

Alessandro Eugênio de Souza

**USO DA TERRA E QUALIDADE DA ÁGUA EM UMA MICROBACIA
HIDROGRÁFICA NO MUNICÍPIO DE CURITIBANOS - SC**

Curitibanos

2019



Alessandro Eugênio de Souza

**USO DA TERRA E QUALIDADE DA ÁGUA EM UMA MICROBACIA NO
MUNICÍPIO DE CURITIBANOS - SC**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação do
Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal
de Santa Catarina como requisito para a obtenção do
Título de Bacharel em Engenharia Florestal
Orientador: Prof. Dr. Joni Stolberg
Coorientador: Prof. Dr. Roberto Fabris Goerl

Curitibanos

2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Souza, Alessandro Eugênio de

Uso da terra e qualidade da água em uma microbacia no município de Curitibanos - SC / Alessandro Eugênio de Souza ; orientador, Joni Stolberg, coorientador, Roberto Fabris Goerl, 2019.

52 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos, Graduação em Engenharia Florestal, Curitibanos, 2019.

Inclui referências.

1. Engenharia Florestal. 2. Área de Preservação Permanente. 3. Qualidade da água. 4. Bacia Hidrográfica. 5. Sistemas de Informações Geográficas. I. Stolberg, Joni. II. Goerl, Roberto Fabris. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Florestal. IV. Título.

Alessandro Eugênio de Souza

**USO DA TERRA E QUALIDADE DA ÁGUA EM UMA MICROBACIA
HIDROGRÁFICA NO MUNICÍPIO DE CURITIBANOS - SC**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Engenheiro Florestal e aprovado em sua forma final pelo Programa.

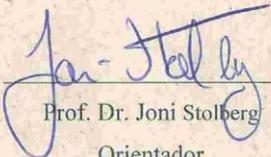
Curitibanos, 04 de julho de 2019.



Prof. Dr. Marcelo Callegari Scipioni

Coordenador do Curso

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Joni Stolberg

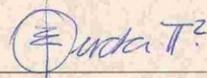
Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina



Prof.^a Dr.^a Sônia Corina Hess

Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Dr. Eduardo Marques Martins

Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado à memória de meu querido amigo
Eduardo Vicentini Honório.

AGRADECIMENTOS

À minha família que me apoiou incondicionalmente do início ao fim, passando juntos por todas as conquistas e dificuldades. Agradeço aos meus pais e irmãos: Albertina, Osni, Giuliano e Leandro.

À Ana e Aline Borges, incentivadoras fundamentais, e à meu amigo Nelson Achilles.

A todos os meus amigos que me apoiaram durante o período de graduação, em especial à Aline Duarte de Souza.

Aos meus orientadores, professores Joni Stolberg e Roberto Fabris Goerl, que se dedicaram e investiram para construção deste trabalho, e com quem obtive grandes ensinamentos.

À equipe técnica do laboratório de química da UFSC pela grande ajuda.

Aos membros da banca Prof.^a Sônia Corina Hess e Prof. Eduardo Marques Martins por terem aceitado o convite de avaliar este trabalho.

À Dona Isolete, Sr. Valério e Dona Cecília que sempre me receberam de forma afável em suas propriedades.

E a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Não causamos tanto impacto ao meio ambiente quanto causamos a nós mesmos quando afetamos o seu ciclo.

RESUMO

Com base nas funções das Áreas de Preservação Permanente - APP, descritas pela Lei Federal 12.651 de 25 de maio de 2012, de proteção das águas, este trabalho procura avaliar a influência do uso da terra e da ocorrência de mata ciliar na qualidade da água do curso principal da Microbacia Hidrográfica do Rio do Meio, no município de Curitibanos, Santa Catarina, inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Canoas. Para isso, foram realizadas coletas mensais de amostras de água (campanhas entre julho de 2018 e junho de 2019) em dois pontos do curso principal desta Microbacia, separando este rio em dois trechos de influência. “Área de Influência 1”, maior ocorrência de formações florestais; “Área de Interesse 2”, mais antropizada. A qualidade da água do rio principal da Microbacia foi caracterizada com base na avaliação dos parâmetros pH, turbidez, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), condutividade elétrica, concentração de oxigênio dissolvido (OD), sólidos totais e fósforo dissolvido. Estes parâmetros foram utilizados para identificar a água quanto a classe preponderante proposta pela Resolução CONAMA 357/2005. Assim, com base nos valores dos parâmetros avaliados, as águas do rio do Meio podem ser enquadradas como de *classe 1* se considerados os valores médios obtidos para os parâmetros OD, turbidez, DBO e pH. Ao considerar a presença do fósforo, as águas passam a ser de *classe 4*. Foram mapeadas através da análise de imagens de satélite (período entre os anos de 2002 e 2018) e ferramentas de sistemas de informações geográficas a presença de vegetação nos limites de APP. Na “área de influência 1” neste período, ocorreu uma expansão de 13% das áreas florestais, no entanto, 40% destas áreas são ocupadas por pinus e 27% de aumento na “área de influência 2”, com 18% dessa área florestal ocupada por floresta plantada (pinus e eucalipto). Conclui-se que o uso do solo para a agricultura juntamente com a ausência de vegetação ciliar na “área de influência 2” contribuiu para impactar a qualidade da água do ponto 2, se comparada a qualidade do ponto 1.

Palavras-chave: Área de Preservação Permanente, Qualidade da água, Sistemas de Informações Geográficas, Mata Ciliar.

ABSTRACT

Based on the functions of the Permanent Preservation Areas - APP, described by Federal Law 12.651 of May 25, 2012, this work seeks to evaluate the influence of land use and the occurrence of riparian forest on the water quality of the main course of the microbasin of the Middle river, in the municipality of Curitibanos, Santa Catarina, inserted in the watershed of the river Canoas. For this, monthly collections of water (campaigns between July 2018 and June 2019) were carried out in two points of the main course of this microbasin, separating this river in two stretches of influence. "Area of Influence 1", greater occurrence of forest formations; "Area of Interest 2", more anthropized. The water quality of the main river of the microbasin was characterized based on the evaluation of the parameters pH, turbidity, biochemical oxygen demand (BOD), electrical conductivity, dissolved oxygen concentration (DO), total solids (TS) and dissolved phosphorus (P). These parameters were used to identify water as the prevailing class proposed by CONAMA Resolution 357/2005. Thus, based on the values of the evaluated parameters, the waters of the Middle river can be classified as *class 1* if the average values obtained for the parameters OD, turbidity, BOD and pH are considered. When considering the presence of phosphorus, the waters become *class 4*. It was mapped through the analysis of satellite images (period between the years of 2002 and 2018) and tools of geographic information systems the presence of vegetation in the limits of APP. In the area of influence 1 had an environment of 13% increase in forest areas, however, around 40% of these areas are occupied by pinus and 27% increase in area of influence 2, with 18% of this forest area occupied by planted forest (pinus and eucalyptus). It is concluded that the use of the soil for agriculture together with the absence of ciliary vegetation in the area of influence 2 contributed to impact the quality of the water of point 2, when comparing the quality of point 1.

Keywords: Permanent Preservation Area, Water quality, Geographic Information Systems, Riparian Forests.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Localização da Bacia Hidrográfica do Rio do Meio.....	25
Figura 2 - Mapa de elevação da Bacia Hidrográfica do Rio do Meio.	26
Figura 3 - Mapa da localização fitogeográfica da Bacia Hidrográfica do Rio do Meio.....	28
Figura 4 - Mapa com a localização dos pontos de amostragem que dividem a Microbacia segundo o uso da terra predominante.	32
Figura 5 - Situação do uso da terra da Microbacia do Rio do Meio no ano de 2002.	36
Figura 6 - Situação do uso da terra da microbacia do rio do Meio no ano de 2010.	37
Figura 7 - Situação do uso da terra da microbacia do rio do Meio no ano de 2018.	38
Figura 8 - Mapa da ocupação da terra nas APPs, nas áreas de influência.	39
Figura 9 - Valores médios de oxigênio dissolvido (OD) obtidos para cada período avaliado em cada um dos pontos.	40
Figura 10 - Valores médios de temperatura nos pontos avaliados.	40
Figura 11 - Valores médios de demanda bioquímica de oxigênio (DBO _{5,20}) nos pontos avaliados.	41
Figura 12 - Valores médios de pH nos pontos avaliados.	42
Figura 13 - Valores médios obtidos para sólidos totais (ST) nos pontos avaliados.	42
Figura 14 - Valores médios obtidos para turbidez nos pontos avaliados.	43
Figura 15 - Valores médios obtidos para condutividade nos pontos avaliados.	43
Figura 16 - Valores médios das concentrações de fósforo dissolvido dos pontos avaliados. ...	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Limites superiores ou inferiores, para variáveis em ambientes aquáticos de água doce de Classes 1, 2, 3 ou 4 (Resolução CONAMA 357/2005).	19
Tabela 2 - Modificação da ocupação da terra da terra por categoria.....	35
Tabela 3 - Valores médios dos dados coletados para os parâmetros avaliados.....	38

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVOS.....	14
1.1.1	Objetivo Geral	14
1.1.2	Objetivos Específicos.....	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE.....	16
2.2	SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)	16
2.3	QUALIDADE DA ÁGUA	17
2.3.1	Padrões de Qualidade da Água	19
2.3.2	Parâmetros de Qualidade da Água.....	20
2.3.3	Monitoramento da Qualidade das Águas.....	23
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	25
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	25
3.1.1	Localização.....	25
3.1.2	Clima.....	27
3.1.3	Fitogeografia e Uso da Terra.....	27
3.1.4	Relevo e Solo	28
3.2	ANÁLISE DO USO DA TERRA	29
3.3	ANÁLISE DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE	31
3.3.1	Definição e Localização dos Pontos de Amostragem	31
3.3.2	Procedimentos de Amostragem e Análises Laboratoriais	32
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1	EVOLUÇÃO DO USO DA TERRA NA MICROBACIA	35
4.2	AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA	38
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45
	REFERÊNCIAS	46

1 INTRODUÇÃO

Tem-se conhecimento de que a água é recurso essencial para a grande maioria dos seres vivos, indistintamente. A água tem ligação com todo o histórico da civilização humana, sendo fator chave para o desenvolvimento agrícola e industrial, interferindo, inclusive, na construção dos valores culturais e religiosos. Os recursos hídricos são fatores determinantes na localização geográfica e distribuição das populações. No entanto, se vê, através de atividades antrópicas, a deterioração de suas nascentes e corpos d'água em geral (ALVES, 2015). A água condiciona as atividades humanas, auxilia na qualidade de vida, no processo de desenvolvimento social e econômico, além de desempenhar um papel estratégico na conservação de ecossistemas naturais.

Tundisi (2003, 2008) afirma que o desenvolvimento econômico, a qualidade de vida das populações e a sustentabilidade dos ciclos do planeta são dependentes de um suprimento de água doce de boa qualidade. A qual, segundo Streck (2007), depende fundamentalmente da vegetação que contorna as nascentes e cursos de água para manter-se com suas qualidades preservadas.

A Lei de Proteção da Vegetação Nativa aponta as Áreas de Preservação Permanente (APP) como protetoras dos recursos hídricos, da paisagem, da estabilidade geológica, da biodiversidade, do fluxo gênico de fauna e flora, protegendo o solo e assegurando o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012). No entanto, as populações humanas estão, cada vez mais frequentemente, se instalando nestas áreas e desenvolvendo atividades sem planejamento, o que provoca a sua degradação (ALVES, 2015).

Segundo Pinto et al. (2012), a superexploração dos recursos naturais, a utilização do solo fora de suas aptidões, o desmatamento e o uso indiscriminado de insumos agrícolas são responsáveis por sérios problemas ambientais. Estas práticas atingem sobretudo áreas ribeirinhas e de nascentes, reduzindo consideravelmente a qualidade e quantidade de água nas Bacias Hidrográficas. A qualidade da água é prejudicada com o carreamento de substâncias para os corpos hídricos, quando há ausência de vegetação ao longo das margens de rios, facilitando a contaminação de mananciais e colocando em risco o ambiente hídrico e a saúde humana.

A utilização de imagens de satélite, através do uso de sistemas de informações geográficas, vem sendo um forte aliado em diagnósticos e na fiscalização do uso da terra. Torna

possível o mapeamento, avaliação, monitoramento e diagnósticos de áreas em escalas gerais ou com maior detalhamento (FERNANDES et al, 2012; IBGE, 2017).

A região na qual está inserida A Bacia Hidrográfica do Rio do Meio, objeto do presente estudo, se caracteriza pela presença de propriedades rurais e alguns condomínios residenciais multifamiliares, os quais vem crescendo em número devido a presença do Campus da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) na cidade de Curitibanos, Santa Catarina. O Campus da UFSC foi instalado na região no ano de 2009 e, desde então, vem sendo agente influenciador de alteração da paisagem. Segundo dados do Relatório do Sistema de Controle Acadêmico de Graduação (CAGR)¹ e Registros da Direção Administrativa do Campus de Curitibanos da UFSC de 2019², atualmente circulam pelo campus da UFSC em Curitibanos cerca de 1.234 pessoas por dia. Desde a sua instalação a infraestrutura aumentou e possui atualmente uma área construída de 240.000 m² (UFSC, 2019) com a implantação do novo prédio, promovendo um aumento de frequentadores do campus além das construções urbanas nas propriedades vizinhas como já vem ocorrendo.

Esse desenvolvimento local, é responsável direto e indireto pela alteração da paisagem e mudanças no uso da terra e, conseqüentemente, a qualidade da água da Bacia Hidrográfica do Rio do Meio. A forma mais eficaz de mitigar os efeitos negativos de tal influência é através do monitoramento periódico, conforme evidencia Malutta et al. (2012).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade da água sob influência de diferentes usos da terra na Bacia Hidrográfica do Rio do Meio, no município de Curitibanos.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Analisar as mudanças do uso da terra em uma Microbacia no município de Curitibanos, para os anos 2002, 2010 e 2018;

¹ <http://cagr.sistemas.ufsc.br/>

² <http://curitibanos.ufsc.br/campus/>

- Caracterizar a presença de área de preservação permanente na Microbacia;
- Avaliar a qualidade da água do curso de água principal segundo a resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA);
- Relacionar a qualidade da água com o uso da terra e a presença de APP nos trechos investigados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

O Código Florestal Brasileiro, Lei 12.651 de 2012, define Área de Preservação Permanente no inciso II de seu art. 3º:

área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

O Código Estadual do Meio Ambiente de Santa Catarina (Lei nº 14.675/2009, alterada pela Lei nº 16.342/2014) considera, em seus Art. 120 e Art. 121, as particularidades do estado e diferenciação entre áreas rurais não consolidadas e consolidadas, respectivamente. Áreas consolidadas são áreas de imóvel rural com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias ou atividades agrosilvipastoris, admitida, neste último caso, a adoção do regime de pousio (SANTA CATARINA, 2014).

As APPs foram instituídas pelo Código Florestal de 1965, preocupando-se com a preservação dos recursos hídricos e áreas de risco como encostas íngremes e dunas (COSTA et al., 1996). Uma das funções das matas ciliares, áreas protegidas por essa Lei, é a retenção de sedimentos e nutrientes provindos dos pontos mais altos da Bacia Hidrográfica, que alcançariam o curso de água, assim, desempenham um papel de filtro para resíduos, carreados pelo sistema de drenagem superficial (FRANCO, 2012). Tundisi (2003) afirma que a importância das matas constituintes das áreas de preservação permanente é ressaltada também por evitar o surgimento de custos de recuperação e tratamento de água para abastecimento público, bem como servir de agente regulador de vazão fluvial evitando cheias. Também é importante na dissipação de energia erosiva das águas de chuvas e serve como local de refúgio e fonte de alimentos à fauna, acrescenta Poleto et al. (2010).

2.2 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)

As técnicas utilizadas para identificar, registrar e mapear as mudanças que ocorrem na cobertura e no uso da terra, decorrentes da ação antrópica ou até mesmo natural, vem se aprimorando, sobretudo por meio de ferramentas de sensoriamento remoto, Sistema de

Informação Geográficas (SIGs) e Sistemas de Posicionamento Global (GPS), tornando-se uma importante ferramenta para se compreender as causas e consequências dessas alterações (IBGE, 2017).

Segundo Burrough (1986), um SIG é composto por um conjunto de módulos computacionais destinados à aquisição, armazenamento, recuperação, transformação e saída de dados espacialmente distribuídos, sendo estes, constituídos ainda por dados geográficos que descrevem objetos do mundo real sob aspectos como seu posicionamento com relação a um sistema de coordenadas, seus atributos e as relações topológicas existentes. Tais dados, dos quais se conhece a posição geográfica, o valor da característica e a sua estrutura de relacionamento espacial, tais como vizinhança, proximidade e pertinência entre objetos geográficos, permitem ao SIG ser uma ferramenta eficaz em estudos relativos ao meio ambiente, na pesquisa da previsão de determinados fenômenos ou no apoio a decisões de planejamento, levando em conta que os dados gerados e armazenados representam um modelo real.

Em suma, segundo Câmara e Ortiz (1998), os Sistemas de Informações Geográficas possuem as características de integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados de censo e cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno, combinando estas informações através de algoritmos de manipulação gerando mapas temáticos ou base de dados geocodificados. Ou seja, os dados tratados em SIGs incluem: imagens de satélite, modelos numéricos de terreno, mapas temáticos, redes e dados tabulares.

2.3 QUALIDADE DA ÁGUA

A organização institucional das águas no território nacional é definida por Bacia Hidrográfica através da Lei Federal 9.433 de 8 de janeiro de 1997 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, e se dá por meio de decisão local que são os Comitês de Bacia Hidrográfica. A área de atuação dos comitês e sua competência dentro de cada campo são definidas nos Artigos 37 e 38 respectivamente:

Art. 37. Os Comitês de Bacia Hidrográfica terão como área de atuação:

I - a totalidade de uma bacia hidrográfica;

II - sub-bacia hidrográfica de tributário do curso de água principal da bacia, ou de tributário desse tributário; ou

III - grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas.

Parágrafo único. A instituição de Comitês de Bacia Hidrográfica em rios de domínio da União será efetivada por ato do Presidente da República.

Art. 38. Compete aos Comitês de Bacia Hidrográfica, no âmbito de sua área de atuação:

I - promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes;

II - arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados aos recursos hídricos;

III - aprovar o Plano de Recursos Hídricos da bacia;

IV - acompanhar a execução do Plano de Recursos Hídricos da bacia e sugerir as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;

V - propor ao Conselho Nacional e aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos as acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão, para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso de recursos hídricos, de acordo com os domínios destes;

VI - estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados;

VII - (VETADO)

VIII - (VETADO)

IX - estabelecer critérios e promover o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo.

Parágrafo único. Das decisões dos Comitês de Bacia Hidrográfica caberá recurso ao Conselho Nacional ou aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, de acordo com sua esfera de competência.

A qualidade da água sofre influência de características naturais como cobertura vegetal, topografia e geologia, assim como devido a atividades antrópicas (OLIVEIRA FILHO, 1994). Existem dois tipos de fontes de contaminação antrópica que causam mudanças nas características físico-químicas da água e comprometem sua qualidade, as fontes pontuais e difusas. As fontes pontuais estão relacionadas a cargas pontuais que possuem como origem um meio perceptível, como despejos domésticos e/ou industriais. Já as fontes de cargas difusas são originadas em áreas extensas e de forma dispersa e, através de precipitações pluviométricas, são drenadas até as águas superficiais. Podem, também, ser transportadas pela irrigação de atividades agrícolas, sendo associada aos sedimentos quando há erosão do solo, ou aos nutrientes – como nitrogênio e fósforo – muitas vezes utilizados em excesso, e aos defensivos agrícolas (CAMPOS, 2011).

Em estudo realizado por Arcova e Cicco em 1999, observou-se que características como turbidez e cor aparente da água possuem maiores valores em Microbacias com atividades agrícolas, comparadas a Microbacias com floresta natural preservada. As ações de proteção dos corpos d'água desempenham, então, papéis fundamentais para evitar a contaminação direta por agrotóxicos e dejetos de animais em áreas agrícolas, tornando necessário o estudo das relações entre os recursos naturais e as ações antrópicas nas Bacias Hidrográficas (PINTO et al., 2004).

2.3.1 Padrões de Qualidade da Água

Através da Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) são estabelecidos, no Brasil, teores máximos de impurezas permitidos na água. Esses teores são estabelecidos em função dos seus usos, e assim, enquadrados em classes de uso, que constituem os padrões de qualidade, visando garantir que a água a ser utilizada para determinado fim não contenha impurezas que venham a prejudicá-lo (BRASIL, 2005; CUNHA et al., 2013).

A classe do enquadramento é determinada posteriormente à determinação do uso preponderante para um determinado corpo de água e estabelecida entre a sociedade e o Comitê de Bacia Hidrográfica, considerando os usos prioritários das suas águas. A aprovação final do enquadramento ocorre conforme o domínio do corpo d'água, no âmbito dos Conselhos Estaduais ou do Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Em Santa Catarina, a Resolução 001 de julho de 2008, aprovada pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina (CERH), institui que cabe ao CERH enquadrar os corpos de água de Santa Catarina, enquanto não houver o Plano Estadual e os Planos de Bacias definidos. Considera o uso da classificação estabelecida pela Resolução CONAMA 357/2005 (SANTA CATARINA, 2008).

As análises do presente trabalho tomaram como base os limites estabelecidos pela supracitada Resolução CONAMA 357/2005 para uso da água, conforme expostos na Tabela 1.

Tabela 1 - Limites superiores ou inferiores, para variáveis em ambientes aquáticos de água doce de Classes 1, 2, 3 ou 4 (Resolução CONAMA 357/2005).

Variável	Natureza do limite	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
DBO _{5,20} (mg/L)	máximo	3,0	5,0	10,0	^a
OD (mg/L)	mínimo	6,0	5,0	4,0	2,0
Turbidez (UNT)	máximo	40	100	100	^a
pH	intervalo	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0
STD (mg/L)	máximo	500	500	500	^a
PT (mg/L)	máximo	0,1	0,1	0,15	^a

DBO_{5,20}: Demanda Bioquímica de Oxigênio; OD: oxigênio dissolvido; STD: Sólidos Totais Dissolvidos; PT: Fósforo Total (ambiente lótico). ^a: Não há limite.

Fonte: Brasil (2005).

De acordo com a Seção I, Artigo 4º da Resolução CONAMA 357/2005, as águas doces (águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 %) do território nacional são classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em 5 classes (BRASIL, 2005):

I - classe especial: águas destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;
- b) a preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e,
- c) a preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) a proteção das comunidades aquáticas;
- c) a recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;
- d) a irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e
- e) a proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) a proteção das comunidades aquáticas;
- c) a recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;
- d) a irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
- e) a aquicultura e a atividade de pesca.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- b) a irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) a pesca amadora;
- d) a recreação de contato secundário; e
- e) a dessedentação de animais.

V - classe 4: águas que podem ser destinadas:

- a) a navegação; e
- b) a harmonia paisagística.

2.3.2 Parâmetros de Qualidade da Água

A água presente em áreas urbanizadas, rurais, alteradas pelo recebimento de dejetos resultantes de atividade antrópica, ou por matéria orgânica do próprio ambiente natural contém diversos componentes que alteram suas características (TUCCI, 1999).

Para avaliar sua qualidade são feitas avaliações de parâmetros, os quais representam as suas características físicas, químicas e biológicas. Esses parâmetros são indicadores da qualidade da água e se constituem não conformes quando alcançam valores fora dos limites estabelecidos por órgãos reguladores, para determinado uso. Este estudo utiliza os padrões e condições prescritos pelo CONAMA em sua Resolução 357/2005, descritos anteriormente.

Os parâmetros utilizados neste trabalho para determinação da qualidade da água foram definidos de acordo com as ferramentas e materiais disponíveis para uso no campus universitário da UFSC, e seguem descritos abaixo:

a) Temperatura (°C)

Não há padrões especificados para o parâmetro temperatura da água pela legislação (BRASIL, 2005) pois sua variação provém, principalmente, de causas naturais como a insolação (NAIME; FAGUNDES, 2005). No entanto, sua avaliação faz-se necessária por se tratar de um parâmetro físico de elevada importância nos estudos dos ecossistemas aquáticos, uma vez que influencia diretamente a dinâmica de outros parâmetros avaliados, como o pH, a solubilidade do oxigênio ou a densidade da água. Organismos aquáticos são afetados por temperaturas fora de seus limites de tolerância, impactando sobre seu crescimento e reprodução (QUEIROZ, 2003).

b) Turbidez (NTU)

A turbidez é um dos parâmetros de qualidade para avaliação das características físicas da água. A presença de materiais sólidos, orgânicos ou inorgânicos, em suspensão na água, causa interferência na luz que a atravessa. Essa interferência é avaliada através da turbidez. (BARCELLOS et al., 2006). Seu valor é expresso em Unidade Nefelométrica de Turbidez (NTU – Nephelometric Turbidity Unity).

c) Sólidos totais - ST (mg.L^{-1})

A Resolução CONAMA 357 estabelece limites apenas para sólidos totais dissolvidos, não apresentando limites para sólidos totais.

O parâmetro de sólidos totais interfere diretamente nos níveis de turbidez, afetando, assim, a incidência de luz na água, o que pode prejudicar o metabolismo dos organismos autotróficos presentes por dificultar a realização da fotossíntese. De maneira geral, quanto mais poluído estiver um curso d'água, maior o valor de sólidos totais (ALMEIDA; SCHWARZBOLD, 2003).

d) Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)

A condutividade elétrica trata da capacidade da água de conduzir corrente elétrica. Esta propriedade está relacionada a presença de íons, dissolvidos na água. A variação deste parâmetro depende basicamente da concentração total, mobilidade, valência, concentrações relativas e medidas de temperatura destes íons, ou seja, quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica na água. A indicação do grau de mineralização da água e a indicação de variações nas concentrações de minerais dissolvidos são aplicações práticas para a tomada da medida da condutividade (PARRON et al., 2011).

e) Potencial Hidrogeniônico – pH

O pH é um importante parâmetro indicador da qualidade e da extensão da poluição em cursos de água, representando o equilíbrio entre íons H^+ e íons OH^- . Podendo variar seus valores entre 0 e 14, indica se uma água é ácida (pH inferior a 7), neutra (pH igual a 7) ou alcalina (pH maior do que 7). Quando os corpos hídricos não estão poluídos, geralmente possuem valores próximos à 7, sendo este, o valor de neutralidade. O pH é capaz de alterar a solubilidade e disponibilidade de substâncias, assim como afetar a toxicidade de substâncias como os metais e formas disponíveis de nitrogênio (CORADI et al., 2009). Segundo a Resolução CONAMA nº 357 de 2005, para manutenção da vida aquática, o pH deve situar-se entre 6,0 e 9,0 (BRASIL, 2005).

f) Fósforo dissolvido - P ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)

O fósforo dissolvido corresponde a concentração do fósforo na forma do íon fosfato (PO_4^{3-}) que está presente na água e diretamente disponível para assimilação pelos organismos aquáticos. Não há padrões definidos para fósforo dissolvido na resolução CONAMA 357/2005. Nesta resolução há valores máximos permitidos para o fósforo total, que compreende este elemento na sua forma dissolvido mais aquele presente em sedimentos/rochas ou quimicamente ligado a compostos orgânicos existentes na água.

O fósforo é essencial para o crescimento de organismos, como algas. Quando em excesso, pode se tornar o principal fator responsável pela eutrofização de sistemas aquáticos (ESTEVES, 1998).

Dentre algumas das principais fontes que contribuem para a poluição das águas com o fósforo estão a decomposição da matéria orgânica, esgotos domésticos e industriais, quando não há ou o tratamento é ineficaz, detergentes e o escoamento de fertilizantes e excrementos de animais (MANSOR, 2005). Em áreas rurais o aporte de fósforo é causado, principalmente pela drenagem pluvial transportando defensivos agrícolas (VON SPERLING, 2007).

g) Oxigênio Dissolvido – OD (mg.L^{-1})

O gás oxigênio é consumido pelos organismos aeróbios para a decomposição de matéria orgânica. A deposição de matéria orgânica em um corpo d'água irá reduzir os teores de oxigênio dissolvido. Dependendo da capacidade de autodepuração de um manancial, a concentração de oxigênio dissolvido pode alcançar valores muito baixos, ou zero, resultando na extinção destes organismos aquáticos aeróbios. (VALENTE et al., 1997).

h) Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO (mg.L^{-1})

A Demanda Bioquímica de Oxigênio representa quantidade necessária de oxigênio para que organismos aeróbios oxidem a matéria orgânica presente. Altos níveis deste parâmetro levam a redução dos valores de oxigênio dissolvido (OD) na água, podendo provocar a morte de animais e outros organismos aquáticos, sendo um parâmetro utilizado para avaliar a poluição orgânica de corpos d'água (VALENTE et al., 1997).

A $\text{DBO}_{5,20}$ é uma análise realizada em laboratório onde é avaliada a quantidade de oxigênio consumido em um período de 5 dias e em temperatura controlada à 20°C (TERCINI, 2014).

2.3.3 Monitoramento da Qualidade das Águas

A Agência Nacional de Águas (ANA) lançou o Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas (PNQA), que busca ampliar o conhecimento sobre a qualidade das águas superficiais no Brasil, contribuindo assim com a gestão sustentável dos recursos hídricos, orientando na elaboração de políticas públicas eficazes para a recuperação da qualidade ambiental em corpos d'água interiores como rios e reservatórios (ANA, 2012). A implementação de um sistema de monitoramento é fundamental para a gestão adequada dos

recursos hídricos, permitindo acompanhar a qualidade e quantidade de água nos rios (MALUTTA et al., 2012).

O Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas utiliza, como índice de qualidade de água (IQA). Este índice foi criado em 1970, nos Estados Unidos, pela National Sanitation Foundation e, a partir de 1975 começou a ser utilizado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), sendo adotado por outros Estados brasileiros nas décadas seguintes. O IQA é aplicado na indicação da contaminação por materiais orgânicos em geral, assim como esgotos sanitários, por nutrientes e por sólidos (ANA, 2009).

Segundo o PNQA da ANA, o estado de Santa Catarina ainda não possui uma rede estadual de monitoramento de qualidade de água (ANA, 2009). Está previsto para este ano a inclusão do Estado de Santa Catarina, pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS), através da Diretoria de Recursos Hídricos (DRHI), no PNQA. Serão monitorados 40 pontos, com 21 parâmetros avaliados, entre parâmetros físico-químicos, microbiológicos, biológicos e nutrientes (fósforo e nitrogênio), no entanto, não haverá o monitoramento nas águas da Bacia do Rio Canoas (SANTA CATARINA, 2019).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

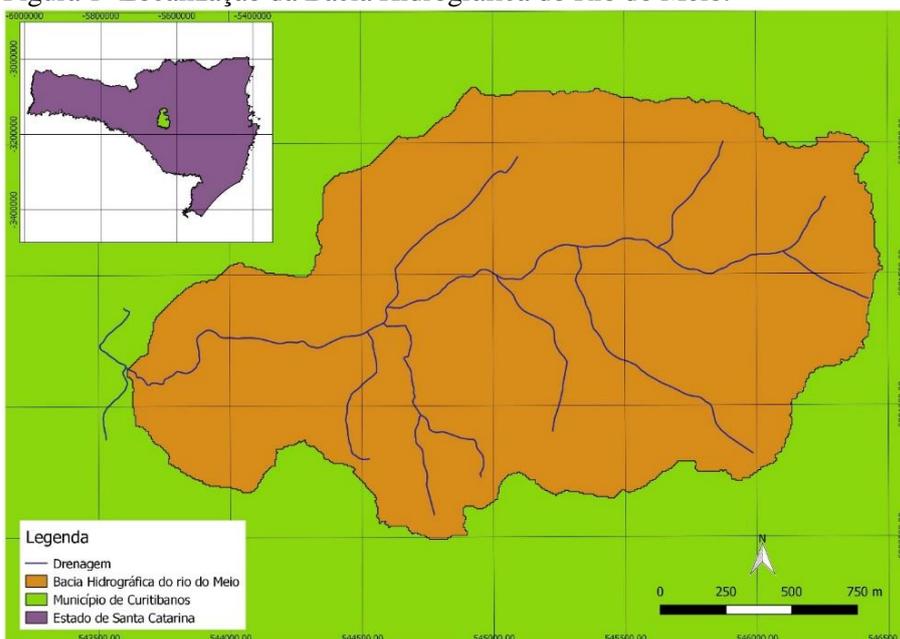
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1.1 Localização

O Planalto Catarinense é composto por treze municípios, com características predominantemente rurais. Historicamente seu modelo de desenvolvimento é caracterizado pela intensa exploração dos recursos ambientais, atividades agropecuárias (como cultivo de soja, alho, cebola, milho e feijão) e atividades madeireiras, principalmente de papel e celulose (CAZELLA; BÚRIGO, 2006).

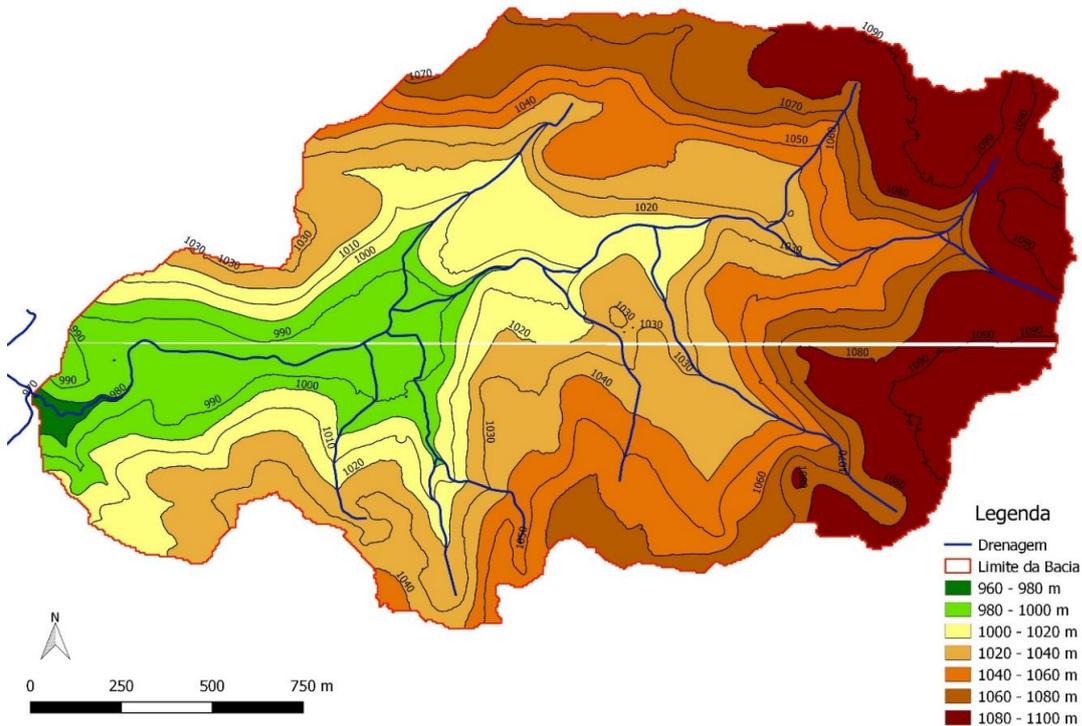
A Bacia Hidrográfica do Rio do Meio, objeto do presente estudo, se encontra no município de Curitibanos, Estado de Santa Catarina (Figura 1), em uma área localizada a uma altitude que varia entre 960 e 1.100 m, conforme ilustrado na Figura 2. Seu canal principal desemboca no Rio Pessegueirinho, o qual faz parte da Sub-bacia do Rio Marombas, na região hidrográfica 4 de Santa Catarina, compondo a Bacia Hidrográfica do Rio Canoas. Sua escolha se deu pelo fato de que o município de Curitibanos vem sofrendo rápida ocupação na última década, com a chegada do campus da UFSC e de empresas processadoras de madeira (PANDOLFO et al., 2002).

Figura 1- Localização da Bacia Hidrográfica do Rio do Meio.



Fonte: Arquivos SDS processados pelo Autor (2019).

Figura 2 - Mapa de elevação da Bacia Hidrográfica do Rio do Meio.



Fonte: Banco de dados da SDS (2019).

O município de Curitibaanos abrange uma área de 948,738 km². No ano de 2002, a população estimada pelo IBGE para o município foi de 36.635 habitantes. Em 2010, a população era composta por aproximadamente 37.748 habitantes, com uma densidade demográfica próxima a 41,0 habitantes.km⁻², no ano de 2018 teve-se uma estimativa de 39.595 habitantes (IBGE, 2016 e 2018). O município tem um histórico de plantio florestal de pinus (*Pinus taeda*) e de algumas culturas agrícolas, tendo a soja como principal representante. O mercado florestal da região é caracterizado pela plantação de pinus e comercialização da sua madeira, principalmente para fabricação de painéis de média densidade de partículas (MDP) e média densidade de fibras (MDF) pela empresa Berneck Painéis e Serrados S.A., situada em Curitibaanos que produz e comercializa painéis e cerrados para diversos fins (BATISTA, 2014).

3.1.2 Clima

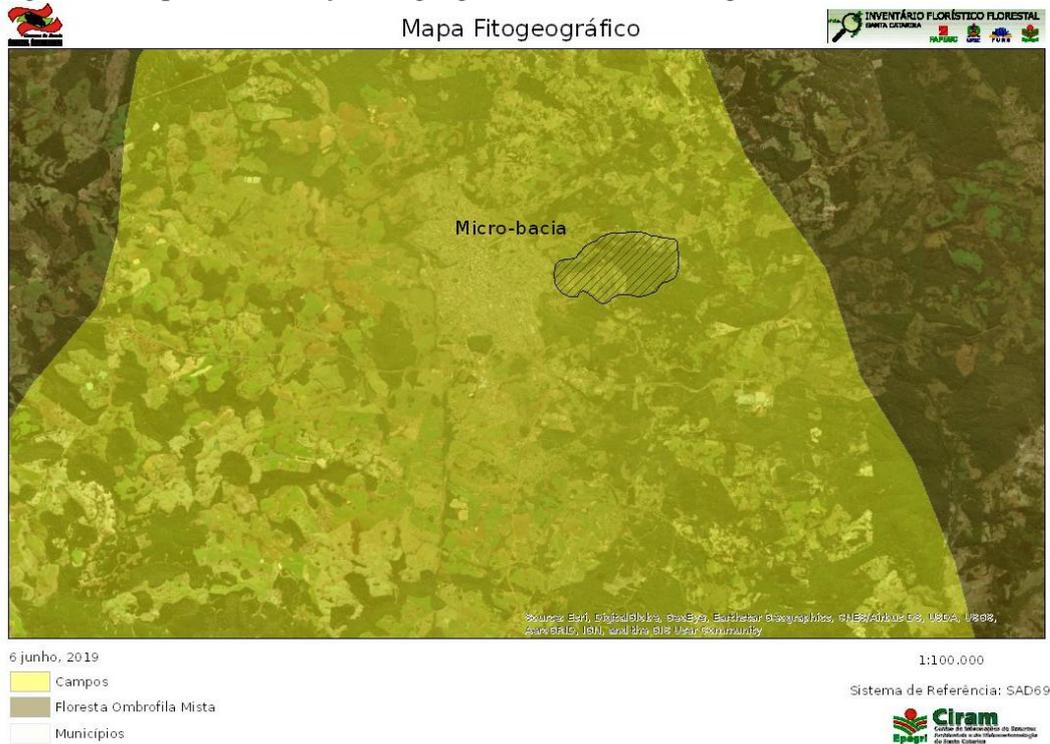
O município de Curitibanos está localizado em uma área de clima temperado úmido, sendo considerado, conforme o sistema de classificação de Köppen, como do tipo Cfb. Esse tipo de ocorrência climática tem como característica a presença de chuvas bem distribuídas ao longo das estações do ano, não possuindo períodos secos. Os verões são considerados brandos, estando a temperatura média do mês mais quente entorno de 22°C, enquanto os invernos são frios com temperatura média abaixo dos 18°C. Geralmente ocorre maior precipitação em janeiro, que também é o mês mais quente do ano com temperatura média de 19°C. O mês mais seco, e também o mais frio, é julho, podendo atingir temperaturas extremamente baixas. O inverno é muito rigoroso, com alta ocorrência de geada e possíveis nevascas eventuais (PANDOLFO et al., 2002; SDR, 2003).

3.1.3 Fitogeografia e Uso da Terra

Segundo a classificação fitogeográfica com dados constantes do Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina (IFFSC) (SOUZA et al., 2012), a área de estudo originalmente abrigaria vegetação classificada como Floresta Ombrófila Mista Montana (IBGE, 2012), conhecida popularmente por Floresta de Araucária, ocorrendo agrupamentos menores e isolados. Nesse território contínuo, no entanto, entremeiam-se grandes extensões de campo, resultando numa paisagem típica do sul do Brasil (MAUHS, 2002).

A prática de atividades de exploração madeireira e o uso da terra para cultivos agrícolas ou pastagens deram espaço, em alguns pontos, após um período de abandono em áreas abertas, a uma atual floresta em estágio secundário de regeneração (SIMINSKI et al., 2013). A Figura 3 representa o posicionamento da área de estudo em relação ao Mapa Fitogeográfico disponibilizado no Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina.

Figura 3 - Mapa da localização fitogeográfica da Bacia Hidrográfica do Rio do Meio.



Fonte: IFFSC (2019).

3.1.4 Relevo e Solo

Geologicamente a área de estudo está inserida na Bacia do Paraná, que é formada por uma sucessão de rochas sedimentares, cuja unidade geomorfológica é Planalto dos Campos Gerais, recobertas por extensos derrames de composição essencialmente básica, perfazendo uma coluna de rochas. Os tipos de rochas dominantes são os folhelhos argilosos, pertencentes às formações Teresina e Serra Alta. Ocorre também a presença de rochas intrusivas vulcânicas alcalinas, pertencente à formação da Serra Geral. O relevo da região do planalto é caracterizado, em sua maior parte, por uma morfologia homogênea suavemente ondulada a ondulada. Com predominância de Cambissolos típicos da região de Lages há ainda ocorrência de Latossolo Bruno, e associações destes com Neossolo Litólico sobre Argilitos e Siltitos (VIEIRA, 2000).

3.2 ANÁLISE DO USO DA TERRA

A identificação das mudanças no uso da terra foi realizada por meio da interpretação visual das imagens de satélite obtidas a partir do software Google Earth Pro. Foram analisadas imagens de 2002, 2010 e 2018. Todas as imagens e arquivos vetoriais, como a rede de drenagem, foram georreferenciadas utilizando o sistema geodésico de referência SIRGAS 2000, oficialmente adotado no Brasil (IBGE, 2005), e utilizado o sistema de projeção UTM. Esta etapa foi realizada através da ferramenta “georreferenciador” do software QGIS, gerando coordenadas geográficas x e y, tornando possível a medição de áreas e a criação de polígonos demarcando os limites de cada classe de uso. Mais especificamente, estes polígonos tratam-se de dados vetoriais gerados através de ferramenta do QGIS, representados por vértices conectados, gerando assim, elementos fechados que definem elementos geográficos com área e perímetro (FRANCISCO et al., 2007). Assim, a critério do autor, definiu-se as áreas de cada classe de uso dentro da Microbacia:

- Floresta nativa: esta classe compreende as áreas ocupadas por espécies florestais nativas, incluindo as matas ciliares;
- Floresta plantada: áreas ocupadas com plantios de espécies exóticas (*Pinus* sp.) no sistema de silvicultura;
- Pastagem: esta classe agrupa classes como pastagem, gramíneas e áreas de solo exposto em certo estágio de recuperação natural por apresentarem o mesmo padrão visual na resolução espacial da imagem utilizada, dificultando a separação das mesmas sem apoio de levantamento de dados em campo;
- Água: esta classe engloba corpos d’água como açudes e lagos;
- Agricultura: esta classe representa a presença de cultivo de culturas anuais como soja e milho;
- Edificação: esta classe representa áreas urbanas ou construções rurais.

Após a definição das classes de uso e a separação em diferentes polígonos, foi realizada, através de ferramenta “calculadora” do software, a medição de suas áreas individuais, tornando possível a medição temporal da taxa de ocupação dos tipos de uso na área, e assim, a avaliação da evolução destas no período estudado.

Outros elementos vetoriais utilizados foram a rede hidrográfica, nascentes, limites Estadual e Municipal, obtidas da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS/SIGSC)³.

Para a aplicação das faixas referentes aos limites das Áreas de Preservação Permanente (APP) foram consideradas as definições descritas no Artigo 1º da Lei nº 7.803, de julho de 1989 (que altera a redação da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965), em vigor no ano de 2002, que determina:

- a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
- d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
- e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

Considerando que, em toda sua extensão, o rio estudado não ultrapassa 3 m de largura, adotou-se, então, extensões de APP de 30 metros para os cursos d'água e de 50 metros para as nascentes, para os mapas do ano de 2002. As faixas de APP para as imagens de 2010 e 2018 foram definidas com base no Parágrafo 1º do Artigo 61-A da Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012, que determina a reposição vegetal nas margens do curso d'água. Este artigo considera áreas consolidadas, ou seja, área de imóvel rural com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, com edificações (BRASIL, 2012), benfeitorias ou atividades agrosilvipastoris, situação ocorrente na área da Bacia Hidrográfica do Rio do Meio, no que define:

§ 1º Para os imóveis rurais com área de até 1 (um) módulo fiscal que possuam áreas consolidadas em Áreas de Preservação Permanente ao longo de cursos d'água naturais, será obrigatória a recomposição das respectivas faixas marginais em 5 (cinco) metros, contados da borda da calha do leito regular, independentemente da largura do curso d'água.

Após a definição das distâncias dos limites de APP, com a utilização da ferramenta *buffer* do software QGIS, estes foram sobrepostos com dados de uso da terra e gerados polígonos paralelos à rede hidrográfica, para a verificação da situação das faixas de APP.

A Microbacia estudada possui entorno de 332 ha, dividida em “área de influência 1” com 144 ha e “área de influência 2” com 188 ha, o que, conforme Faustino (1996), a coloca na

³ <http://www.sigsc.sds.sc.gov.br/download/index.jsp>

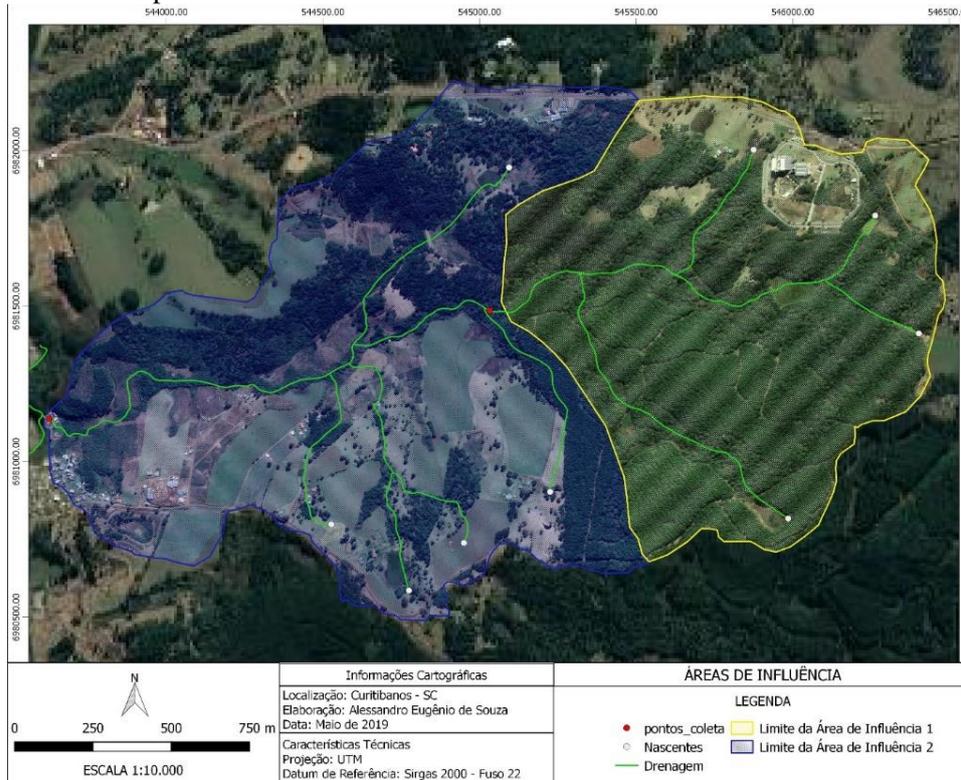
categoria de Microbacia, com área inferior a 100 km² e toda a sua área com drenagem direta ao curso principal de uma Sub-bacia. De maneira geral, várias Microbacias formam uma Sub-bacia.

3.3 ANÁLISE DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE

3.3.1 Definição e Localização dos Pontos de Amostragem

Foram realizadas 12 campanhas ao longo de um ano (julho de 2018 a junho de 2019), as quais abrangeram todas as estações do ano e suas alterações climáticas. Foram selecionados, por imagens de satélite com sobreposição de arquivo vetorial da rede de drenagem, dois pontos de amostragem definidos de forma que cada um deles se localizasse em pontos de drenagem de área representativa dos usos da terra, dividindo a Microbacia em duas áreas distintas: A primeira área composta, em sua maior parte, por florestas (natural e plantada), e a segunda área com maior influência antrópica composta por agricultura, pastagens e alguns agrupamentos arbóreos. A Figura 4 representa a localização dos pontos de coleta e divisão da Microbacia objeto do estudo.

Figura 4 - Mapa com a localização dos pontos de amostragem que dividem a Microbacia segundo o uso da terra predominante.



Fonte: Imagem adaptada do Google Earth (2019).

O acesso aos pontos se deu pela extensão da Rua Capitão Potiguara, que contorna ao Sul a Microbacia. O ponto 1 é alcançado acessando a propriedade dos Sr. Valério e Sra. Isolete, atravessando área destinada a agricultura até chegar ao rio, tendo as coordenadas UTM 545011.00 m E e 6981465.00 m S. O ponto 2, de coordenadas UTM 543649.00 m E e 6981103.00 m S, tem acesso saindo da rua Cap. Potiguara à direita na Rua Augusto Groener, entrando na Rua Diogo Alvez Ribeiro, atravessando então, os limites da propriedade da Sra. Cecília.

3.3.2 Procedimentos de Amostragem e Análises Laboratoriais

A determinação do oxigênio dissolvido (OD) e da temperatura foram efetuadas *in loco* utilizando uma sonda amperométrica (Lutron®, modelo SP1102), diretamente no rio a uma profundidade de 20 cm da coluna d'água. Amostras da água foram coletadas, na mesma profundidade, em 2 (dois) recipientes de polipropileno com capacidade de 2 (dois) litros cada, para a determinação dos outros parâmetros em laboratório. Para cada parâmetro avaliado, foram realizadas 3 repetições nas leituras e calculada a média dos valores.

As amostras coletadas, foram levadas ao Laboratório de Química da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos, para a realização de procedimentos necessários às demais determinações.

Para determinação da demanda bioquímica de oxigênio, foi utilizado o método da incubação (ABNT, 1992), onde amostras de cada ponto foram oxigenadas por um período de 15 minutos com o auxílio de bomba de aquário, e tiveram a quantidade de oxigênio dissolvido medidos com o uso de sonda amperométrica, obtendo o valor de OD inicial. Após, foram preenchidos três frascos de vidro do tipo BOD com cada uma das amostras, fechados utilizando silicone para vedação, e levados à incubadora a uma temperatura de 20°C por um período de 5 dias. No final deste período foram realizadas novas leituras da quantidade de oxigênio dissolvido, obtendo o valor de OD final. A partir destas medidas, calculou-se o valor da Demanda Bioquímica de Oxigênio ($DBO_{5,20}$), através da Equação 1 apresentada abaixo:

$$DBO_{5,20} = OD \text{ final} - OD \text{ inicial} \quad (1)$$

Para os sólidos totais (ST), foram pesadas e identificadas 3 cápsulas de porcelana para cada amostra, adicionados 50 mL em cada uma e levadas à uma estufa a uma temperatura de 100°C por um período de 48 horas, para secagem até a massa constante. Após esse período, as cápsulas foram pesadas novamente, tendo a diferença entre as medidas como o valor de Sólidos Totais.

A turbidez e a condutividade elétrica da água foram medidas com o auxílio de aparelhos medidores específicos, o turbidímetro CG 1.400 da GEHAKA e um condutivímetro portátil da MS Tecnopon, modelo mCA 150. Assim como para as outras medidas, foram realizadas três repetições de cada parâmetro para cada amostra.

A concentração de fósforo dissolvido presente nas amostras de água foi determinada através do método colorimétrico. A solução reagente Molibdato/Vanadato foi preparada conforme procedimento proposto por APHA (2005). Uma curva de calibração foi elaborada com concentrações conhecidas de fosfato padrão, obtendo a equação linear utilizada para o cálculo da concentração de fósforo.

Em balões volumétricos de 25 mL (3 repetições para cada amostra), foram adicionados 15 mL de amostra, 5 mL do reagente de cor Molibdato/Vanadato e preenchido com água destilada e deixados em repouso por 15 minutos para que ocorresse a reação entre os

componentes. Um outro balão volumétrico foi utilizado para preparo do “branco”, solução preparada sem a adição de amostra de água para a formação de cor.

As leituras das absorvâncias das amostras foram realizadas em um espectrofotômetro, modelo BEL – SP2000, na faixa de 400 nm, e os resultados adicionados na equação linear obtendo as concentrações de cada amostra.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 EVOLUÇÃO DO USO DA TERRA NA MICROBACIA

De acordo com a análise dos mapas gerados, no período entre 2002 e 2018, cerca de 42% do território da Microbacia sofreu algum tipo de alteração na cobertura e uso da terra. Observou-se, nesse período, uma redução nas áreas de floresta natural da “área de influência 1”, acompanhada do aumento nas áreas com floresta plantada e de agricultura nas áreas 1 e 2, como pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2 - Modificação da ocupação da terra por categoria.

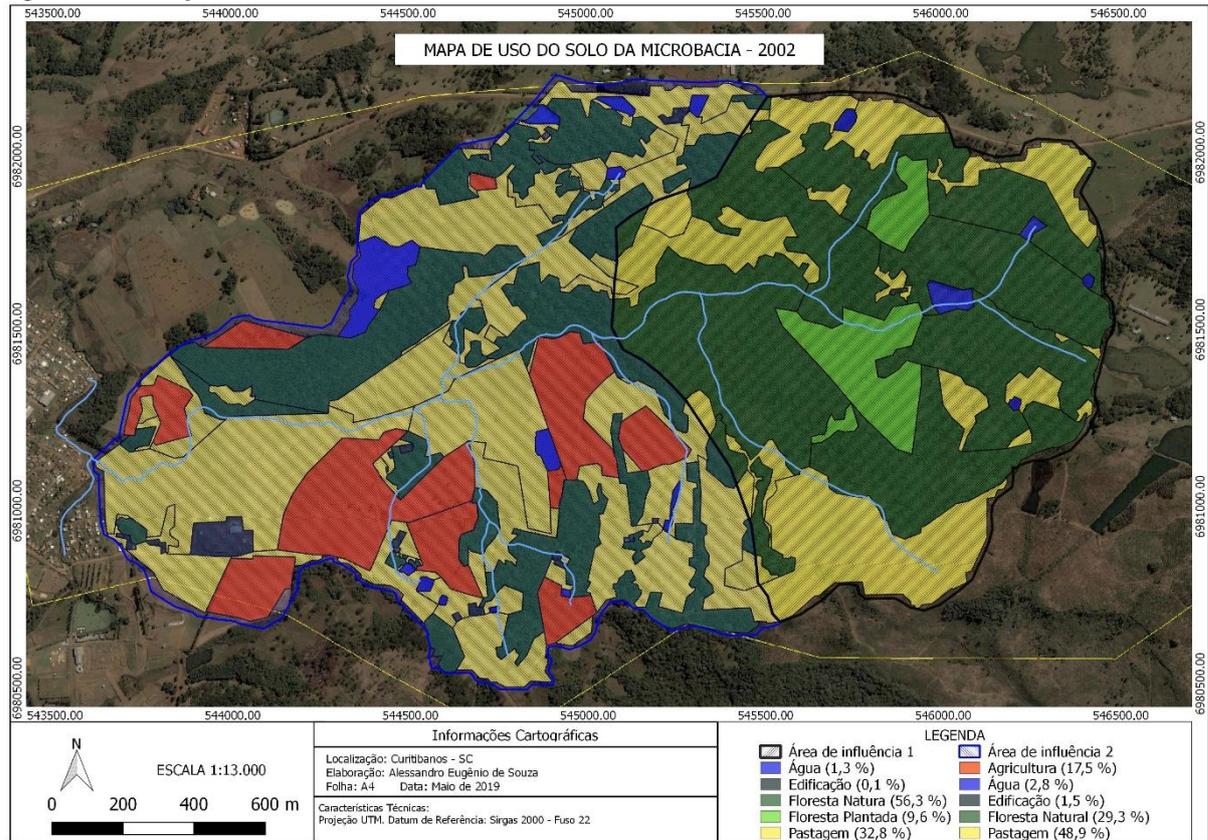
Categoria de uso (%)	Microbacia - Trecho 1			Microbacia - Trecho 2		
	2002	2010	2018	2002	2010	2018
Agricultura	0,0	0,5	0,1	17,5	18,5	22,2
Água	1,3	1,9	1,6	2,8	1,6	2,1
Edificação	0,1	3,3	3,5	1,5	2,2	3,5
Floresta Natural	56,3	35,2	36,4	29,3	30,3	31,0
Floresta Plantada	9,6	38,5	48,7	0,0	6,2	15,3
Pastagem	32,8	20,5	9,7	48,9	41,2	26,0

Fonte: O Autor (2019).

Em 2002 (Figura 5) predominava a fitofisionomia Floresta Ombrófila Mista (FOM), do bioma Mata Atlântica, na “área de influência 1”, ocupando 56% da área total e 80% das APPs. As pastagens ocupavam em torno de 33% do restante da área, podendo ser caracterizadas por pasto propriamente dito, vegetação em estágio inicial de regeneração ou entressafra agrícola.

A “área de influência 2” tinha, nesse período, 48,9% de pastagem, no entanto, pela configuração espacial das áreas e da classificação do uso no entorno, é possível que sejam áreas de entressafra agrícola. Foi observado que apenas 37% das faixas de APP preservadas com vegetação florestal (floresta natural e floresta plantada).

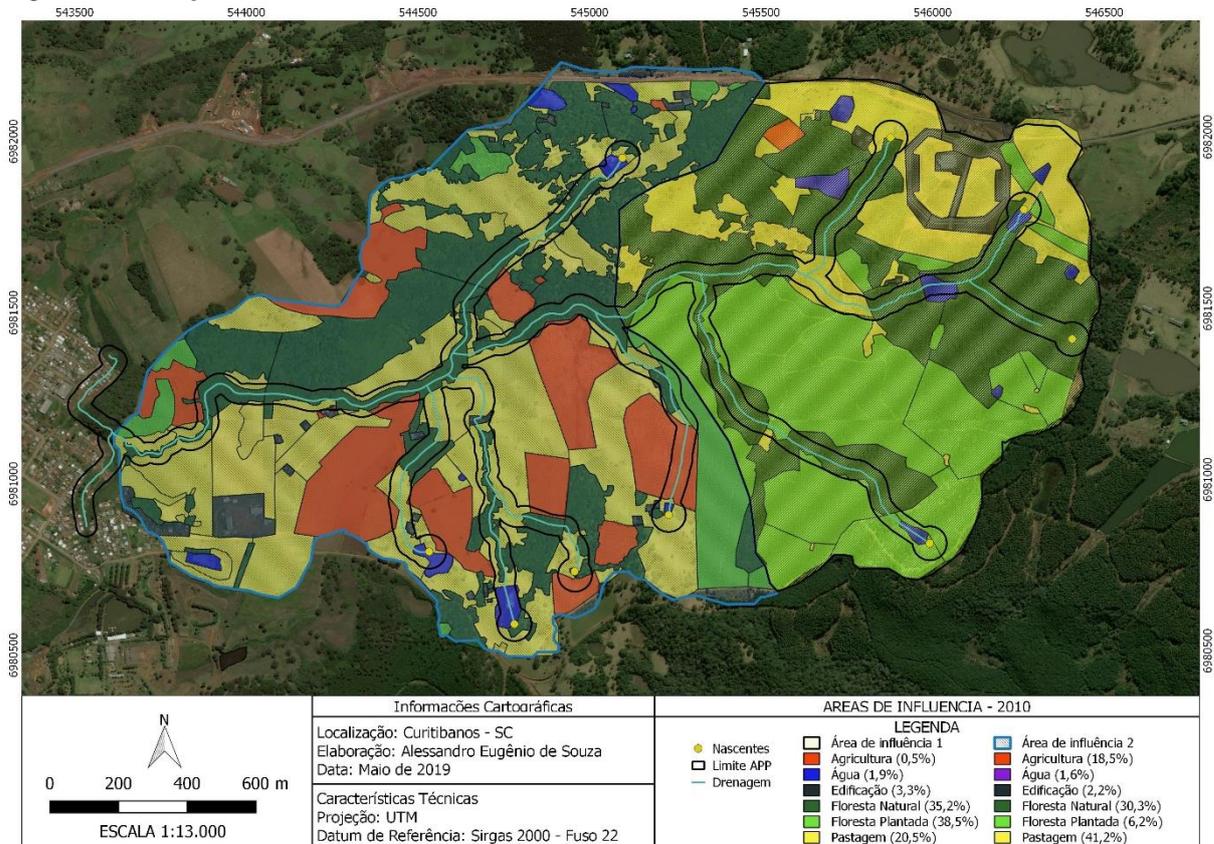
Figura 5 - Situação do uso da terra da Microbacia do Rio do Meio no ano de 2002.



Fonte: Google Earth adaptado pelo Autor (2019).

No mapa do ano de 2010 (Figura 6) é possível observar a redução nas áreas de floresta natural da “área de influência 1” para 35%. A área reduzida foi, em quase sua totalidade, ocupada por florestas plantadas. Assim como o aumento nas áreas com edificação, tendo como o principal contribuinte a implantação do campus da Universidade Federal de Santa Catarina em 2009 que, além da introdução da sua sede CBS01 com 4.925 m² de área construída, foi incentivador do desenvolvimento urbano da região. Já na “área de influência 2”, a principal alteração nos usos foi a introdução de espécies arbóreas em regime silvicultural, tendo o pinus como principal representante, ocupando 6% da área.

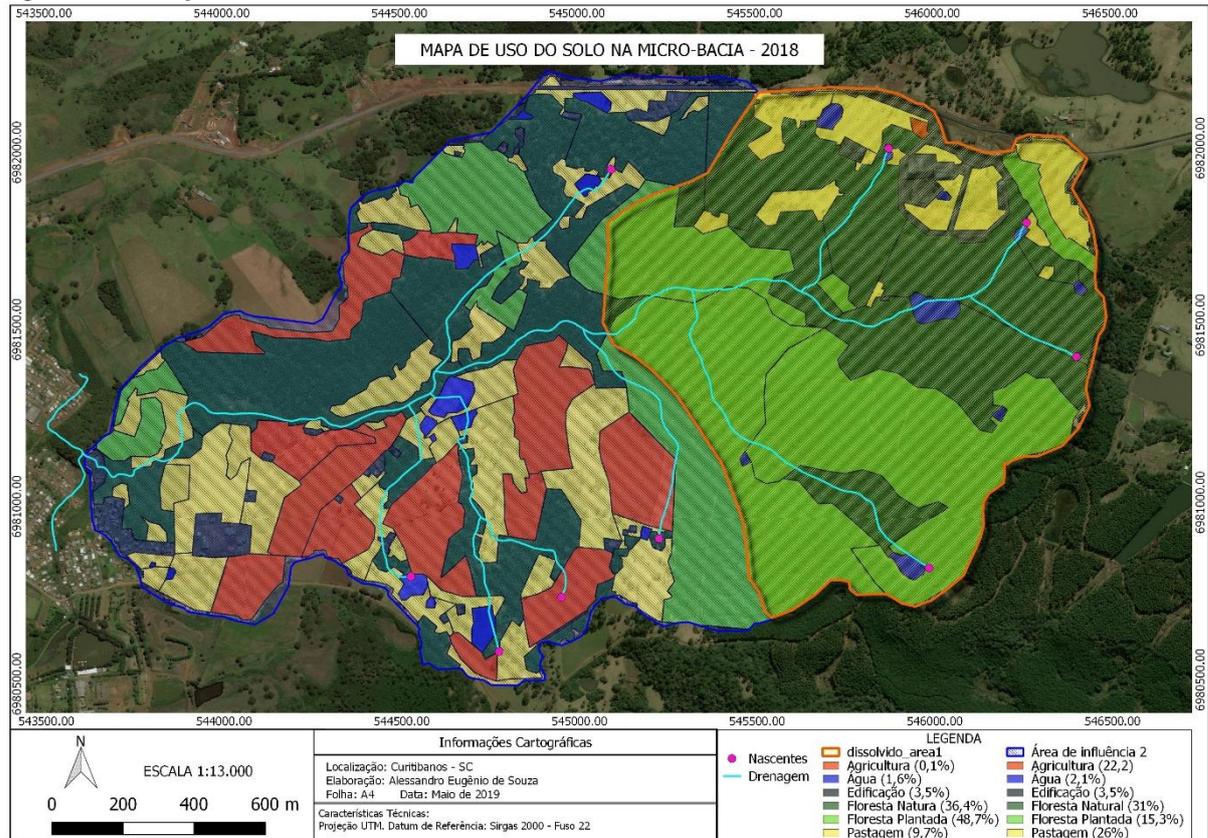
Figura 6 - Situação do uso da terra da microbacia do rio do Meio no ano de 2010.



Fonte: Google Earth adaptado pelo Autor (2019).

No mapa do ano de 2018 (Figura 7) é possível observar a expansão do campus da UFSC, o CBS02, com 9.258 m² de área planejada, conforme informação disponibilizada no endereço eletrônico do campus. Edificações urbanas desse porte tendem a gerar impactos ambientais consideráveis. Entre os anos de 2010 e 2018, correu também o incremento das áreas de floresta plantada, nas duas áreas de influência, aumentando em 10% a ocupação desta classe na área 1 e dobrando a ocupação na área 2 para 15,3%. Cabe salientar o provável cenário de supressão desta vegetação, da qual perderia em uma colheita total, em relação as florestas totais (floresta natural + floresta plantada), aproximadamente 57% na “área de influência 1”, área com maior extensão de florestas, e 40% nos trechos de APP dessa área. O cenário de supressão desta vegetação poderá acarretar em uma influência negativa na qualidade ambiental de toda a extensão do rio.

Figura 7 - Situação do uso da terra da microbacia do rio do Meio no ano de 2018.



Fonte: Google Earth adaptado pelo Autor (2019).

4.2 AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA

Para a avaliação da qualidade da água, foram analisados, no total, 576 dados para as variáveis estudadas entre julho de 2018 e junho de 2019, referentes aos 2 pontos de amostragem na Microbacia, sendo que foram realizadas 3 repetições de análises para cada uma das 8 variáveis em cada campanha realizada. A Tabela 3 apresenta os valores médios obtidos na análise dos dados.

Tabela 3 - Valores médios dos dados coletados para os parâmetros avaliados.

Ponto	OD (mg.L ⁻¹)	DBO _{5,20}	Cond. (µS.cm ⁻¹)	Turbidez (UNT)	ST (mg.L ⁻¹)	P (mg.L ⁻¹)	T (°C)	pH
1	8,0 (±1,7)	1,7 (±1,1)	28,2 (±4,5)	6,9 (±3,9)	90,2 (±76,7)	0,3 (±0,1)	17,1 (±2,9)	7,1 (±0,4)
2	7,8 (±1,6)	1,6 (±1,3)	33,9 (±5,2)	10,6 (±6,2)	91,1 (±56,0)	0,4 (±0,2)	17,4 (±2,8)	7,1 (±0,4)

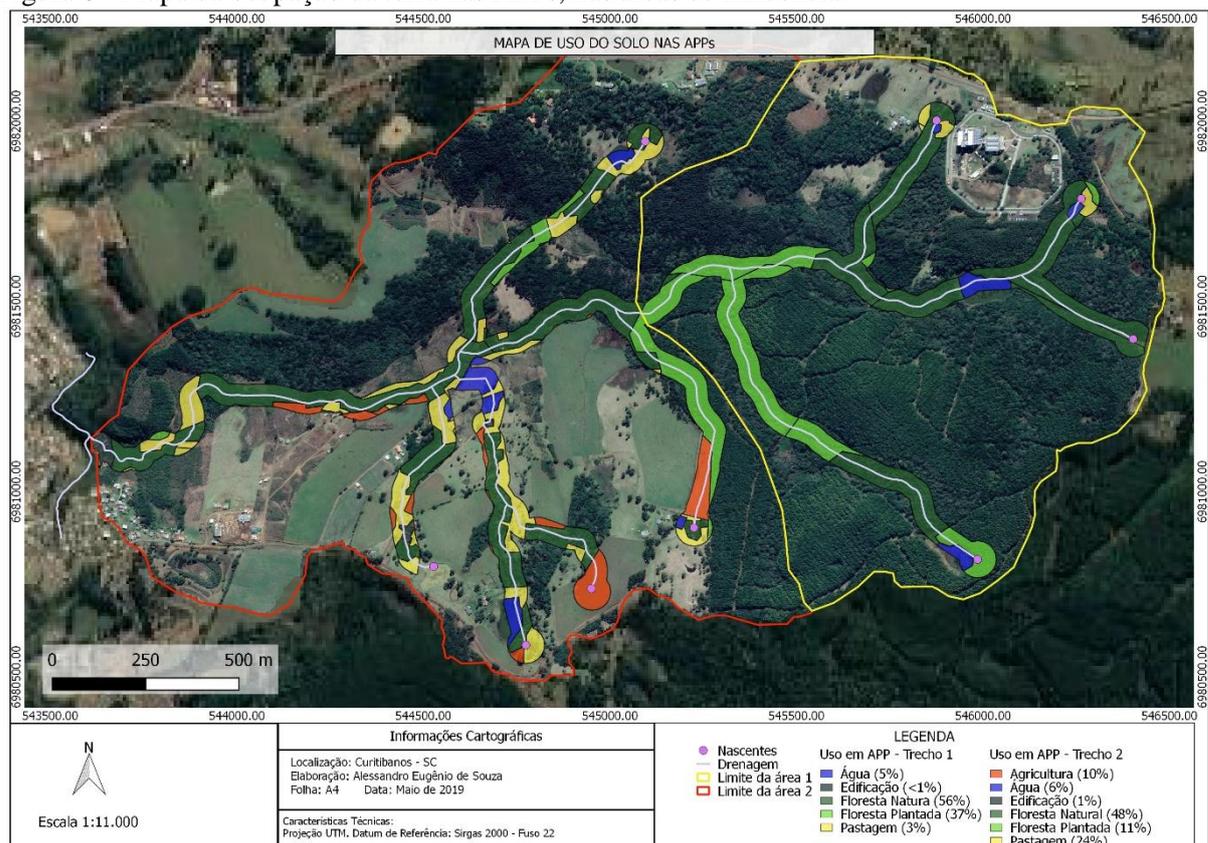
OD: Oxigênio Dissolvido; DBO: Densidade Básica de Oxigênio; Cond.: Condutividade elétrica; ST: Sólidos Totais; P: Concentração de fósforo dissolvido (entre os meses de março a junho de 2019).

Fonte: O Autor (2019).

A condutividade elétrica apresentou os valores médios de 28,2 e 33,9 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ para os pontos 1 e 2 respectivamente. Para turbidez, os valores 6,9 e 10,6 UNT respectivamente, foram observados entre outros valores menos significantes. Sugerindo que o ponto 2 possua menor qualidade da água em relação ao ponto 1 no período estudado.

Isso pode estar vinculado a dois fatos, a prática de agricultura convencional, ocupando principalmente a “área de influência 2”, como demonstram as imagens de uso da terra geradas, e à falta de vegetação nas margens do rio, ocupando apenas 59% do trecho, permitindo o escoamento superficial de sedimentos e poluentes para a rede de drenagem (MERTEN & MINELLA, 2002). Em contrapartida, há ocupação de 93% do trecho de APP da “área de influência 1” com florestas (floresta natural + floresta plantada) (Figura 8).

Figura 8 - Mapa da ocupação da terra nas APPs, nas áreas de influência.



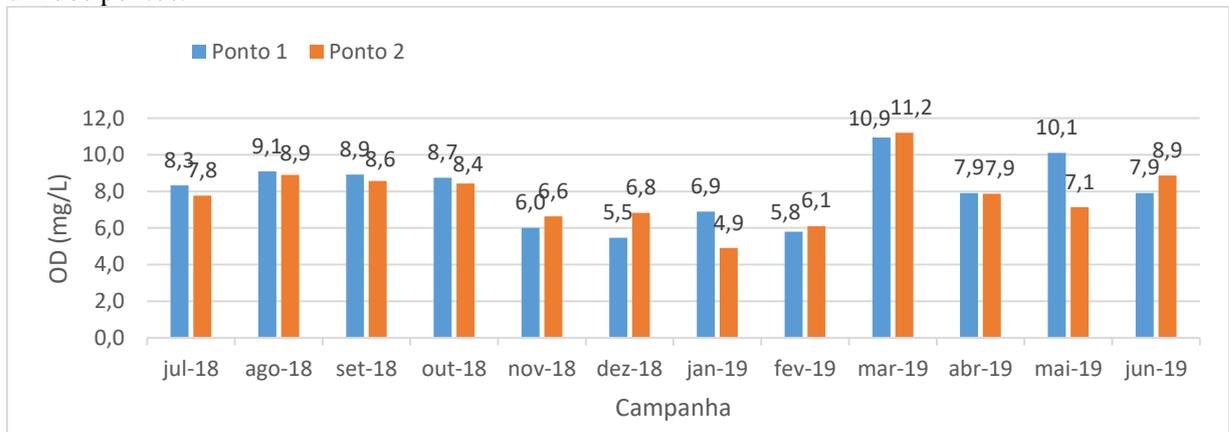
Fonte: Google Earth adaptado pelo Autor (2019).

De acordo com os proprietários do imóvel onde se encontra o ponto de coleta 1, são realizados cultivos convencionais alternados de milho, feijão e soja, utilizando insumos e defensivos agrícolas, entre eles o glifosato. Os cultivos são realizados entre os meses de outubro e dezembro, nos outros meses do ano é realizado o plantio de pasto para o gado. Conforme

informado por residente do terreno contíguo ao trecho do rio onde se localiza o ponto de coleta nº 2, a cerca de 20 anos, moradores utilizavam as águas do rio da Microbacia para dessedentação, pesca e lazer. Hoje, devido as alterações no uso da terra e principalmente pela falta de monitoramento das águas, estas atividades se tornaram inviáveis.

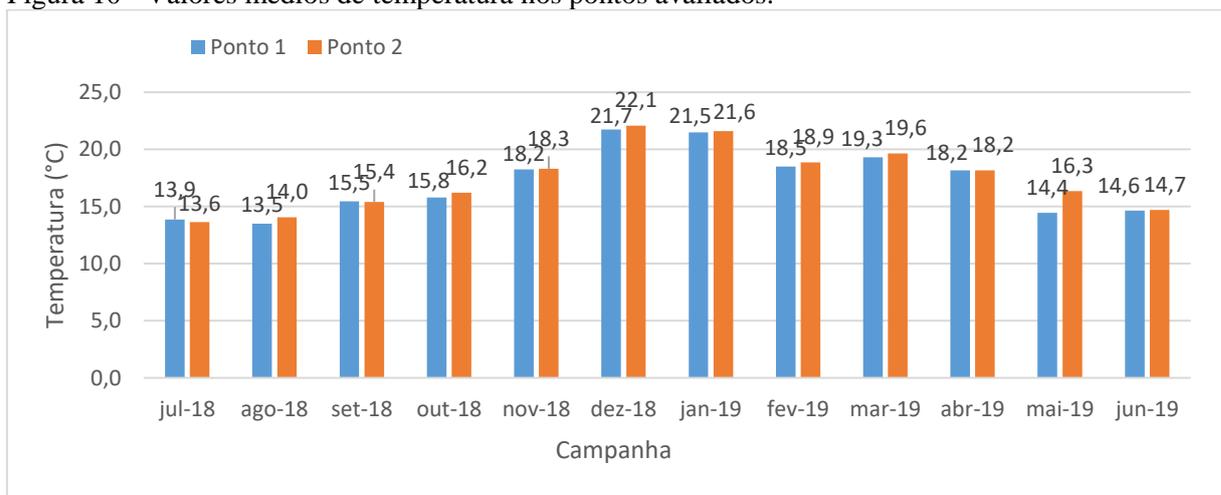
Percebe-se que os valores de OD para o ponto 1 foram menores do que 6 mg.L^{-1} nos meses de dezembro e fevereiro (Figura 9) podendo estar associados a elevação da temperatura neste período (Figura 10). Foram encontrados os valores mais baixos de $5,5 \text{ mg.L}^{-1}$ na campanha de dezembro para o ponto 1, e para o ponto 2, o valor de $4,9 \text{ mg.L}^{-1}$ no mês de janeiro.

Figura 9 - Valores médios de oxigênio dissolvido (OD) obtidos para cada período avaliado em cada um dos pontos.



Fonte: O Autor (2019).

Figura 10 - Valores médios de temperatura nos pontos avaliados.

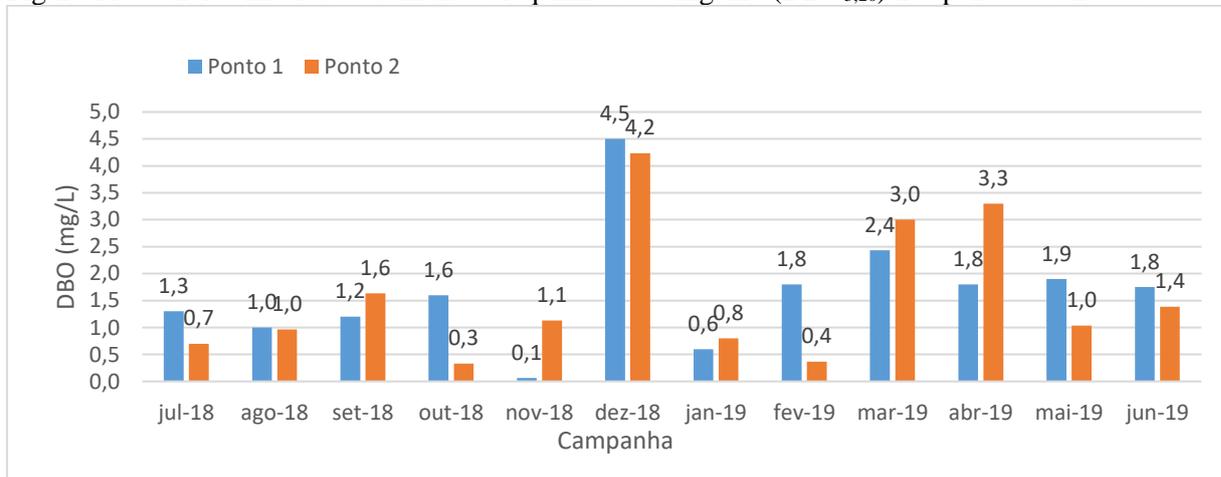


Fonte: O Autor (2019).

Os níveis de $\text{DBO}_{5,20}$ em áreas rurais podem estar relacionados a concentração de matéria orgânica na água (Jouanneau *et al.*, 2014), em geral, os valores médios apresentaram

baixos níveis deste parâmetro, com elevação entre os meses de março e abril e um aumento fora do padrão no mês de dezembro, por motivos não identificados. (Figura 11).

Figura 11 - Valores médios de demanda bioquímica de oxigênio ($DBO_{5,20}$) nos pontos avaliados.

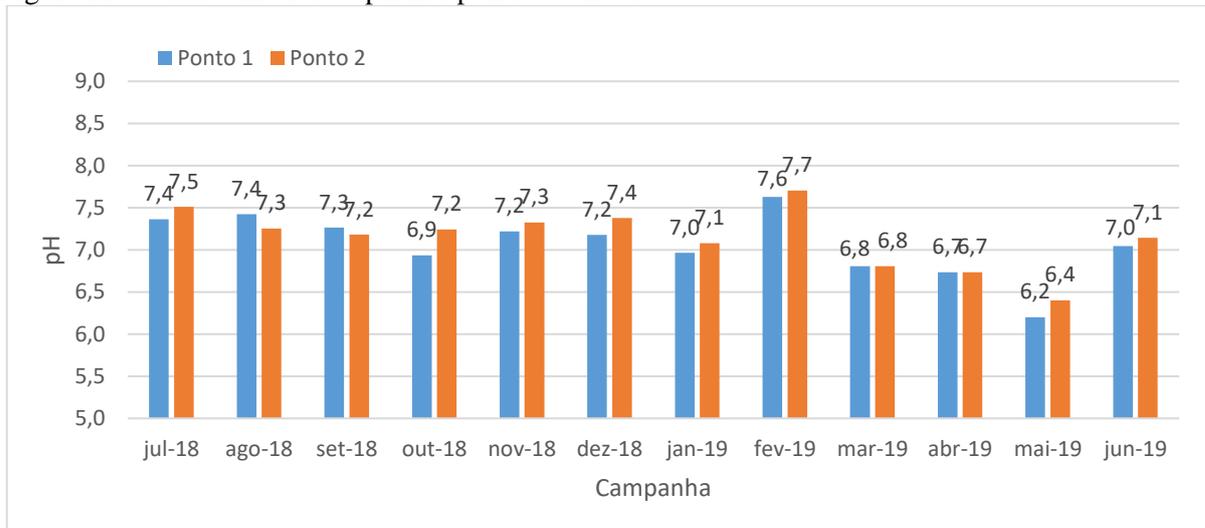


Fonte: O Autor (2019).

Como apresentado na Figura 12, todos os valores encontrados para pH estão dentro do intervalo entre 6,0 e 9,0 estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005. A campanha do mês de maio ocorreu em um período chuvoso, onde, segundo Vanzela (2010), é comum encontrar baixos valores de pH devido ao carreamento de sólidos, dentre eles a matéria orgânica que, através da oxidação por microrganismos aeróbicos e liberação de gás carbônico, leva ao aumento da concentração de ácido carbônico, reduzindo o pH da água, concordando também com os resultados encontrados por Pontes et al. (2012).

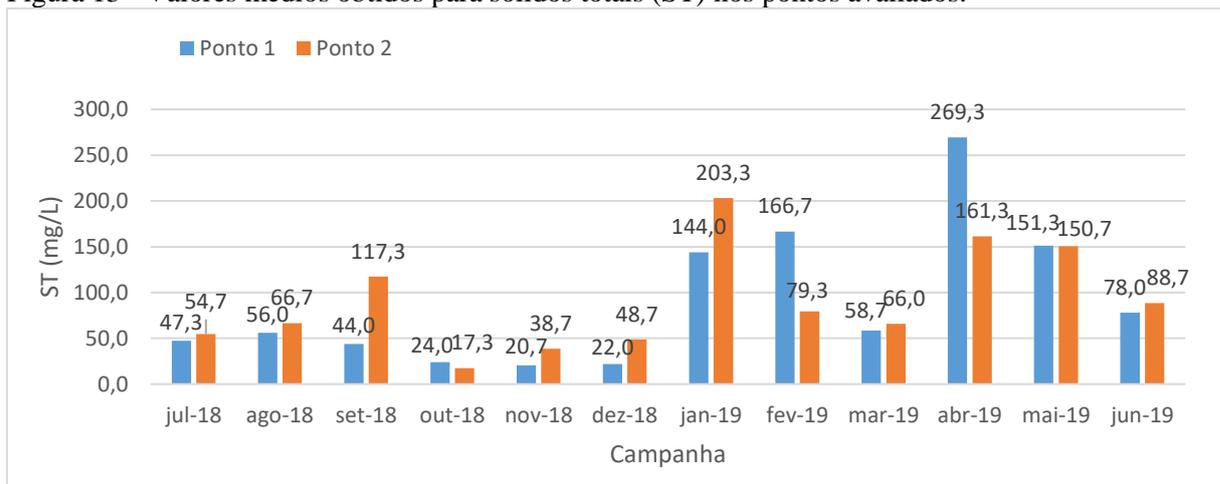
A Resolução CONAMA 357/05 determina o limite de 500 mg/L para sólidos totais dissolvidos (STD) para todas as classes de uso. Com base nesse valor, se concluiu que os valores avaliados para sólidos totais (ST) encontram-se dentro dos limites estabelecidos (Figura 13). Os altos valores apresentados em abril e maio, podem ser atribuídos à altas precipitações ocorridas no período.

Figura 12 - Valores médios de pH nos pontos avaliados.



Fonte: O Autor (2019).

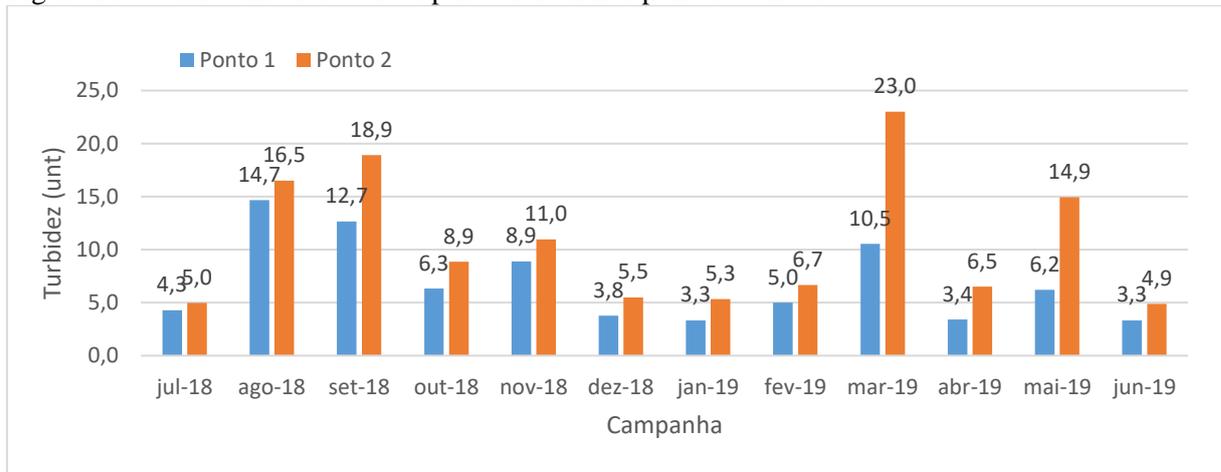
Figura 13 - Valores médios obtidos para sólidos totais (ST) nos pontos avaliados.



Fonte: O Autor (2019).

Para a turbidez (Figura 14), foram observados valores inferiores a 40 UNT em todos os pontos nas campanhas realizadas, ou seja, para este parâmetro, o rio está dentro da faixa padrão para a classe 1, segundo a resolução 357/05 do CONAMA. Os maiores valores encontrados nas análises de turbidez no ponto 2 em todas as análises demonstram que a menor proporção de vegetação nas margens dos corpos d'água nesta área da Microbacia permite um maior aporte de sedimentos no corpo d'água.

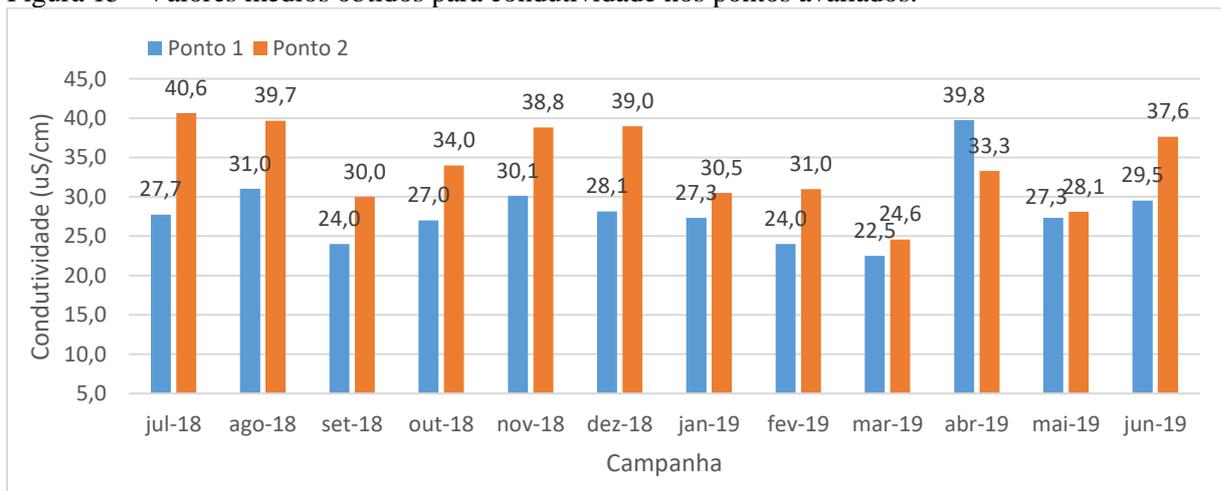
Figura 14 - Valores médios obtidos para turbidez nos pontos avaliados.



Fonte: O Autor (2019).

Como pode-se verificar na Figura 15, a condutividade apresentou valores mais baixos nas amostras do ponto 1, inferiores em sua grande maioria a $30 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Na campanha de abril, o parâmetro apresentou um valor mais alto para este ponto, $39,8 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, podendo estar associado ao período de chuva, assim como outros parâmetros influenciados por tal evento. Quanto ao ponto 2, seus valores, em geral mais altos, podem estar relacionados ao teor de sólidos dissolvidos presentes. Em comparação ao trabalho realizado por Queiroz (2003), estes valores podem ser considerados baixos para condutividade.

Figura 15 - Valores médios obtidos para condutividade nos pontos avaliados.

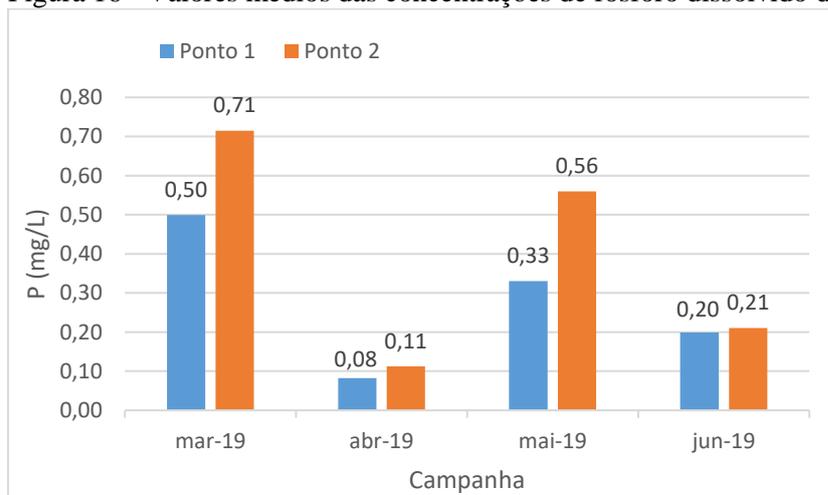


Fonte: O Autor (2019).

A Figura 16 exibe os resultados obtidos das concentrações médias de fósforo dissolvido para cada período. Devido a problemas técnicos ocorridos entre as campanhas de julho de 2018

a fevereiro de 2019, os dados gerados neste período não puderam ser utilizados. Levando em consideração que leituras da concentração de fósforo na forma dissolvida do elemento devem apresentar, naturalmente, valores iguais ou inferiores ao fósforo total (P_T). Os resultados encontrados ultrapassam os limites máximos de P_T para as *classes* de uso 1, 2 ou 3 da resolução CONAMA.

Figura 16 - Valores médios das concentrações de fósforo dissolvido dos pontos avaliados.



Fonte: O Autor.

A Resolução CONAMA 357/05 estabelece valores máximos de 0,10; 0,10 e 0,15 mg.L⁻¹ para classes 1, 2 e 3 respectivamente, em ambientes lóticos. De todas as medidas realizadas, apenas a campanha de abril se enquadrou dentro dos limites estabelecidos pela resolução. As campanhas de março e maio apresentaram os mais altos valores, acompanhando os valores obtidos para turbidez do ponto 2, e sendo inversamente proporcional aos valores de pH. Estas observações evidenciam uma possível relação direta entre a precariedade da presença de mata ciliar e o carreamento superficial de nutrientes e sedimentos por drenagem pluvial, conforme afirmação de Von Sperling (2007). Em estudo realizado, Pontes et al. (2012) também relata a obtenção de valores maiores para fósforo em período chuvoso. Cabe destacar o potencial de eutrofização deste nutriente em corpos de água (CUNHA et al., 2013)

Ressalta-se que a fonte de fósforo para a água desta microbacia pode ser originária da fertilização fosfatada usada na agricultura na “área de influência 1”. As médias de concentração de fósforo, classificariam as águas do desta microbacia como *classe* 4 de uso para água doce, conforme os padrões definidos na Resolução CONAMA 357/2005.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação da evolução nas mudanças do uso da terra na Bacia Hidrográfica do Rio do Meio entre os anos de 2002 e 2018 tornou possível identificar uma constante redução das áreas de florestas naturais (redução de 11%), de pastagens, e os aumentos de áreas com cultivo de pinus e eucalipto (aumento de 88%), com agricultura (aumento de 23%) e com edificação (aumento de 76%).

Através da aplicação de Sistemas de Informações Geográficas e do que foi possível observar nas campanhas de amostragem, caracterizou-se a situação das áreas de preservação permanente na microbacia hidrográfica, observando-se divergências entre informações geradas a partir de imagens aéreas e observações em campo, tais como as estruturas vegetais que formam as APPs. Na “área de influência 1” observou-se aproximadamente 13% de aumento de áreas florestais, no entanto, em torno de 40% destas áreas são ocupadas por pinus. Já na área 2, 27% de aumento de florestas foi observado, com 18% dessa área florestal ocupada por floresta plantada (pinus e eucalipto).

As campanhas mensais forneceram dados representativos para uma avaliação inicial da qualidade da água do curso principal do rio do Meio, cuja principal constatação é a influência do uso da terra predominante e da preservação das APPs. As águas do rio podem ser classificadas como de classe 1 se considerados os valores médios obtidos neste estudo para os parâmetros OD, turbidez, DBO e pH. Ao considerar a presença do fósforo nos meses avaliados, as águas passam a ser de classe 4.

Após caracterização do uso da terra nas áreas de influência da Microbacia e nos trechos de APP, sobrepondo-se aos resultados obtidos para os parâmetros de qualidade da água, especialmente no que diz respeito ao carreamento de sedimentos e nutrientes, os resultados apontam para a necessidade da preservação da APP de corpos d’água. O uso do solo para a agricultura juntamente com a ausência de vegetação ciliar na “área de influência 2” contribuiu para a deterioração da qualidade da água do ponto 2, se comparado com o ponto 1.

REFERÊNCIAS

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **NBR 10004: Resíduos Sólidos – Classificação**. 71p, 2004.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **NBR. 12614. Águas: Determinação da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) Método de Incubação (20°C, cinco dias)**. Rio de Janeiro, 1992.

ANA, Agência Nacional de Águas. Programa nacional de avaliação da qualidade das águas. 2012. Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/Estrutura/PNQA.aspx>>. Acesso em: 1 jun. 2019.

ANA, Agência Nacional de Águas. Índice de qualidades das águas. 2009. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx#_ftn1>. Acesso em: 18 abr. 2019.

ALMEIDA, M. A. B.; SCHWARZBOLD, A. Avaliação sazonal da qualidade das águas do Arroio da Cria Montenegro, RS com aplicação de um índice de qualidade de água (IQA). **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 8, n. 1, p. 81-97, jan./mar. 2003.

ALVES, M. A. S. **Caracterização ambiental das nascentes em Área de Preservação Permanente, voltada à conservação da Microbacia do córrego Quineira, em Chapada dos Guimarães – MT, Cuiabá**. 2015. 78 f. Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal do Mato Grosso (Dissertação de Mestrado).

APHA (American Public Health Association). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20. Ed. 2005.

ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V. Qualidade da água de Microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, estado de São Paulo. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, n. 56, p. 125-134, 1999.

BARCELLOS, C. M.; ROCHA, M.; RODRIGUES, L. S.; COSTA, C. C.; OLIVEIRA, P. R.; SILVA, I. J. et al. Avaliação da qualidade da água e percepção higiênico-sanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil: 1999-2000. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 9, p. 1967-1978, set., 2006.

BATISTA, J. S. **Etapas do processo produtivo da empresa Berneck S.A. Painéis e Serrados**. 2014. 54 f. Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Catarina. Campus Curitibanos (Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação).

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 20 de 18 de junho de 1986. Estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. (Revogada pela Resolução CONAMA nº 357, de 17.03.2005, DOU 18.03.2005).

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA Resolução nº 357 - 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. Brasília: MMA, 2005.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de janeiro de 2012. Código Florestal Brasileiro. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

BURROUGH, P. A. **Principles of geographical information systems for land resources assessment**. New York: Oxford University Press, n. 12, 1986. 194p. (Monographs on Soil and Resources Survey).

CÂMARA, G.; ORTIZ, M. J. Aplicações ambientais e cadastrais: uma visão geral. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1998. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/geopro/trabalhos/analise.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2019.

CAMPOS, K. B. G. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos de quatro córregos na região de Caarapó-MS. 2011. 39 f. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Federal da Grande Dourados (Dissertação de Mestrado).

CARVALHO, A. R.; SCHLITTLER, F. H. M.; TORNISIELO, V. L. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. **Química Nova**, São Paulo, v. 23, n. 5, 2000.

CAZELLA, A. A.; BÚRIGO, F. L. O Desenvolvimento territorial no Planalto Catarinense: o difícil caminho da intersectoriedade. **Revista Extensão Rural**, n. 9, jan.-jun., 2006.

CORADI, P. C.; FIA, R., PEREIRA-RAMIREZ, O. Avaliação da qualidade da água superficial dos cursos de água do município de Pelotas-RS, Brasil. **Ambi-Água**, Taubaté, v. 4, n. 2, p. 46-56, 2009. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/html/928/92811747005/>>. Acesso em: 17 abr. 2019.

COSTA, T. C. C., SOUZA, M. G., BRITES, R. S. Delimitação e caracterização de áreas de preservação permanente por meio de um Sistema de Informações Geográficas (SIG). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 20, n. 1, p. 129-135, 1996.

CUNHA, D. G. F.; CALIJURI, M. C.; LAMPARELLI, M. C.; MANEGON JÚNIOR, N. Resolução CONAMA 357/2005: análise espacial e temporal de não conformidades em rios e reservatórios do estado de São Paulo de acordo com seus enquadramentos (2005–2009). 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v18n2/a08v18n2.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2019.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602p.

FAUSTINO, J. **Planificación y gestión de manejo de cuencas**. Turrialba: CATIE, 1996. 90p.

FERNANDES, M. D.; OLIVEIRA, G. H. G.; NOBRE, B. A..2012. Sensoriamento remoto e SIG aplicado no uso e ocupação do solo na Bacia do Rio São Lambertino no norte de Minas Gerais. II Colóquio Cidade e Região: Urbanidades e Ruralidades Contemporâneas, Montes Claros/MG, 2012.

FRANCISCO, C. N.; GUIMARÃES, L. M.; SILVA, L. P.; VIEIRA, L. P. L. Estudo dirigido em SIG: sistemas de informação geográfica e geoprocessamento. 2. Ed. Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, 2007.

FRANCO, M. C. Verificação da qualidade de corpos hídricos na área urbanizada de Jataí (GO). 2012. 94 f. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Goiás, Campus de Jataí, Jataí (Dissertação de Mestrado).

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades: estimativas populacionais para os municípios e para as unidades da Federação brasileira. 2016. Disponível em: <https://downloads.ibge.gov.br/downloads_estatisticas.htm?caminho=/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2002/>. Acesso em: 17 jun. 2019.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades: população estimada. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1º de julho de 2018. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 15 fev. 2019.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Monitoramento da cobertura e uso da terra do Brasil: 2000, 2010, 2012 e 2014. Rio de Janeiro, 2017.

JOUANNEAU, S.; RECOULES, L.; DURAND, M. J.; BOUKABACHE, A.; PICOT, V.; PRIMAULT, Y.; LAKEL, A. et al. Methods for assessing biochemical oxygen demand (BOD): a review, **Water Research**, v. 4, p. 62–82, 2014.

MALUTTA S.; KOBAYAMA M.; FUERST, L. Análise da qualidade de água dos principais rios do município de Rio Negrinho (SC). **Ambiência**, Guarapuava, v. 9, n. 1, p. 173-186, 2012.

MANSOR, M. T. C. **Potencial de poluição de águas superficiais por fontes não pontuais de fósforo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Pinhal, Limeira - SP**. 2005. 318 f. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas (Tese de Doutorado).

MAUHS, J. **Fitosociologia e regeneração natural de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista exposto a perturbações antrópicas**. 2002. Programa de Pós-Graduação em Diversidade e Manejo de vida silvestre, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo (Dissertação de Mestrado).

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v. 3, p. 33-38, 2002.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; ALMEIDA, R. J.; MELLO, J. M.; GAVILANES, M. L. Estrutura fitossociológica e variáveis ambientais em um trecho da mata ciliar do córrego dos Vilas Boas, Reserva Biológica do Poço Bonito, Lavras (MG). **Revista Brasileira de Botânica**, n. 17, p. 67-85, 1994.

NAIME, R.; FAGUNDES, R. S. Controle da qualidade da água do Arroio Portão, RS. **Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, v. 32, n. 1, p. 27-35, jun. 2005. Disponível em: <<https://www.seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/19535>>. Acesso em: 24 jun. 2019.

PANDOLFO, C.; BRAGA, H. J.; SILVA JÚNIOR, V. P.; MASSIGNAM, A. M.; PEREIRA, E. S.; THOMÉ, V. M. R. et al. **Atlas climatológico do estado de Santa Catarina**. Florianópolis: EPAGRI, 2002.

PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H. de F.; PEREIRA, C. M. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 67p.

PINTO, L. V. A.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; FERREIRA, E. Estudos das nascentes da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, n. 65, p. 197-206, jun., 2004.

PINTO, L. V. A.; ROMA, T. N.; BALIEIRO, K. R. C. Avaliação qualitativa da água de nascentes com diferentes usos do solo em seu entorno. **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 3, p. 495-505, set., 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-77602012000300018&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 28 jun. 2019.

POLETO, C.; CARVALHO, S. L.; MATSUMOTO, T. Avaliação da qualidade da água de uma microbacia hidrográfica no município de Ilha Solteira (SP). **Holos Environment**, v. 10, p. 95-110, 2010.

PONTES, P. P.; MARQUES, A. R.; MARQUES, G. F. Efeito do uso e ocupação do solo na qualidade da água na Micro-bacia do córrego Banguelo, Contagem. **Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 7, n. 3, p. 183-194, dec., 2012. Disponível em: <<http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/view/962>>. Acesso em: 28 jun. 2019.

QUEIROZ, A. M. **Caracterização limnológica do lagamar do Cauípe: planície costeira do município de Caucaia - CE**. 2003. 204 f. Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza (Dissertação de Mestrado).

SANTA CATARINA. Conselho Estadual de Recursos Hídricos, Resolução nº001/2008. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água de Santa Catarina e dá outras providências. Disponível em: <www.aguas.sc.gov.br>. Acesso em: 5 jun. 2019.

SANTA CATARINA. Lei nº 14.675, de 13 de janeiro de 2009. Código Estadual do Meio Ambiente. Florianópolis. SC.

SDS, Secretaria do Desenvolvimento Econômico Sustentável. Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos. 2019. Disponível em: <<http://www.aguas.sc.gov.br/instrumentos/ferramentas-de-gestao/monitoramento-instrumentos#prettyPhoto>>. Acesso em: 5 jun. 2019.

SDR, Secretaria de Estado de Desenvolvimento Regional. Caracterização regional. 2003. Disponível em: <<http://cepa.epagri.sc.gov.br/Publicacoes/diagnostico/CURITIBANOS.pdf>>. Acesso em: 18 mai. 2019.

SIMINSKI, A.; FANTINI, M, A.C.; REIS, M. S. Classificação da vegetação secundária em estágios de regeneração da Mata Atlântica em Santa Catarina. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 3, p. 369-378, 2013.

SOUZA, J. M.; MARASCHIN, F.; CARRIAO, S. L.; ANTUNES, E. N.; PINTO, E. S. P. **Sistema de mapas para a web do Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina**. EPAGRI/CIRAM, 2012. Disponível em: <<http://www.iff.sc.gov.br/>>. Acesso em: 28 jun. 2019.

STRECK, E. V. **Educação ambiental para a conservação e recuperação do meio ambiente**. Porto Alegre: EMATER/R; BAESA, 2007. 28p.

TERCINI, J. R. B. **Modelagem da qualidade da água integrando rio e reservatório**. 2014. 116 f. Programa de Pós-Graduação em Ciências, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo (Dissertação de Mestrado).

TUCCI, C. E. M. Drenagem urbana e controle de inundações. **Ciências da Terra e Meio Ambiente**. São Leopoldo, 1999.

TUNDISI, J. G. O Futuro dos Recursos: Recursos Hídricos. **MultiCiência: Revista Interdisciplinar dos Centros e Núcleos da UNICAMP**, São Carlos, v. 1, p. 1 – 15, 2003.

TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 7-16, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200002&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 28 jun. 2019.

VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; FRANCO, R. A. M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do córrego Três Barras, Marinópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, n. 14, p. 55-64, 2010.

VALENTE, J. P. S.; PADILHA, P. M.; SILVA, A. M. M. Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés/Botucatu - SP. **Eclética Química**, São Paulo, v. 22, p. 49-66, 1997. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-46701997000100005&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 17 abr. 2019.

VIEIRA, M. G. E. D. Notas sobre a formação sócio-espacial do planalto catarinense. In: Geografia da Região Sul: sociedade e natureza, 2000.

VON SPERLING, M. **Estudos de modelagem da qualidade da água de rios**. Belo Horizonte: UFMG, v. 7, 2007. 452 p.