muito boa	Pouco Poluída	Muito boa	Pouco Poluída	Boa
Classe Equivalente		2	3	1	2	1	1	3	1	3	2

Fonte: Autoria própria com base em IAP, 2018.

Quadro 43 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 36 entre anos de 2001 a 2012

Parâmetro	Unidade	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Estação do Ano	-	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Verão	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera
Número de Amostras	und.	1,00	1	1,00	2,00	1,00	3,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Oxigênio dissolvido	mg/L O ₂	8,70	6,5	6,90	8,25	8,00	8,70	7,80	8,10	7,50	7,30	8,50	8,10
Saturação de O ₂	%	98,00	86	106,00	97,00	100,00	97,33	86,00	90,00	101,00	86,00	103,00	94,00
pH	unidades pH	7,90		7,50	8,37	7,90	7,40	7,33	7,37	8,30	7,60	7,60	7,50
Temperatura da água	°C	21,45	25	24,00	21,80	22,40	16,90	16,00	17,20	25,10	18,50	19,70	16,90
Temperatura do ar	°C	19,15	21	28,00	22,25	25,50	18,33	19,50	17,30	28,20	19,00	22,00	16,70
DBO	mg/L	<2	2,9	2,00	4,50	2,10	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,50
DQO	mg/L	6,40	9,8	7,00	8,00	12,00	5,17	1,00	11,00	5,60	2,00	18,00	7,20
Fósforo total	mg/L P	0,01	0,031	0,02	0,02	0,01	0,04	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01
Nitrito	mg/L N	0,01	0,006	0,01	0,01	0,00	0,03	0,00	0,01	0,10	0,01	0,01	0,03
Nitrato	mg/L N	0,29	0,18	0,04	0,21	0,04	0,14	0,14	0,33	0,37	0,24	0,29	0,05
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	0,08	0,45		0,10	0,15	0,11	0,51	0,09	0,09	0,18	0,15	0,36
Nitrogênio kjeldhal	mg/L N	0,24	2,05	1,44	0,37	0,41	0,25	0,68	0,17	0,28	0,43	0,36	0,74
Sólidos totais	mg/L	65,00	191	108,00	106,00	110,00	61,67	40,00	42,00	50,00	79,00	98,00	83,00
Sólidos suspensos	mg/L					3,00	19,00	22,00	12,00	10,00	6,80	7,00	7,00
Turbidez	UNT	3,40	20	20,00	4,00	3,80	5,83	12,00	2,50	4,80	6,60	5,00	21,00
<i>E. coli</i>	NMP/100 mL				11	400	21.500	17.000	2.800	7.000	700		20
Coliformes fecais	NMP/100 mL	2.800		170	17.000								
Coliformes totais	NMP/100 mL	4.040	900	1.400	80.000	1.700	30.000	17.000	17.000	7.000	1.400		1.700
Toxicidade aguda D. magna	FDd	1,00	1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Sólidos dissolvidos totais	mg/L Zn						42,67	18,00	30,00	40,00	72,20		
Classe do Parâmetro		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Oxigênio dissolvido		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
pH		1	ND	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DBO ₅		ND	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Fósforo total (ambiente lântico)		1	3	1	2	1	3	1	1	1	1	1	1
Nitrito		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrato		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrogênio amoniacal		1	1	ND	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Turbidez		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>E. coli</i>					1	2	4	4	3	4	2		1
Coliformes fecais		3	ND	1	4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Coliformes totais		2	1	2	4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Classe Preponderante		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Classe Físico -Química		1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Classe Coliformes		3	1	2	4	2	4	4	3	4	2	ND	1
(Daphnia magna) Ecotoxicidade		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
AIQA - Distância L		0,50	0,00	0,25	0,76	0,25	0,75	0,75	0,50	0,75	0,25	ND	0,00
Condição de Qualidade		Pouco Poluída	Muito boa	Boa	Medianamente Poluída	Boa	Medianamente Poluída	Medianamente Poluída	Pouco Poluída	Medianamente Poluída	Boa	ND	Muito boa
Classe Equivalente		3	1	2	4	2	4	4	3	4	2	ND	1

Fonte: Autoria própria com base em IAP, 2018.

Quadro 44 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 37 entre anos de 1991 a 2002

Parâmetro	Unidade	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Estação do Ano	-	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Inverno	Outono	Primavera	Primavera	Primavera
Número de Amostras	und.	1,00	3,00	2,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1
Oxigênio dissolvido	mg/L O ₂	5,90	7,60	7,20	6,70	7,20	6,70	8,00	8,30	7,00	4,30	7,20	3,8
Saturação de O ₂	%	71,00	90,67	92,00	82,00	83,50	82,00	90,00	90,00	82,00	57,00	82,00	52
pH	unidades pH	7,40	7,40	7,80	7,80	7,50	7,50	7,70	7,40	7,30		7,60	
Temperatura da água	°C											23,30	25
Temperatura do ar	°C	25,50	26,67	25,50	28,00	21,50	19,00	20,00	18,00	20,00	31,00	20,00	21
DBO	mg/L	3,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	3,00	3,00	4,70	2,50	9,2
DQO	mg/L	7,00	6,67	8,50	6,00	5,50	3,00	9,00	10,00	6,00	8,50	5,30	14
Fósforo total	mg/L P	0,10	0,07		0,06	0,07	0,05	0,01	0,06	0,06	0,51	0,04	0,194
Nitrito	mg/L N	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02		0,02	0,02	0,03	0,07	0,04	0,038
Nitrato	mg/L N	0,15	0,28	0,31	0,17	0,54	0,42	0,39	0,44	0,21	0,42	1,00	0,3
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	0,01	0,06	0,17	0,27	0,26	0,12	0,10	0,16	0,30	2,30	0,12	0,71
Nitrogênio kjeldhal	mg/L N	0,30	0,41	0,58	0,40	0,56	0,57	0,46	0,50	0,43	4,60	0,44	2,72
Sólidos totais	mg/L											102,00	138
Sólidos suspensos	mg/L	11,00	10,33								12,00		
Turbidez	UNT	18,00	9,67	4,00	28,00	4,40	45,00	3,00	5,00	11,00	18,00	16,00	20
<i>E. coli</i>	NMP/100 mL												
Coliformes fecais	NMP/100 mL	130	183	800	700	170		8.000		-	30.000		
Coliformes totais	NMP/100 mL	1.700	807	3.550	2.100	1.300		17.000		-	300.000		
Toxicidade aguda D. magna	FDd	1,00	1,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1
Sólidos dissolvidos totais	mg/L Zn												
Classe do Parâmetro		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Oxigênio dissolvido		2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	4
pH		1	1	1	1	1	1	1	1	1	ND	1	ND
DBO ₅		1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3
Fósforo total (ambiente lótico e trib. intern)		3	3	ND	3	3	3	3	3	3	4	3	4
Nitrito		1	1	1	1	1	ND	1	1	1	1	1	1
Nitrato		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrogênio amoniacal		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Turbidez		1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
<i>E. coli</i>													
Coliformes fecais		1	1	2	2	1	ND	4	ND	ND	4	ND	ND
Coliformes totais		2	1	2	2	2	ND	2	ND	ND	4	ND	ND
Classe Preponderante		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Classe Físico -Química		2	1	1	1	1	2	1	1	1	3	1	4
Classe Coliformes		2	1	2	2	2	ND	4	ND	ND	4	ND	ND
(Daphnia magna) Ecotoxicidade		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
AIQA - Distância L		0,32	0,42	0,25	0,25	0,25	ND	0,75	ND	ND	0,82	ND	ND
Condição de Qualidade		Boa	Pouco Poluída	Boa	Boa	Boa	ND	Medianamente Poluída	ND	ND	Poluída	ND	ND
Classe Equivalente		2	3	2	2	2	ND	4	ND	ND	Fora de classe	ND	ND

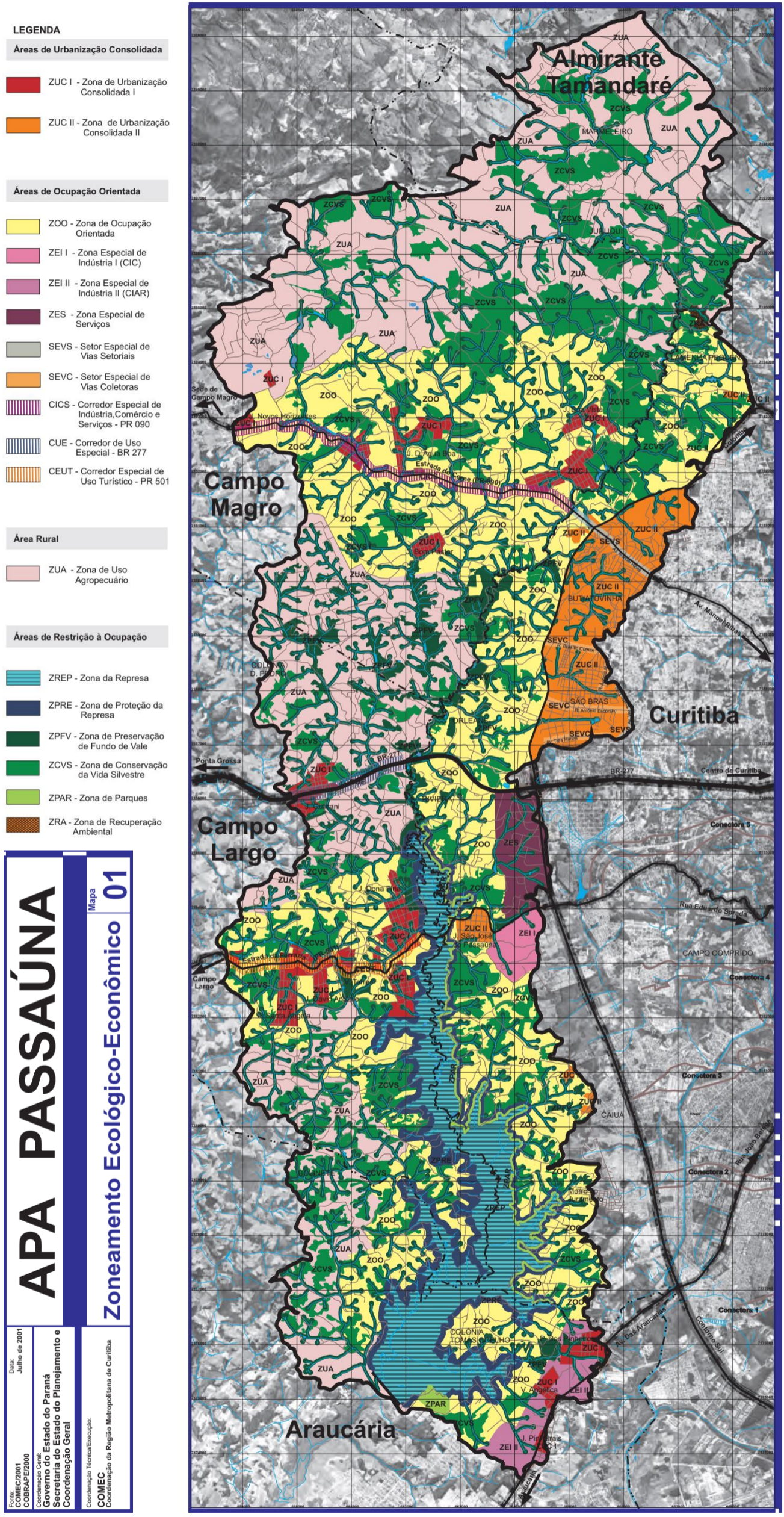
Fonte: Autoria própria com base em IAP, 2018.

Quadro 45 - Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água na Estação de Amostragem AI 37 entre anos de 2003 a 2010

Parâmetro	Unidade	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Estação do Ano	-	Primavera	Primavera	Verão	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera
Número de Amostras	und.	1,00	2,00	1,00	3,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Oxigênio dissolvido	mg/L O ₂	2,10	6,10	6,40	4,87	5,70	8,50	5,60	1,10
Saturação de O ₂	%	42,00	74,50	80,00	56,00	67,00	96,00	75,00	13,00
pH	unidades pH	7,50	7,64	7,50	7,24	7,63	8,65	7,60	7,30
Temperatura da água	°C	24,00	20,25	21,50	17,77	19,10	17,80	25,00	17,30
Temperatura do ar	°C	28,00	21,50	26,50	18,27	16,60	18,10	28,40	21,00
DBO	mg/L	8,00	3,50	2,00	3,50	2,00	2,00	3,50	13,00
DQO	mg/L	13,00	11,00	16,00	13,00	4,00	9,20	10,80	26,00
Fósforo total	mg/L P	0,51	0,08	0,06	0,36	0,06	0,03	0,32	0,83
Nitrito	mg/L N	0,14	0,04	0,03	0,07	0,03	0,02	0,08	0,03
Nitrato	mg/L N	0,43	0,50	0,22	0,52	0,72	0,73	0,51	0,05
Nitrogênio amoniacal	mg/L N		0,41	0,41	1,05	0,09	0,03	0,23	1,70
Nitrogênio kjeldhal	mg/L N	3,15	1,20	0,76	2,58	0,34	0,19	0,68	3,20
Sólidos totais	mg/L	149,00	128,00	135,00	134,33	132,00	76,00	96,00	167,00
Sólidos suspensos	mg/L			9,00	14,00	14,00	20,00	7,80	5,60
Turbidez	UNT	22,00	12,50	16,00	22,33	21,00	4,00	8,40	12,00
<i>E. coli</i>	NMP/100 mL		25	28.000	124.500	79.000	33.000	110.000	2.400.000
Coliformes fecais	NMP/100 mL	900	80.000						
Coliformes totais	NMP/100 mL	17.000	130.000	43.000	189.500	79.000	33.000	110.000	3.500.000
Toxicidade aguda D. magna	FDd	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Sólidos dissolvidos totais	mg/L Zn				120,33	118,00	56,00	88,20	161,40
Classe do Parâmetro		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Oxigênio dissolvido		4	1	1	3	2	1	2	Fora de Classe
pH		1	1	1	1	1	1	1	1
DBO ₅		3	2	1	2	1	1	2	4
Fósforo total (ambiente lótico e trib. interm)		4	3	3	4	3	3	4	4
Nitrito		1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrato		1	1	1	1	1	1	1	1
Nitrogênio amoniacal		ND	1	1	1	1	1	1	1
Turbidez		1	1	1	1	1	1	1	1
<i>E. coli</i>			1	4	4	4	4	4	4
Coliformes fecais		2	4	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Coliformes totais		2	3	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Classe Preponderante		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Classe Físico -Química		4	2	1	3	2	1	2	4
Classe Coliformes		2	4	4	4	4	4	4	4
(Daphnia magna) Ecotoxicidade		1	1	1	1	1	1	1	1
AIQA - Distância L		0,76	0,76	0,75	0,82	0,76	0,75	0,76	0,95
Condição de Qualidade		Medianament e Poluída	Medianament e Poluída	Medianament e Poluída	Poluída	Medianament e Poluída	Medianament e Poluída	Medianament e Poluída	Poluída
Classe Equivalente		4	4	4	Fora de classe	4	4	4	Fora de classe

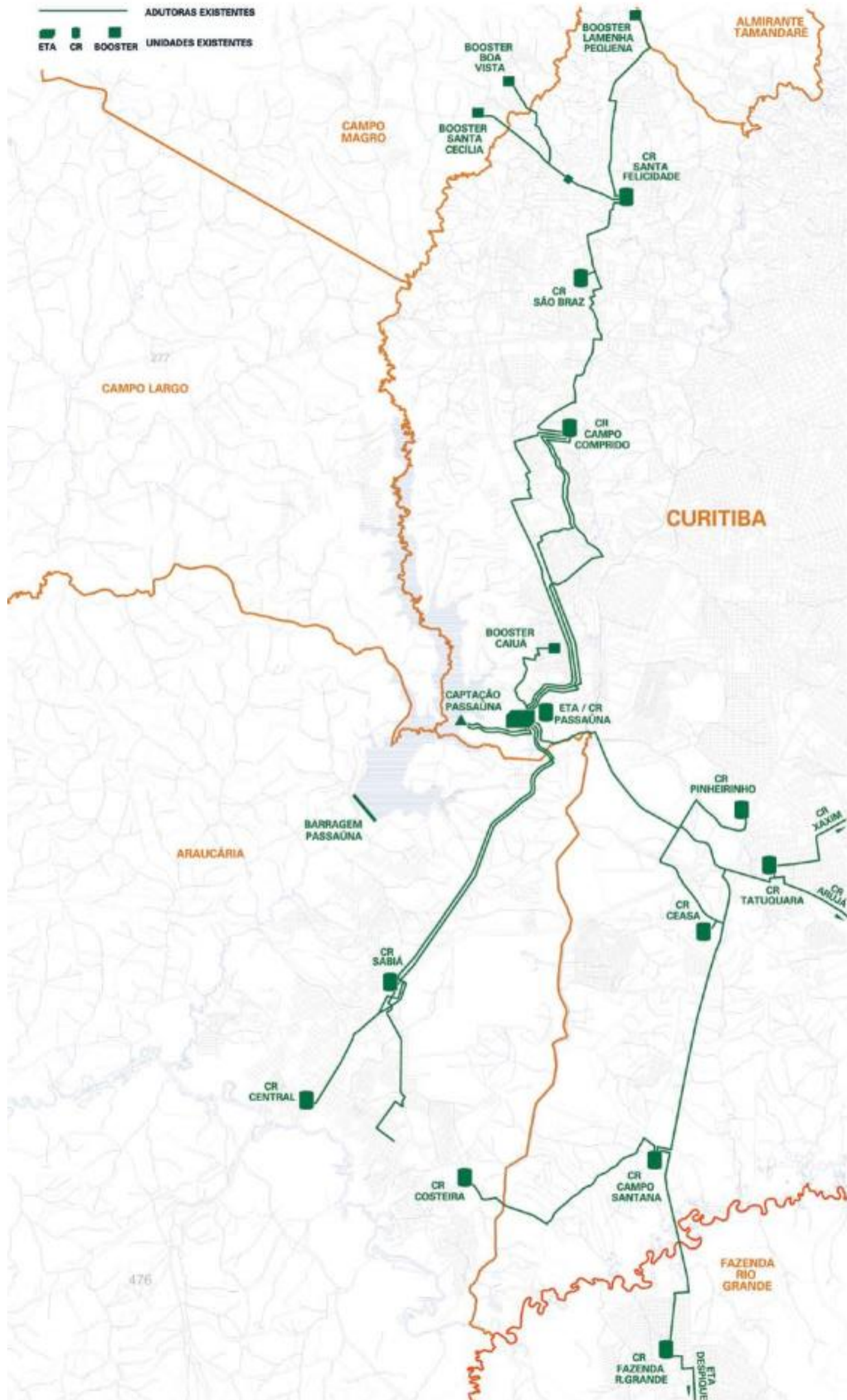
Fonte: Autoria própria com base em IAP, 2018.

ANEXO A – MAPA DO ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO DA APA DO PASSAÚNA



Fonte: COMEC, 2001.

ANEXO B – REDE DE DISTRIBUIÇÃO A PARTIR DO SISTEMA PASSAÚNA



Fonte: SANEPAR, 2013.