

Neste trabalho apresenta-se uma análise espaço temporal detalhada da dinâmica do uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do rio Desquite, no município de Otacílio Costa, região serrana do Estado de Santa Catarina, entre os anos de 1976 e 2016. Partindo da classificação de imagens de satélite Landsat foi analisada a evolução da ocupação territorial e a comparação dos usos e legislação ambiental pertinente às Áreas de Preservação Permanente. Constatou-se uma redução progressiva das áreas de vegetação nativa e o avanço principalmente das áreas destinadas à silvicultura, inclusive no entorno de cursos d'água. A evolução da alteração do uso do solo aconteceu de forma acelerada principalmente nos períodos entre 1976 e 2006. Como resultado da análise de conflitos de uso em APPs, os resultados mostraram que 55,9% das faixas marginais de cursos d'água estão ocupadas com classes diversas da mata nativa. Ao medir a extensão do impacto ambiental do uso e ocupação do solo na qualidade de água na bacia hidrográfica do rio Desquite, utilizando a resolução CONAMA nº 357/05, os valores de OD, amônia, fósforo e fenol, além dos metais Cd e Cr foram os mais influenciados, ao longo do curso do rio, isto devido a variação das condições de ocupação do solo, pois no trecho final estudado acontece um maior lançamento de dejetos no curso do rio e na primeira parte da bacia, por ser ambiente rural, as interferências são mais difusas e permitem aos meios a autodepuração. O rio Desquite enquadrou-se na Classe IV

Orientador: Valter Antônio Becegato

Coorientador: Gilmar Conte

LAGES, 2017

ANO
2017



ADRIANA BERLANDA | QUALIDADE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DESQUITE EM OTACILIO COSTA/SC

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**QUALIDADE AMBIENTAL DA
BACIA HIDROGRÁFICA DO
RIO DESQUITE EM
OTACILIO COSTA/SC**

ADRIANA BERLANDA

LAGES, 2017

ADRIANA BERLANDA

**QUALIDADE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DESQUITE EM
OTACILIO COSTA/SC**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências Ambientais**.

Orientador: Prof. Dr. Valter Antônio Becegato

Coorientador: Prof. Dr. Gilmar Conte

Lages, SC

2017

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica elaborada pelo(a) autor(a), com auxílio do programa de geração automática da Biblioteca Setorial do CAV/UDESC

Berlanda, Adriana

QUALIDADE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DESQUITE EM OTACÍLIO COSTA/SC / Adriana Berlanda. - Lages , 2017.

105 p.

Orientador: Valter Antonio Becegato

Co-orientador: Gilmar Conte

Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Lages, 2017.

1. Bacia hidrográfica. 2. Uso e ocupação da terra. 3. Sensoriamento remoto. 4. Recursos hídricos. 5. Ordenamento jurídico. I. Becegato, Valter Antonio . II. Conte, Gilmar. , .III. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. IV. Título.

ADRIANA BERLANDA

QUALIDADE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DESQUITE EM OTACILIO COSTA/SC

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, linha de Pesquisa Monitoramento, Gestão e Controle Ambiental da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências Ambientais**.

Aprovado em 31 de julho de 2017:

Valter Antonio Becegato, Dr. (UDESC)
(Presidente/Orientador)

Indianara Fernanda Barcarolli, Dr. (UDESC)
(Examinadora interna)



João Batista Pereira Cabral, Dr. (UFG)
(Examinador externo)

Lages, SC

2017

“Mergulha a hóstia de luz
No sangue do campo santo,
Estende lua teu manto
No orvalho da plenitude,
Onde a reza nasce rude
Ajoelhada em campo e luz,
E eu benzo o sinal da cruz
Com água benta de açude.”

Lisandro Amaral, 2005

AGRADECIMENTOS

Às Universidades do Estado de Santa Catarina e do Planalto Catarinense, pelo apoio e parceria no desenvolvimento acadêmico.

À Fundação de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica do Estado de Santa Catarina (FAPESC), pelo auxílio financeiro. Agradeço ao projeto "Avaliação de metais pesados em afluentes do rio Canoas em área urbana de recarga do aquífero" (Fapesc2015TR1069), vinculado ao Projeto Rede Guarani/Serra Geral com apoio da ANA/CNPq/CAIXA/FAPESC.

Aos Programas de Pós-Graduação em Ciências Ambiental da UDESC e de Pós-Graduação em Ambiente e Saúde da UNIPLAC, por oportunizar a execução deste trabalho de pesquisa.

Aos professores Valter Antônio Becegato e Gilmar Conte, por aceitarem esta orientação.

Aos professores do PPGCAMB Alexandre Tadeu Paulino, Flávio José Simioni, Indianara Fernanda Barcarolli, Leonardo Josoe Biffi e Valdeci José Costa e aos professores do PPGAS Ana Emilia Siegloch e Tássio Dresch Rech pelo apoio e auxílio precioso nas dificuldades.

Aos amigos e colegas Camila, Carol, Eder, Junior, Lais, Nayara e William por todo o auxílio prestado e pelos bons momentos vividos. E mais a Fabi, Andressa e Vitor. Ficará sempre o carinho e a admiração.

Em especial a minha família, Patricia, Gustavo, Margarida, Guilherme e Nina Berlanda, Joaquina, Antonio Cesar, Alessandra, Manoela e Bebê Arruda.

E agradeço a meus alunos por me tornarem professora.

“A água, esse líquido universal submetido às leis do inconsciente, sugere um líquido orgânico. A água extraordinária, a água que surpreende o viajante, as aventuras que querem geográficas. Se ela é matéria fundamental para o inconsciente, então deve comandar a terra. É o sangue da Terra. A vida da Terra. É a água que vai arrastar toda a paisagem para o seu próprio destino.”
(Bachelard, 1998)

RESUMO

Estudos relacionados à caracterização temporal do uso e ocupação da terra são indispensáveis para a definição de políticas públicas de ordenamento territorial, permitindo compreender a dinâmica de ocupação dos territórios e como esta afeta os recursos hídricos de uma bacia hidrográfica. A demanda por água é crescente, e a manutenção de sua qualidade nos mananciais é um desafio devido ao avanço da urbanização para as áreas vizinhas e áreas de recarga dos mananciais, além de intervenções nos ambientes naturais para atividades econômicas. Neste trabalho apresenta-se uma análise espaço temporal detalhada da dinâmica do uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do rio Desquite, no município de Otacílio Costa, região serrana do Estado de Santa Catarina, entre os anos de 1976 e 2016. Partindo da classificação de imagens de satélite Landsat foi analisada a evolução da ocupação territorial e a comparação dos usos e enquadramento na legislação ambiental pertinente às Áreas de Preservação Permanente. Constatou-se uma redução progressiva das áreas de vegetação nativa e o avanço principalmente das áreas destinadas à silvicultura, inclusive no entorno dos cursos d'água. A evolução da alteração do uso do solo aconteceu de forma acelerada principalmente nos períodos entre 1976 e 2006. Como resultado da análise de conflitos de uso em APPs, os resultados mostraram que 55,9% das faixas marginais dos cursos d'água estão ocupadas com classes diversas da mata nativa. Faz-se importante a avaliação dos impactos ambientais nestes espaços, de forma a buscar dados importantes sobre o ambiente da bacia hidrográfica e nortear ações efetivas para melhor manter e aproveitar os recursos naturais. Ao medir a extensão do impacto ambiental do uso e ocupação do solo na qualidade de água na bacia hidrográfica do rio Desquite, tendo como ordenamento jurídico a resolução CONAMA nº 357/05, cujos valores de oxigênio dissolvido, amônia, fósforo e fenol, além dos metais cádmio e cromo foram os mais influenciados pelas atividades antrópicas ao longo do curso do rio, devido aos diferentes usos e ocupação do solo, face no trecho final do referido curso d'água ocorrer maior lançamento de dejetos no corpo hídrico; e na primeira parte da bacia, por ser ambiente rural, as interferências são mais difusas e permitem aos meios a autodepuração. O rio Desquite enquadrou-se na Classe IV, pois, as variáveis oxigênio dissolvido e fenol total apresentaram médias conformes com esta classificação. Porém, a média das leituras para fósforo ficou bem acima do máximo admitido nesta classe. A análise correlacional de Pearson auxiliou na compreensão e identificação das interações entre os parâmetros físico-químicos, ratificando os resultados encontrados e sua relação com o processo de uso do solo (urbanização).

Palavras-chave: bacia hidrográfica; uso e ocupação do solo; sensoriamento remoto; recursos hídricos; ordenamento jurídico.

ABSTRACT

Studies related to the temporal characterization of land use and occupation are indispensable for defining public policies of territorial ordering, allowing to understand the dynamics of the occupation territories and how this affects the water resources of a river basin. The demand for water is increasing and the maintenance of its quality in the springs is a challenge due to the advance of the urbanization to the neighboring areas and areas of recharge of the springs, besides interventions in the natural environments for economic activities. This work shows a detailed spatiotemporal analysis of the dynamics of land use and occupation in the Desquite river catchment, in the municipality of Otacílio Costa, state of Santa Catarina, from the years of 1976 to 2016. From the classification of Landsat satellite images, the evolution of the territorial occupation and the comparison of uses and the environmental laws regarding the Areas of Permanent Preservation. A progressive reduction of the areas of native vegetation was noticed, as well as an increase of areas destined to silviculture, including around watercourses. The evolution of the alteration of land use happened rapidly, especially in the periods between 1976 and 2006. As a result of the analysis of conflicts of use in APPs, the results showed that 55,9% of the strips around water courses are occupied with diverse classes of native vegetation. It is important to evaluate the environmental impacts in these spaces, in order to seek important data on the environment of the river basin and guide effective actions to better maintain and take advantage of natural resources. When measuring the extent of the environmental impact of land use and occupation on water quality in the river Desquite watershed, having CONAMA Resolution n. 357/05 as legal order its values of DO, ammonia, phosphorus, phenol, Cd and Cr were the most influenced by the anthropic activities along the course of the river, due to the different soil uses and occupation. In its final stretch there is a greater discharge of manure, and in the first part of the basin, a rural environment, the interferences are more diffuse, allowing it to self-purify. The River Desquite was classified as Class IV, since DO and total phenol presented averages under the limits of the referred class. However, the average measurements for phosphorus were well above the maximum allowed in this class. Statistical tests showed that seasonality, location and interaction between the two factors have a significant influence on pH, conductivity and total dissolved solids. Temperature and OD are not influenced by the location factor. Pearson's correlation analysis helped to understand and identify interactions between physicochemical parameters, ratifying the results found and their relation with the land use process (urbanization).

Keywords: watershed; Use and occupation of the soil; remote sensing; water resources; legal order.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Desquite, SC.....	27
Figura 2. Classes de solo e distribuição espacial na bacia.....	28
Figura 3. Mapa de declividade de acordo com EMBRAPA (1979).....	29
Figura 4. Dinâmica do uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do rio Desquite.....	31
Figura 5. Evolução do uso do solo na bacia hidrográfica do rio Desquite referente aos anos: 1976 (A), 1986 (B), 1996 (C), 2006 (D) e 2016 (E).....	32
Figura 6. Exemplos dos tipos de uso e ocupação que ocorrem nas APPs da bacia hidrográfica do rio Desquite.....	33
Figura 7. Uso do solo das Áreas de Preservação Permanente na bacia hidrográfica do rio Desquite.....	34
Figura 8. Pressão antrópica sobre o rio Desquite.	36
Figura 9. Espacialização dos pontos amostrais.	49
Figura 10. Análises com sonda multiparâmetros e Laboratório de Rotina / UDESC – CAV..	52
Figura 11. Valores das temperaturas referentes às quatro estações do ano ao longo da bacia hidrográfica do rio Desquite.	55
Figura 12. Pontos 5(a) e 11(b), com maior e menor temperatura, respectivamente.....	55
Figura 13. Valores de Oxigênio Dissolvido referentes as quatro estações do ano ao longo da bacia hidrográfica do rio Desquite.....	57
Figura 14. Pontos 4(a) e 7(b), com maior e menor leitura de OD, respectivamente.	57
Figura 15. Valores de pH referentes às quatro estações do ano ao longo da bacia hidrográfica do rio Desquite.....	59
Figura 16. Pontos 6(a) e 15(b), com menor e maior leitura de pH, respectivamente.	59
Figura 17. Valores de condutividade referentes às quatro estações do ano ao longo da bacia hidrográfica do rio Desquite.	61
Figura 18. Pontos 1(a) e 23(b-outono e c-verão), com menor e maior leitura de condutividade, respectivamente.	61
Figura 19. Valores de STD referentes às quatro estações do ano ao longo da bacia hidrográfica do rio Desquite.	63
Figura 20. Resultados da Amônia relativa aos 11 pontos amostrados.	64
Figura 21. Resultados do Fósforo total nos 11 pontos amostrados.	66
Figura 22. Resultados da DQO relativa aos 11 pontos amostrados.....	67
Figura 23. Resultados obtidos de Fenóis totais nos 11 pontos amostrados.....	69
Figura 24. Pontos 24(a), 25(b) e 26(c), despejo direto de efluentes no corpo hídrico.	71
Quadro 1. Metodologias das análises.	51
Quadro 2. Valores estabelecidos para as variáveis: temperatura, pH, oxigênio dissolvido (OD), condutividade, sólidos dissolvidos totais (STD), amônia, fósforo total, demanda química de oxigênio (DQO), fenóis totais e os metais chumbo (Pb), níquel (Ni), cobre (Cu), cádmio (Cd) e cromo (Cr).	53
Quadro 3. Valores estabelecidos pela Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde para qualidade de água potável.....	53
Quadro 4. Enquadramento dos valores médios, obtidos a cada estação climáticas, comparativamente aos padrões estabelecidos em: Resolução CONAMA 357/05, *CONAMA 430/11, **VON SPERLING, 2007 e Portaria 2.914/2011 do MS.	72

Quadro 5. Enquadramento dos valores médios comparativamente aos padrões estabelecidos
em: Resolução CONAMA 357/05, *CONAMA 430/11, **VON SPERLING, 2007 e
Portaria 2.914/2011 do MS..... 73

Tabela 1. Metadados das imagens obtidas dos satélites Landsat.	23
Tabela 2. Níveis de aceitação de κ	25
Tabela 3. Classes de solo, textura e distribuição espacial na bacia.	28
Tabela 4. Classificação da declividade determinada pela EMBRAPA (1979).	29
Tabela 5. Principais usos do solo em Km ² e % relativa	30
Tabela 6. Usos do solo nas APPs das faixas marginais dos cursos d'água e nascentes.....	34
Tabela 7. Estatística descritiva referente à Temperatura.	56
Tabela 8. Estatística descritiva referente ao Oxigênio dissolvido.	57
Tabela 9. Estatística descritiva referente ao pH.	60
Tabela 10. Estatística descritiva referente a Condutividade elétrica.	62
Tabela 11. Estatística descritiva referente aos Sólidos totais dissolvidos.	63
Tabela 12. Estatística descritiva para o parâmetro Nitrogênio amoniacal.	64
Tabela 13. Estatística descritiva referente ao Fósforo total.....	66
Tabela 14. Estatística descritiva referente à Demanda Química de Oxigênio.....	68
Tabela 15. Estatística descritiva referente aos Fenóis totais.	69
Tabela 16. Resultados dos metais pesados (cádmio e cromo) dos 11 pontos amostrados nas águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Desquite.	70
Tabela 17. Estatística descritiva referente ao Cádmio.....	70
Tabela 18. Teste comparativo de médias (<i>t de student</i>).	75
Tabela 19. Correlação de Pearson entre os parâmetros analisados.	75
Tabela 20. Dados amostrais referentes ao pH	98
Tabela 21. Dados amostrais referentes ao Oxigênio dissolvido.....	99
Tabela 22. Dados amostrais referentes à Condutividade elétrica.....	100
Tabela 23. Dados amostrais referentes aos Sólidos totais dissolvidos.....	101
Tabela 24. Dados amostrais referentes à Temperatura.....	103
Tabela 25. Fenol, Fósforo, DQO e Amônia	104

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

%	Porcentagem
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Al	Alumínio
APHA	American public health association
APP	Área de Preservação Permanente
BH	Bacia hidrográfica
Ca	Solo Carbonático
CAV	Centro de Ciências Agroveterinárias-Lages
Cd	Cádmio
CE	Condutividade elétrica
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
Cfb	Classificação climática de Köppen-Geiger
Cl	Cloro
Cód.	Código
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
Cr	Cromo
Cu	Cobre
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPA-IRIS	Environmental Protection Agency - Integrated Risk Information System
EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural
Fe	Ferro
H	Hidrogênio
H_2PO_4^-	Diidrogenofosfato
HPO_4^{2-} ,	Hidrogenofosfato
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IET	Índice de estado trófico
IQA	Índice de qualidade de água
LD	Limite de detecção
LIC	Limite inferior de controle
LSC	Limite superior de controle
MDE	Modelo digital de elevação
MDF	Medium-density fiberboard
MDT	Modelo Digital do Terreno
MG	Minas gerais
MS	Ministério da saúde

MSS	Multispectral scanner system
NBR	Norma brasileira
Ni	Níquel
nº	Número
OD	Oxigênio dissolvido
OLI/TIRS	Operational Land Imager / Thermal Infrared Sensor
ORP	Oxidation reduction potential
PA	Para
Pb	Chumbo
PH	Potencial hidrogênico
PIB	Produto interno bruto
PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos
PO ₄ ³⁻	Fosfato
PPGAS	Programa de Pós Graduação em Ambiente e Saúde
PPGCAMB	Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais
Ra	Solo reductáquico
RH4	Região hidrográfica 4
RS	Rio Grande do Sul
SC	Santa Catarina
SDS	Secretaria de Desenvolvimento Econômico e Sustentável
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SIG	Sistemas de Informações Geográficas
SINPDEC	Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil
STD	Sólidos totais dissolvidos
TM	Mapeador temático
UDESC	Universidade do Estado de Santa Catarina
UPS	Unidade Portátil de Segurança
US - ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry / Estados Unidos da América
USGS	Serviços Geológicos dos Estados Unidos
UTM	Universal Transversa de Mercator
Zn	Zinco

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	13
1.1 OBJETIVOS	18
1.1.1 <i>Objetivo Geral</i>	18
1.1.2 <i>Objetivos específicos</i>	18
2 DINÂMICA DA ALTERAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL E USO DO SOLO COM SUPORTE DE GEOTECNOLOGIA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DESQUITE – SC	19
2.1 RESUMO.....	19
2.2 INTRODUÇÃO.....	21
2.3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	23
2.3.1 <i>Métodos</i>	23
2.3.2 <i>Dados e caracterização da área de estudo</i>	25
2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
2.5 CONCLUSÃO.....	36
3 AVALIAÇÃO TEMPORAL E ESPACIAL DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DESQUITE – SC	37
3.1 RESUMO.....	37
3.2 INTRODUÇÃO.....	39
3.3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	48
3.3.1 <i>Caracterização dos Pontos de Amostragem</i>	48
3.3.2 <i>Métodos</i>	50
3.3.3 <i>Padrões de enquadramento e qualidade da água</i>	52
3.3.4 <i>Ferramentas de Interpretação dos resultados</i>	54
3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
3.4.1 <i>Parâmetros obtidos com sonda multiparâmetros</i>	54
3.4.2 <i>Parâmetros medidos em laboratório</i>	63
3.4.3 <i>Enquadramento das águas da bacia hidrográfica</i>	72
3.4.4 <i>Análise das médias</i>	74
3.4.5 <i>Análise de Correlação dos Parâmetros</i>	75
3.5 CONCLUSÃO.....	77
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
ANEXO A – REVISTA RA'EGA: SUBMISSÃO	94
APÊNDICE A – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS	95
APÊNDICE B – DADOS AMOSTRAIS	98

1 INTRODUÇÃO GERAL

Como componente essencial ao nosso corpo a água é imprescindível, além de ser requerida em abundância e qualidade. A humanidade sempre delegou à água inúmeros papéis, desde a primeira parceria temos lançado olhares instrumentais e práticos sobre ela, ao longo dos séculos os homens desenvolveram técnicas cada vez mais sofisticadas para controlar cursos fluviais e armazenar seu conteúdo. A estabilização do abastecimento de água mantém-se como preocupação fundamental da sociedade humana, é chave de segurança para a maioria das nações na redução do risco de inundações, aumento da segurança alimentar, e redirecionamento do escoamento a partir de áreas ricas em água para áreas com falta do recurso e continuam a ser um grande desafio para a infraestrutura de engenharia, o manejo da bacia hidrográfica envolve a utilização adequada dos recursos de terra, água, floresta e solo (SHARMA, 2015; VÖRÖSMARTY & SAHAGIAN, 2000).

“A necessidade de conservação dos mananciais, a sua utilização racional e a garantia de acesso à água, aliado às preocupações acerca dos impactos ambientais ocasionados pela atual forma como ocorre o uso e ocupação do solo, são aspectos importantes na gestão de bacias hidrográficas com vistas ao bem-estar de todos, preservação do meio ambiente e resolução dos conflitos relacionados à questão hídrica” (AMARAL, 2012).

A maior parte dos recursos hídricos disponíveis nos dias atuais está sujeito a processos de degradação, devido aos múltiplos usos antropogênicos, é realidade comum o lançamento de esgotos sanitários não tratados, à disposição inadequada de resíduos sólidos, nas mediações de cursos d’água ou em locais sem infraestrutura adequada (LIBÂNIO, 2005; PINHEIRO, 2015).

Bacias hidrográficas fornecem às sociedades humanas muitos bens e serviços, tais como água potável, conservação da biodiversidade, controle da erosão e sequestro de carbono. O valor destes bens e serviços raramente é expresso em termos monetários. O problema social fundamental de gestão de bacias hidrográficas é que, por vezes, distribui benefícios e custos de forma desigual, tornando-se uma fonte provável de conflito entre os moradores a montante e a jusante. Práticas de gestão de bacias hidrográficas devem, portanto, ser aplicadas de uma forma que se resolva problemas de solo, degradação da água, e ao mesmo tempo, ser social e politicamente aceitáveis e economicamente viáveis. Isto significa dizer que a gestão dos recursos hídricos, com vistas a garantir o suprimento de água em quantidade e qualidade suficientes para atender às necessidades da sociedade, deve ser conduzida de forma sistêmica,

considerando as interações entre as intervenções humanas e o meio natural no âmbito das bacias hidrográficas (BLACKSTOCK, 2012; SCHUBART, 2000).

A degradação de uma bacia pode ter várias formas: esgotamento dos recursos hídricos, erosão e deposição do solo, empobrecimento da cobertura vegetal, e danos em infraestrutura. O escoamento superficial, a erosão e deposição do solo, com consequente perda e transferência, são causas para o esgotamento dos recursos hídricos e redução da produtividade na agricultura. Outras ações que podem ocasionar alterações nas características do ambiente, além do desmatamento para expansão de terras para a agricultura, são as queimadas periódicas e a falta de técnicas de manejo adequadas, uso intensivo da terra, compactação, impermeabilização, aplicação de fertilizantes, salinização, entre outros (SANTIAGO, 2015).

À medida que a ocupação antrópica em bacias hidrográficas aumenta, a degradação proveniente de efluentes domésticos e industriais e deflúvio, o deflúvio superficial urbano e agrícola resultam, além da crescente e deliberada contaminação das águas, em processos de eutrofização com perda e alteração da biota aquática e de margens, e como consequência afetará diretamente ou indiretamente a saúde humana. Os processos de degradação das bacias hidrográficas, predominantemente induzidos pelo homem na engenharia da água, o uso do solo e as atividades produtivas, modificam a dinâmica natural e comprometem os atributos e a quantidade desse recurso, pois têm relação direta com a deterioração do comportamento hidrológico dos sistemas fluviais que reduzem a saúde de terra e água, causando um fluxo dos recursos hídricos, que integram a bacia hidrográfica, de inferior qualidade e quantidade (AGLANU, 2014; ARAÚJO et al., 2010; FARIA, 2012; MERTEN et al., 2002).

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída pela Lei 9.433/97, ao incorporar o princípio do aproveitamento múltiplo e integrado dos recursos hídricos, afirma a opção brasileira por um modelo de gestão de águas que contemple simultaneamente aspectos quantitativos e qualitativos (LIBÂNIO, 2005).

O Plano Nacional de Recursos Hídricos entende que um dos maiores desafios da gestão de recursos hídricos são os esforços conjuntos a serem empreendidos para a recuperação da qualidade das águas, em vista das questões ambientais, de saúde pública e de qualidade de vida. O atendimento às demandas de água requer o conhecimento das condicionantes para a utilização sustentável dos recursos hídricos, organizando o uso do território em conformidade com sua capacidade de suporte. As áreas com restrições à ocupação, devem ser consideradas no planejamento e no ordenamento territorial das bacias hidrográficas, em articulação com as políticas setoriais, particularmente a política agrícola e de uso e ocupação do solo, objetivando a melhoria das disponibilidades hídricas, superficiais e

subterrâneas, em qualidade e em quantidade, a redução dos conflitos reais e potenciais de uso da água, bem como dos eventos hidrológicos críticos e a percepção da conservação da água como valor socioambiental relevante (PNRH, 2006).

O presente estudo propôs investigar a bacia hidrográfica do rio Desquite em Otacílio Costa/SC. A bacia é contribuinte da margem direita da bacia hidrográfica do rio Canoas, em contexto internacional, pertencente à bacia hidrográfica do rio Paraná. A escolha deu-se em virtude de seu uso para abastecimento de água potável à população urbana daquele município. Objetivou-se avaliar a qualidade das águas, considerando características físicas, usos e ocupação do solo e os possíveis impactos antrópicos existentes. O conhecimento do sistema geoambiental, associado ao estudo dos processos dinâmicos, possibilita elaborar um diagnóstico da suscetibilidade de uma área à erosão, consequentemente, podem ser propostas medidas que visem a solução ou a mitigação dos problemas ambientais (CARVALHO et al., 2014).

A Resolução nº 001, art. 1º, do CONAMA, de 23/1/86, define o impacto ambiental como “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde; a segurança e o bem estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e/ou a qualidade dos recursos ambientais”.

Para tal avaliação é necessário observar o ordenamento jurídico de leis e políticas que regulamentam os critérios de qualidade do meio e das águas. Estes instrumentos legais têm por objetivo fornecer uma base para o desenvolvimento de ações que, se propriamente implementadas junto à população, garantirão a segurança do fornecimento de água e disponibilidade futura (D'ÁGUILA, 2000). Pode-se elencar, como segue, alguns dispositivos jurídicos relacionados à temática ambiental:

- Lei Federal nº 6.938: O tema principal da Política Nacional de Meio Ambiente está na preservação, melhoramento e recuperação do meio ambiente, além da educação ambiental em todas as áreas (BRASIL, 1981).
- Lei Federal nº 9.433: A “Lei das Águas” institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. A água é considerada um bem de domínio público e um recurso natural limitado, dotado de valor econômico. O instrumento legal prevê, ainda, que a gestão dos recursos hídricos deve proporcionar os usos múltiplos das águas, de forma descentralizada e participativa, contando com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades (BRASIL, 1997).

- Lei Federal nº 9.605: A “Lei de Crimes Ambientais” dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, a quem, de qualquer forma, concorra para a prática dos crimes previstos, na medida de sua culpabilidade (BRASIL, 1998).
- Lei Federal nº 11.445: A Lei Federal do Saneamento Básico aborda o conjunto de serviços de abastecimento público de água potável, coleta, tratamento e disposição final adequada dos esgotos sanitários, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, além da limpeza urbana e o manejo dos resíduos sólidos. Ela é o marco regulatório para o setor de saneamento no Brasil e contém os princípios da universalização do acesso, da integralidade e intersetorialidade das ações e da participação social. A Lei institui e orienta a elaboração dos planos municipais de saneamento básico (BRASIL, 2007).
- Lei Federal nº 12.651: O novo Código Florestal Brasileiro, alterado pela Lei nº 12.727/2012, estabelece normas sobre proteção da vegetação, estabelece as áreas de Preservação Permanente e de Reserva Legal, institui que as vegetações nativas são bens de interesse público e impõe limites aos direitos de propriedade. Objetivando o desenvolvimento sustentável impõe como princípio, entre outros, o princípio de compromisso com a preservação das florestas e demais formas de vegetação nativa, da biodiversidade, do solo, dos recursos hídricos e da integridade do sistema climático e o princípio da responsabilidade comum da União, Estados, Distrito Federal e Municípios, em colaboração com a sociedade civil, na criação de políticas para a preservação e restauração da vegetação nativa e de suas funções ecológicas e sociais nas áreas urbanas e rurais (BRASIL, 2012).
- Lei Federal nº 12.727: Estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos (BRASIL, 2012).
- Resolução Conama nº 357: Estabelece padrões de lançamento dos efluentes líquidos nos corpos hídricos bem como classifica os mesmos a fim de tomar providências cabíveis (BRASIL, 2005).
- Resolução Conama nº 430: Altera e complementa a resolução nº 357/2005 (BRASIL, 2011).
- Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914: Esta Portaria dispõe sobre os procedimentos de

controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Aplica-se também à água proveniente de sistema e solução alternativa, coletiva ou individual de abastecimento de água. (BRASIL, 2011).

- Lei Municipal nº 2.169: Institui a Política Municipal de Saneamento Básico de Otacílio Costa e o Plano Municipal de Saneamento Básico como instrumento de sua implementação (OTACÍLIO COSTA, 2013).

Otacílio Costa, localizada na região serrana do estado de Santa Catarina, é, dentre os municípios desta região, a única cidade a apresentar crescimento populacional, com cerca de 18.000 habitantes, com crescimento populacional de aproximadamente 20% na última década (IBGE, 2016). Segundo pesquisa do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (Pnud), tem o segundo melhor Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) da região 0,740 (ATLAS BRASIL, 2013), posicionando o município na segunda colocação entre as 18 cidades da Serra Catarinense. O município de Otacílio Costa é conhecido como a capital da madeira, uma vez que o mesmo é anfitrião para indústrias de papel, celulose, MDF e demais produtos derivados da silvicultura, detém mais de 50 mil hectares de florestas plantadas, correspondente, a cerca de, 55% da cobertura de seu território, ou seja, o cultivo de pinus é o “carro-chefe” da economia local, além disso, como em toda a região serrana de Santa Catarina, tem visto aumentar as áreas plantadas de soja (EPAGRI, 2017). A cidade ocupa a 52º maior economia do Estado. Entre 2002 e 2009, O PIB apresentou um crescimento de 91,45% (OTACÍLIO COSTA, 2013).

Da mesma forma como em outras cidades, a ocupação do solo de forma desordenada e, a carência de tratamento de águas servidas, interfere na qualidade da mesma. A degradação ambiental das áreas ribeirinhas compromete a qualidade da água. O Rio Desquite, em seu trecho urbano, passa pela região central do Município e por consequência, sofre os efeitos decorrentes da falta de sistemas de coleta, tratamento e destinação final dos esgotos sanitários. A disposição inadequada de resíduos sólidos ou líquidos, tais como: lançamento em corpos de água e disposição em terrenos acarreta a infiltração de poluentes no solo e consequente poluição de águas subterrâneas. A degradação da qualidade hídrica, deste rio, pode comprometer o abastecimento público do município, e o contato das pessoas com estas águas propicia a proliferação de doenças e afeta a saúde pública.

Essa realidade acarreta situações hidroconflitivas, pois a ocupação indevida e o desenvolvimento desordenado de atividades destinadas à agropecuária e silvicultura além da urbanização, ocasionam perdas qualitativas e quantitativas das características e funcionalidades do corpo hídrico que concorrem com a crescente demanda por abastecimento

público (MEDEIROS, 2014). Com as atividades exercidas no interior da bacia, é natural levantar a hipótese de que pode haver contaminação nas águas da bacia hidrográfica do rio Desquite, tanto pelo acúmulo de resíduos embutidos no meio ambiente, como pelo cultivo de pinus em áreas de proteção permanentes.

Neste sentido, a busca por novos modelos de planejamento e gestão sustentável desta bacia hidrográfica, torna-se urgente e relevante para a população urbana daquele município. Este trabalho representa um esforço no sentido de contribuir com a caracterização ambiental da referida bacia tanto no aspecto de uso e ocupação dos solos ao longo de 40 anos, bem como quantificar a caracterização físico-química daquele corpo hídrico, cujas informações poderão, requerer ações de curto a longo prazo no tocante a gestão ambiental.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo principal foi realizar a avaliação ambiental da bacia hidrográfica do rio Desquite, utilizando-se como instrumento a avaliação quali-quantitativa dos recursos hídricos, acrescentando-se desta forma, novos dados para que o poder público aperfeiçoe sua gestão ao que se refere aos recursos de abastecimento de água do município.

1.1.2 Objetivos específicos

- Caracterizar a bacia hidrográfica e sua rede de drenagem;
- Mapear o uso e ocupação da bacia hidrográfica do rio Desquite, Otacílio Costa – SC ao longo dos anos: 1976, 1986, 1996, 2006 e 2016;
- Determinar a conformidade destes usos com o ordenamento jurídico brasileiro;
- Fazer a caracterização físico-química da água em pontos definidos na extensão da bacia hidrográfica do rio Desquite e
- Analisar a qualidade da água frente aos padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05 e Portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde.

2 DINÂMICA DA ALTERAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL E USO DO SOLO COM SUPORTE DE GEOTECNOLOGIA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DESQUITE – SC.

(Submetido a periódico indexado – ANEXO A)

**DYNAMICS OF THE ALTERATIONS OF VEGETAL COVER AND LAND USE
WITH THE SUPPORT OF GEOTECHNOLOGY IN THE DESQUITE RIVER
WATERSHED - SC**

2.1 RESUMO

Estudos relacionados à caracterização temporal do uso e ocupação do solo são indispensáveis para a definição de políticas públicas de ordenamento territorial, permitindo compreender a dinâmica de ocupação dos territórios e como esta afeta os recursos hídricos de uma bacia hidrográfica. A demanda por água é crescente, e a manutenção de sua qualidade nos mananciais é um desafio devido ao avanço da urbanização para as áreas vizinhas e áreas de recarga dos mananciais, além de intervenções nos ambientes naturais para atividades econômicas. Este trabalho apresenta uma análise espaço temporal detalhada da dinâmica do uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do rio Desquite, no município de Otacílio Costa, região serrana do Estado de Santa Catarina, entre os anos de 1976 e 2016. Partindo da classificação de imagens de satélite Landsat foi analisada a evolução da ocupação territorial e a comparação dos usos e legislação ambiental pertinente às Áreas de Preservação Permanente. Constatou-se uma redução progressiva das áreas de vegetação nativa e o avanço principalmente das áreas destinadas à silvicultura, inclusive no entorno de cursos d'água. A evolução da alteração do uso do solo aconteceu de forma acelerada principalmente nos períodos entre 1976 e 2006. Como resultado da análise de conflitos de uso em APPs, os resultados mostraram que 55,9% das faixas marginais de cursos d'água estão ocupadas com classes diversas da mata nativa.

Palavras-chave: bacia hidrográfica; uso e ocupação do solo; sensoriamento remoto; área de preservação permanente.

ABSTRACT

Studies related to the temporal characterization of land use and occupation are indispensable for defining public policies of territorial ordering, allowing to understand the dynamics of the occupation of territories and how it affects the water resources of a hydrographic basin. The demand for water is increasing and the maintenance of its quality in the springs is a challenge due to the advance of the urbanization to the neighboring areas and areas of recharge of the springs, besides interventions in the natural environments for economic activities. This work shows a detailed spatiotemporal analysis of the dynamics of land use and occupation in the Desquite river catchment, in the municipality of Otacílio Costa, state of Santa Catarina, from the years of 1976 to 2016. From the classification of Landsat satellite images, the evolution of the territorial occupation and the comparison of uses and the environmental laws regarding the Areas of Permanent Preservation. A progressive reduction of the areas of native vegetation was noticed, as well as an increase of areas destined to silviculture, including around watercourses. The evolution of the alteration of land use happened rapidly, especially in the periods between 1976 and 2006. As a result of the analysis of conflicts of use in APPs, the results showed that 55,9% of the strips around water courses are occupied with diverse classes of native vegetation.

Keywords: watershed; land use and occupation; remote sensing; area of permanent preservation.

2.2 INTRODUÇÃO

Conforme estabelece a Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997 (BRASIL, 1997), bacia hidrográfica é a unidade territorial para implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Segundo Barros et al. (2015), a utilização da bacia hidrográfica como unidade de gestão é vantajosa porque neste tipo de instituição há legitimidade já que se baseia no costume de cada região, com forte conhecimento local, além de ser bastante adaptável. Schussel, et al. (2015), diz que a incorporação das variáveis ambientais no planejamento urbano promoveu a inclusão de novas alternativas de gerenciamento e/ou avaliação do uso e ocupação do solo, destacando-se entre elas, a gestão por bacia hidrográfica. Destaca Bevilacqua (2011) que adotar a bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento implica reconhecer que é sobre este recorte espacial que as ações antrópicas e as degradações decorrentes refletem seu efeito.

Os argumentos que fundamentam a adoção de bacia hidrográfica como unidade de gestão é a apropriação do conceito de sistema, em que qualquer mudança provocada em uma das áreas da bacia pode afetar as demais, devido à interconexão dos fluxos de água (LOPES, 2016).

A ocupação do território pode impactar os diversos processos hidrológicos e afetar a disponibilidade de água de uma região. O comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica também é afetado por ações antrópicas, uma vez que, ao intervir no meio natural, o homem acaba interferindo nos processos do ciclo hidrológico (TONELLO, 2005). A demanda por água é crescente, e a manutenção de sua qualidade nos mananciais é um desafio devido ao avanço da urbanização para as áreas vizinhas e áreas de recarga dos mananciais, juntamente com as intervenções nos ambientes naturais para atividades econômicas, a segurança hídrica estende o conceito de disponibilidade não somente às pessoas, mas também aos ecossistemas (MANTOVANI, 2016). Ciente de que os meios não são fontes inesgotáveis de recursos, é condição para um planejamento bem sucedido da conservação e produção de água a caracterização do meio físico da bacia hidrográfica, com o intuito de levantar todas as áreas críticas do ponto de vista da manutenção da água (COSTA, 2007; COUTINHO, 2013; OLIVEIRA, 2015; PINTO & GARCIA, 2005).

O planejamento do uso e ocupação do solo tem grande importância para uma organização satisfatória em bacias, as diretrizes e as leis devem ser estabelecidas de forma conjunta com a legislação de recursos hídricos; para que desta forma, o planejamento de uso e ocupação do solo obtenha normas claras, definindo e mantendo usos, conforme metas situadas

pelo poder público. No entanto, esta integração de gestões, encontra desafios na sua aplicabilidade para atender a todos com equidade, em função dos diferentes interesses em relação à água. Assim, evidencia-se a complexidade de um conceito que não pode apresentar uma única solução para diferentes contextos (WOLKMER et al., 2013).

Nas últimas décadas tem se dado bastante destaque a utilização de sensoriamento remoto no monitoramento e avaliação da dinâmica do uso e ocupação do solo. Isto se deve principalmente as demandas governamentais por informações sobre o uso e ocupação do solo, que impactam diretamente na qualidade ambiental e principalmente em termos de qualidade dos recursos hídricos (XIAO, 2006). A utilização do Sistema de Informações Geográficas cria materiais que podem servir como base em tomadas de decisões pelo Poder Público, assim como auxilia o desenvolvimento de projetos ambientais nas empresas privadas (CARVALHO, 2014).

A análise multitemporal de padrões de mudança no uso e ocupação do solo a partir de dados do satélite Landsat fornecem de forma precisa e econômica informações relevantes para a tomada de decisão em gestão ambiental (YUAN, 2005). Segundo Prina & Monguilhott (2011) o uso de imagens de satélite facilita os estudos de impactos ambientais, pois proporciona o trabalho simultâneo de grandes volumes de dados e a análise de áreas com grandes extensões, além de proporcionar a análise da ação antrópica sobre os recursos naturais.

Com o aumento da disponibilidade das imagens de alta resolução e o avanço de técnicas e ferramentas automáticas capazes de interpretar a massa de dados produzida, essas imagens tendem a ser cada vez mais utilizadas para se extrair informações remotamente da superfície terrestre, como o uso e cobertura do solo, através de métodos de classificação, que reconhecem padrões (CAMPOS, 2013).

Estes levantamentos são considerados importantes ferramentas na construção de indicadores ambientais e para a avaliação da capacidade de suporte ambiental, visto que proporcionam o conhecimento dos diferentes manejos empregados e identificam alternativas que permitem o desenvolvimento sustentável (IBGE, 2013).

Assim, buscou-se no presente estudo, avaliar por intermédio de dados de sensoriamento remoto e geoprocessamento, a evolução do uso e ocupação do solo no decorrer dos últimos 40 anos, do ano de 1976, a cada 10 anos, até os dias atuais (2016), analisando os desdobramentos das ações antrópicas na área total e particularmente nas Áreas de Preservação Permanente da bacia hidrográfica do rio Desquite, região serrana do estado de Santa Catarina. Com isso, objetiva-se fornecer informações que balizem políticas públicas e ações civis

voltadas à preservação e equilíbrio dos sistemas ambientais e quando necessário, sua recuperação.

2.3 MATERIAIS E MÉTODOS

2.3.1 Métodos

As bases digitais utilizadas para a execução deste estudo foram obtidas do aerolevantamento de Santa Catarina realizado pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico e Sustentável deste estado durante o período de 2010 a 2012 (SDS, 2013): Ortofotos geradas a partir de um conjunto de fotografias aéreas, com resolução espacial de 39 cm e escala de 1:10.000; Modelo digital de terreno (MDT) oriundo de restituição aerofotogramétrica, com resolução (pixel) de 0,4m e resolução espacial de 1,0m e Rede hidrográfica consolidada com escala de 1:10.000. Além de mapas temáticos disponibilizados pela EMBRAPA (2004). Os dados foram tratados em software de geoprocessamento e permitiram realizar a delimitação da área, o traçado do perímetro e o realce da rede de drenagem com base em critérios topográficos e hipsométricos. A base cartográfica foi organizada através do Sistema de Coordenadas Geográficas utilizando-se o Datum SIRGAS2000.

Utilizou-se, para a classificação de usos do solo, Imagens Digitais disponibilizadas no catálogo de imagens do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), provenientes dos satélites: Landsat 2, 5 e 8 (Tabela 1). As imagens foram tratadas em softwares de geoprocessamento. “Tais conjuntos de dados multitemporais são indispensável para a compreensão do passado na dinâmica de ocupação do solo e na previsão das implicações futuras das mudanças no fornecimento e gestão dos serviços dos ecossistemas (SEXTON, 2013)”.

Tabela 1. Metadados das imagens obtidas dos satélites Landsat.

Data	Satélite	Sensores	Bandas Espectrais	Resolução Espacial	Resolução Radiométrica
09/11/1976	Landsat 2	MSS	4	80 m	4 bits
23/10/1986	Landsat 5	TM	7	30 m	8 bits
04/01/1996	Landsat 5	TM	7	30 m	8 bits
12/09/2006	Landsat 5	TM	7	30 m	8 bits
02/05/2016	Landsat 8	OLI/TIRS	11	15 m	16 bits

Fonte: Adaptado de USGS.

A preparação do banco de dados consistiu no pré-processamento das imagens com operações de correção atmosférica através do método FLAASH (AHMAD, 2016), sendo que,

para o Landsat 8 foi possível ainda efetuar a fusão entre as imagens multiespectrais e a imagem pancromática, utilizando o método Gram-Schmidt, disponível no ENVI® 5.3, a fim de melhorar a resolução espacial. Tal método apresenta maior acurácia, pois utiliza a função de resposta espectral do sensor para simular a banda pancromática (ENVI, 2015), preservando, portanto, o conteúdo espectral da imagem original e melhorando sua definição de 30 m para 15 m. As imagens de anos inferiores a 2016 não foram fusionadas devido à ausência da imagem pancromática nos satélites anteriores.

A classificação foi executada pelo modo supervisionado na abordagem pixel-a-pixel, que agrupa as regiões por semelhança de pixels nas amostras coletadas e que definem as classes temáticas que podem ser reconhecidas na imagem através de princípios como cor, tonalidade, textura, forma, grupamento, tamanho e sombra (MOHAMMADY, 2015; REIS, 2015).

Devido à resolução e a distribuição espacial dos alvos de interesse nas imagens, o fator espectral ou cor tende a ser mais importante na segmentação do que a forma, em auxílio a identificação observou-se alvos de geometria mais regular, como áreas urbanas, parcelas agrícolas e de reflorestamento, e outros de fronteiras irregulares, como florestas e campos (FRANCISCO, 2012). As amostras de treinamento ou conjunto de pixels representativos para cada classe definem um padrão de comportamento espectral para as feições (BECLEGATO, 2007).

De acordo com as amostras coletadas, o classificador separa e identifica cada classe selecionada e rotula em uma categoria temática. Neste processo, foram escolhidas amostras representativas para as seguintes classes de uso e ocupação do solo: Mata Nativa - área ocupada por floresta nativa, em qualquer estágio de desenvolvimento; Silvicultura - área ocupada por cultivo de espécies de *eucalipto* ou *pinus*; Agricultura - área ocupada por qualquer tipo de cultivo, em período de colheita ou replantio; Campo - área formada por herbáceas, gramíneas e pequenos arbustos esparsos (nativo ou antrópico); Área urbanizada - área ocupada pelos centros dos municípios. A área urbanizada foi recortada através de um polígono, pois a reflexão das ondas eletromagnéticas produz cores visíveis muito semelhantes à agricultura nas imagens de satélite.

O algoritmo classificador foi o *Maximum Likelihood* (MEDDENS, 2013; MOREIRA, 2013), que faz uso de uma função discriminante para atribuir ao pixel a classe com a mais alta probabilidade. Classe média do vetor e matriz de covariância são os principais insumos para a função e pode ser calculada a partir dos pixels de formação de uma classe particular (AHMAD, 2012). Uma técnica discreta multivariada de uso em avaliação de acurácia, o

índice Kappa (κ), representa o acordo perfeito entre as unidades analisadas ($\kappa = 1$), portanto os índices de exatidão dependem da amostragem empregada na geração dos dados de referência (FONSECA, 2013; MEDDENS, 2013; MOREIRA, 2013; OLIVEIRA, 2015; POELKING, 2015; SEXTON, 2013; ZHU, 2012). Os intervalos de aceitação, sugeridos por Congalton e Green (2008), dos resultados do κ , estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Níveis de aceitação de κ

Classificação	Pobre	Razoável	Excelente
Índice Kappa (κ)	$\kappa \leq 0,4$	$0,4 < \kappa \leq 0,8$	$\kappa \geq 0,8$

Fonte: Adaptado de Congalton e Green, 2008.

Em ambiente SIG, foram realizados o mosaico das ortofotos e MDE para delimitação automática da bacia, mapa de declividade, cálculo das áreas dos usos classificados, delimitação das Áreas de Prevenção Permanente (APP) e elaboração de mapas temáticos.

Os usos classificados para a área da bacia foram comparados às APPs, a fim de identificar áreas que estejam em desacordo com o Código Florestal Brasileiro (Lei 12.651/2012). Devido à resolução espacial das imagens de satélite (Tabela 1) e à largura média da rede hidrográfica do rio Desquite (inferior a 10 metros), somente foi possível a comparação entre APP e classes de uso para a imagem do satélite Landsat 8. À imagem classificada de 2016 sobrepõe-se a rede hidrográfica consolidada para comparação das áreas de preservação permanente nas faixas marginais dos cursos d'água. A delimitação das APPs considerou o artigo 4º do Código Florestal Brasileiro que determina a largura mínima de 30m, em zonas rurais e urbanas para estes cursos. O mesmo artigo diz ainda que devem ser reservadas para proteção, áreas com raio de 50m no entorno de nascentes e, encostas com declividade superior a 45º (BRASIL, 2012; CARVALHO, 2014).

O levantamento da situação em que se encontram as áreas de preservação permanente, relativamente ao que dita à legislação, foi feito para os cursos d'água e nascentes, pois a bacia não apresenta áreas relevantes com declividade acima de quarenta e cinco graus.

Realizou-se a validação dos resultados tendo como referência imagens do aplicativo Google Earth, ortofotos disponibilizadas pelo governo do estado de Santa Catarina (SDS, 2013) e fotos georreferenciadas das observações em campo.

2.3.2 Dados e caracterização da área de estudo

A área de estudo, apresentada na Figura 1, está inserida, no contexto internacional, na bacia do rio da Prata e na bacia geológica do rio Paraná, uma bacia intracratônica da

plataforma Sul-Americana distribuída em territórios do Brasil, Paraguai, Argentina e Uruguai, no contexto regional, integra a região hidrográfica do Planalto Lageano ou RH4 e compreende a bacia hidrográfica do rio Desquite, entre as coordenadas de Latitude 27° 25' e 27° 36' S e Longitude 49° 53' e 50° 07' W, no município de Otacílio Costa, região serrana do Estado de Santa Catarina.

Possui 868 m de altitude média, sendo 1.143 m a altitude máxima na porção leste da área de estudo e 825 m na foz. O curso principal tem extensão de 72,44 km e área de drenagem de aproximadamente 248,5 km², apresenta sua porção final em perímetro urbano e tem seu exutório na margem direita do rio Canoas. A importância deste rio deve-se a sua função de abastecimento de água para uma população de aproximadamente 18.000 pessoas (IBGE, 2016), além de causar inundações em sua porção urbana.

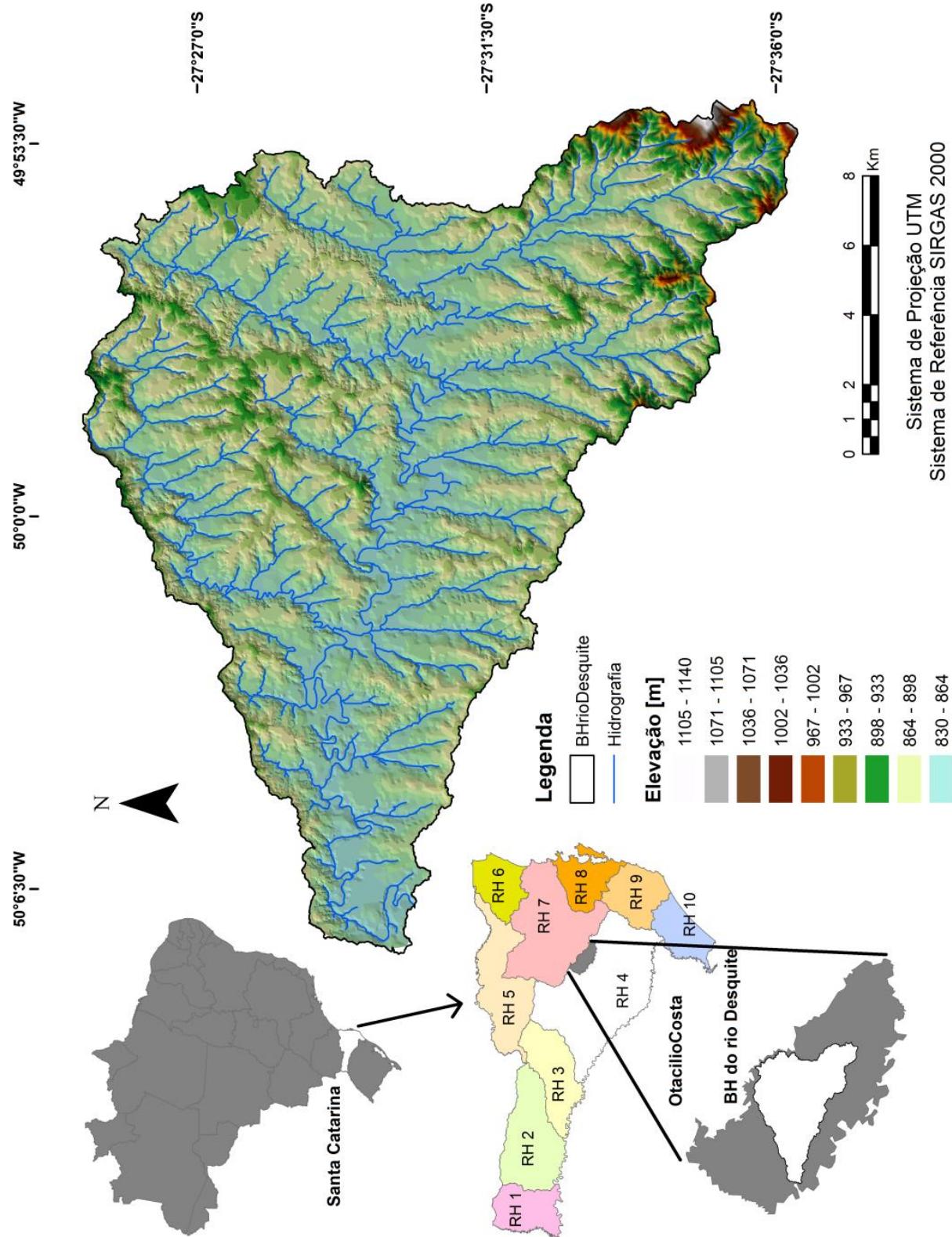
Está situada sobre a formação geológica Serra do Rio do Rastro, pertencente à Supersequência Carbonífera – Eotriássica (Gondwana I), com idade situada no Permiano Superior e dividida nos Membros: Serrinha (porção inferior) - formado predominantemente por siltitos esverdeados e arroxeados, intercalados por argilitos, arenitos e bancos carbonáticos e Morro Pelado (porção superior) - constituído de argilitos e siltitos vermelhos, apresentando intercalações de corpos lenticulares de arenitos finos (CPRM, 2014; MILANI et al., 2007).

Os solos predominantes são (EMBRAPA, 2014):

- *Cambissolo Húmico*, presença do horizonte A superficial húmico, que se caracteriza pela cor escura, rica em matéria orgânica, associado a climas frios de altitude ou clima subtropical do Sul do Brasil. Estes são solos que ocorrem desde rassos a profundos, apresentam cores diversas e muitas vezes são pedregosos, cascalhentos e mesmo rochosos, associados a suítes graníticas e por serem pouco evoluídos apresentam significativos teores de minerais primários facilmente intemperizáveis. O alto teor de silte e a pouca profundidade fazem com que estes solos tenham permeabilidade muito baixa. O maior problema, no entanto, é o risco de erosão. Devido à baixa permeabilidade, sulcos são facilmente formados nestes solos pela enxurrada, mesmo quando eles sejam utilizados com pastagens;
- *Cambissolo Háplico*, identificados normalmente em relevos forte ondulados ou montanhosos, que não apresentam horizonte superficial A Húmico;
- *Neossolo Litólico*, que são solos rasos, onde geralmente a soma dos horizontes sobre a rocha não ultrapassa 50 cm, estando associados normalmente a relevos mais declivosos, em alguns casos estão associados à exposição de rocha.

A Tabela 1 apresenta as classes de solo com sua respectiva textura e a porção de área que ocupam no interior da bacia, sua distribuição pode ser vista na Figura 2.

Figura 1. Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Desquite, SC.

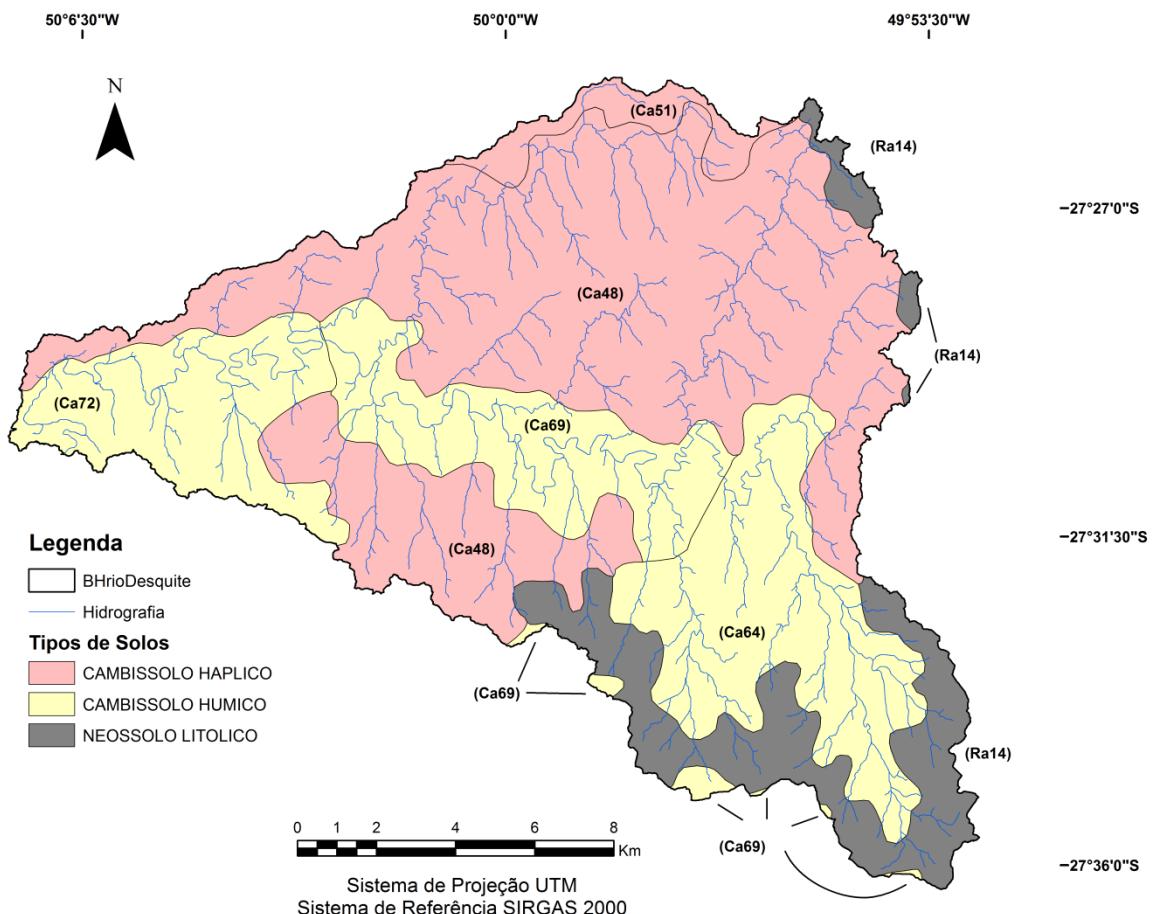


Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Tabela 3. Classes de solo, textura e distribuição espacial na bacia.

Simbologia	Tipos de solos	Textura	Área [km ²]	Área [%]
Ca48	Cambissolo háplico	Argilosa	120,01	48,30
Ca51	Cambissolo háplico	Argilosa	6,56	2,64
Ca62	Cambissolo húmico	Muito argilosa	0,10	0,04
Ca64	Cambissolo húmico	Muito argilosa	38,75	15,60
Ca69	Cambissolo húmico	Argilosa	28,85	11,61
Ca72	Cambissolo húmico	Argilosa	25,17	10,13
Ra14	Neossolo litólico	Media	29,04	11,69
			248,47	100

Fonte: Adaptado de EMBRAPA, 2004; disponível em <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/88186/1/BPD-46-2004-SantaCatarina-.pdf>

Figura 2. Classes de solo e distribuição espacial na bacia.

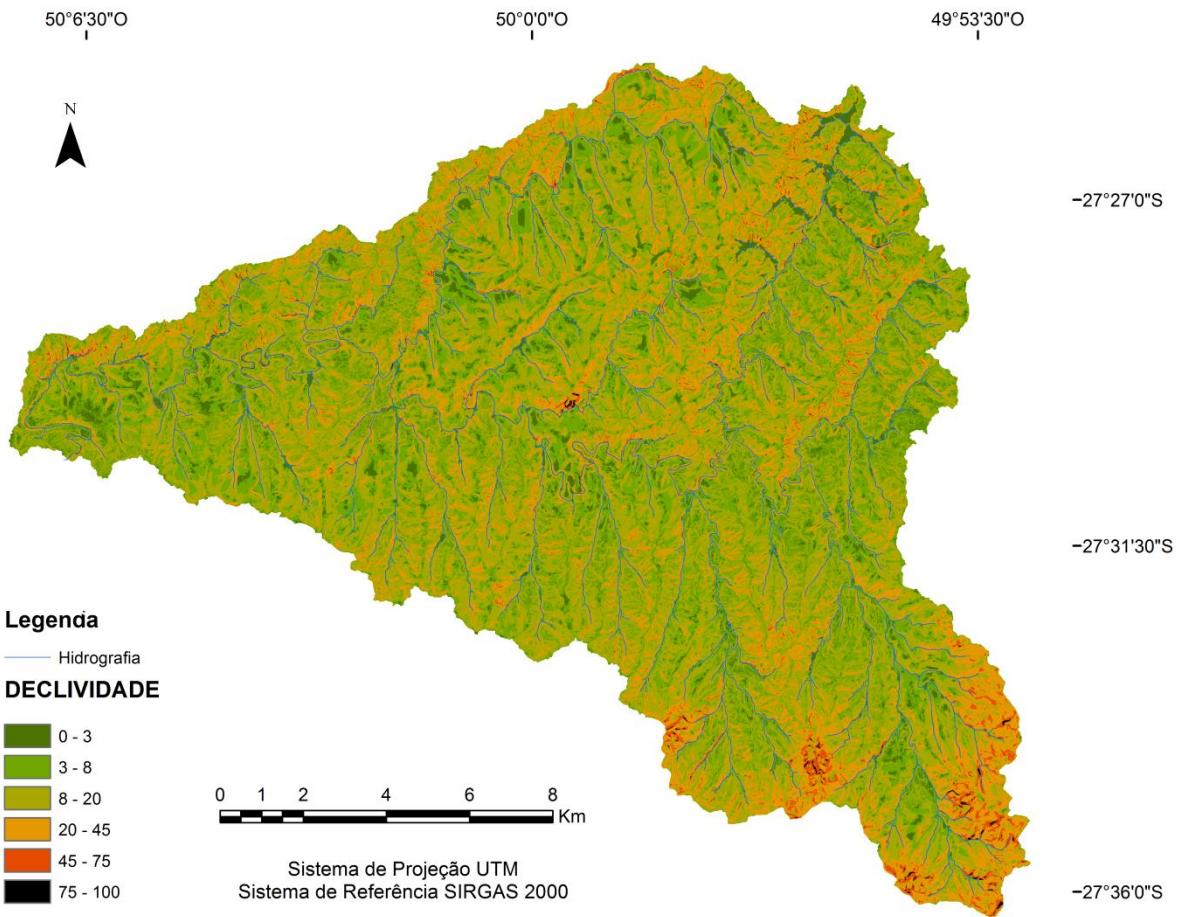
Fonte: Adaptado de EMBRAPA, 2004; disponível em <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/88186/1/BPD-46-2004-SantaCatarina-.pdf>

As formas do relevo, definidas pela declividade (%), seguem a classificação sugerida pela EMBRAPA (1979) (Tabela 4) e apresentam variação, principalmente, entre plano (0-3) e ondulado (8-20) (Figura 2).

Tabela 4. Classificação da declividade determinada pela EMBRAPA (1979).

Declividade (%)	Discriminação	Área (Km ²)	%
0-3	Relevo plano	71,96	28,96%
3-8	Relevo suavemente ondulado	46,09	18,55%
8-20	Relevo ondulado	99,37	39,99%
20-45	Relevo fortemente ondulado	21,06	8,48%
45-75	Relevo montanhoso	8,26	3,32%
>75	Relevo fortemente montanhoso	1,73	0,70%
Total		248,47	100%

Fonte: Adaptado de EMBRAPA, 1979.

Figura 3. Mapa de declividade de acordo com EMBRAPA (1979).

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Segundo a classificação fitogeográfica de Klein (1978), as formações vegetais originalmente dominantes da região eram os Campos e a Floresta Ombrófila Mista, formação Montana (Manual Técnico da Vegetação Brasileira – IBGE, 2012), porém o processo histórico de ocupação de terras no planalto catarinense resultou na fragmentação florestal e em mudanças florísticas e estruturais na vegetação original, principalmente devido a intensa

exploração madeireira e conversão destas áreas para atividades agropecuárias (MENEGATTI et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2016).

Segundo a classificação de Köppen-Geiger, disponível no Atlas Climatológico de Santa Catarina, o clima da região é mesotérmico úmido com verão ameno, Cfb - chuvas uniformemente distribuídas, sem estação seca e a temperatura média do mês mais quente não chega a 22°C. Precipitação de 1.100 a 2.000 mm. Geadas severas e frequentes, num período médio de ocorrência de dez a 25 dias anualmente.

Para a região de Otacílio Costa, a temperatura média anual é de 16 °C e devido à influência do efeito orográfico da Serra Geral, há um alto índice de pluviosidade, a precipitação média anual é de cerca de 1.500 mm, bem distribuída ao longo do ano (EMBRAPA, 2017; PANDOLFO, 2002).

2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo foi realizado em um período de 40 anos, utilizando imagens obtidas a intervalos de dez anos: 1976, 1986, 1996, 2006 e 2016. Foram definidas cinco classes temáticas: agricultura, área urbanizada, campo, mata nativa e silvicultura, cujas áreas de ocupação, dadas em Km² e percentagem relativa, encontram-se na Tabela 5. A classe corpo d'água foi excluída, pois a resolução das imagens, em relação às pequenas dimensões dos cursos, não permite que sejam corretamente identificados.

Os κ obtidos apresentaram valores acima de 0,8, classificação considerada excelente.

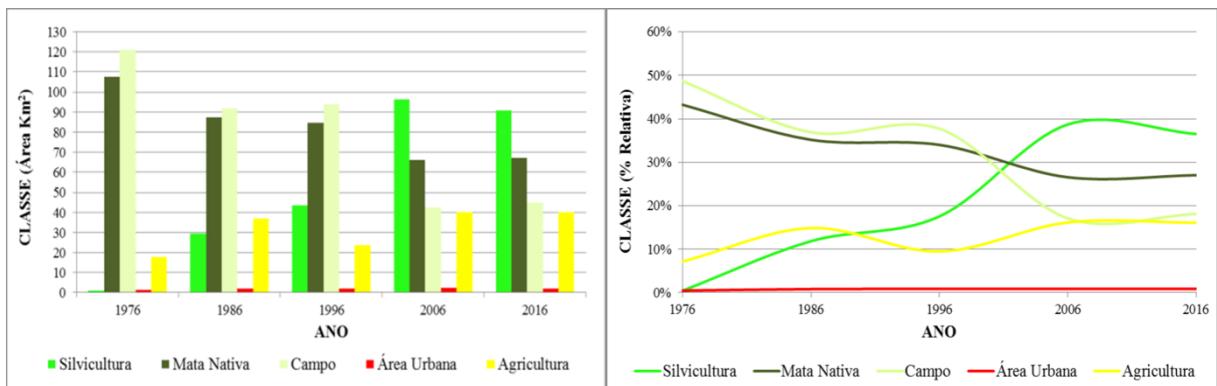
Tabela 5. Principais usos do solo em Km² e % relativa

Ano	Classe (Km² e % relativa)					Índice kappa
	Mata Nativa	Campo	Área Urbanizada	Silvicultura	Agricultura	
1976	107,44	120,95	1,21	1,10	17,77	0,94
	43,24%	48,68%	0,49%	0,44%	7,15%	
1986	87,39	91,69	2,05	29,45	36,96	0,87
	35,17%	36,90%	0,82%	11,85%	14,87%	
1996	84,49	93,70	2,18	43,60	23,58	0,83
	34,01%	37,71%	0,88%	17,55%	9,49%	
2006	65,97	42,46	2,22	96,19	40,16	0,85
	26,55%	17,09%	0,89%	38,71%	16,16%	
2016	67,17	45,01	2,15	90,70	39,98	0,94
	27,03%	18,12%	0,87%	36,50%	16,09%	

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

A Figura 4, expressa em área e percentagem relativa, evidencia as variações, com declínio das classes campo e mata nativa e o aumento da silvicultura e agricultura até 2006; no intervalo seguinte até 2016, a classe silvicultura apresenta leve decréscimo em detrimento a um pequeno acréscimo para a mata nativa, enquanto a classe agricultura mantém-se estável.

Figura 4. Dinâmica do uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do rio Desquite.

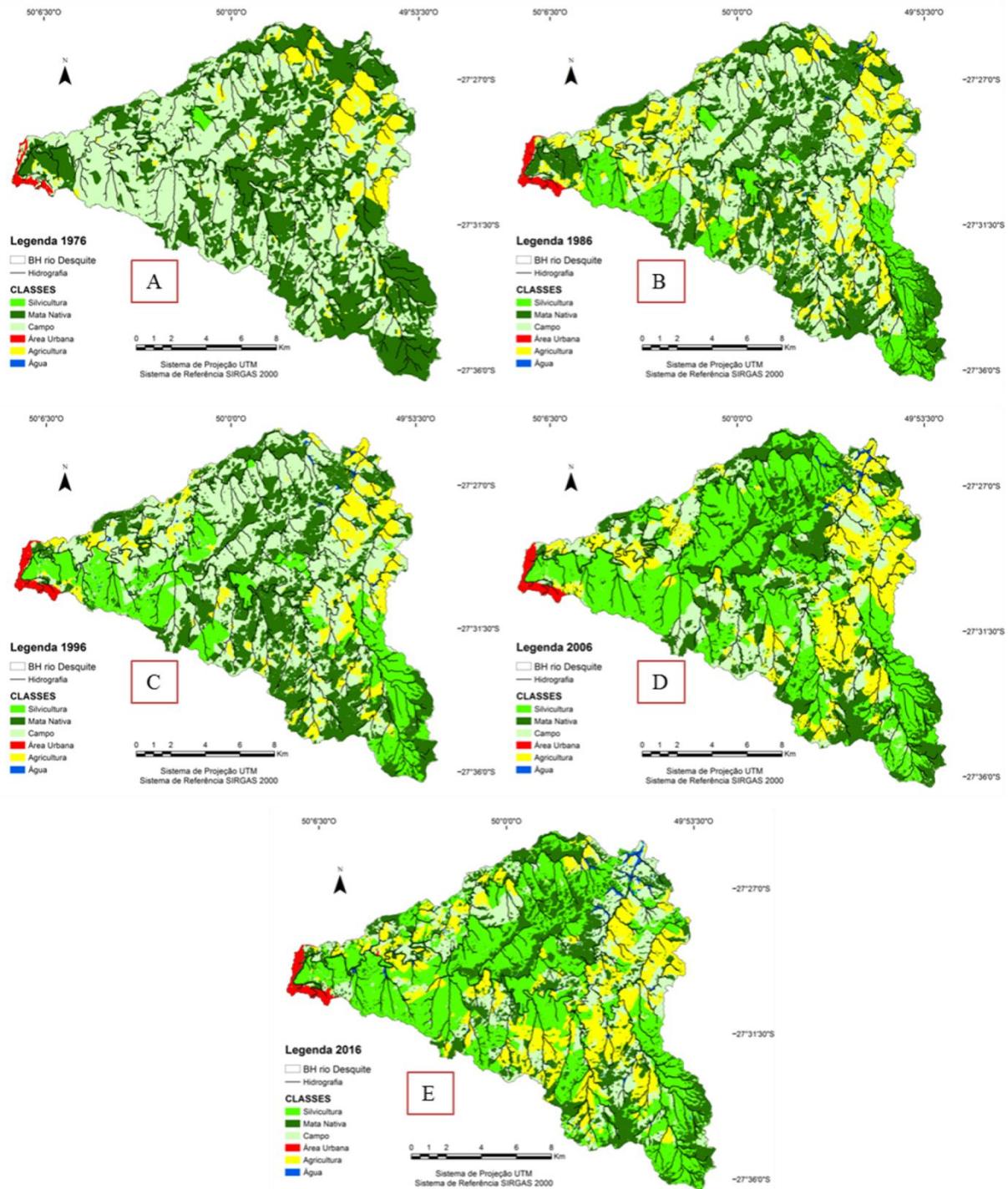


Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

No início do período de análise, no ano de 1976, predominavam, na área, as classes de mata nativa e campos (naturais ou antrópicos), com agricultura inexpressiva, pequena área urbana e a silvicultura em estágio inicial, pois às concessões de incentivos fiscais a empreendimentos comerciais na área florestal e a instalação de indústria papeleira ocorreram na década anterior. Após um período de dez anos, a silvicultura teve um crescimento para cerca de 29,45% da área total, passando a ocupar áreas antes classificadas como campos e mata nativa. Resultado similar é encontrado por Sfredo & Tagliani (2016) ao estudar as modificações ambientais no entorno da cidade de Rio Grande – RS. Principalmente nas áreas de campos, o reflorestamento desenvolveu-se a uma taxa crescente até o ano de 2006, aceleradamente nos períodos entre 1976 até 2006, com uma taxa de 8226% de crescimento, atingindo um total de 38,71% da área total da bacia em 2006. Na década entre 2006 e 2016, a taxa foi de leve decrescimento (2,21%), associado provavelmente ao enquadramento das áreas de APPs inseridas nestas florestas e também à crise econômica no setor florestal em 2008 que levou alguns proprietários rurais a voltar para as atividades agropecuárias. A crise financeira e econômica mundial de 2008 e 2009 iniciou nos Estados Unidos e afetou a maioria dos setores econômicos de vários países reduzindo as atividades econômicas. A demanda por produtos de madeira foi afetada, devido principalmente, a redução dos investimentos em construção civil, exigindo um ajuste da cadeia produtiva florestal (CAMARA SETORIAL DE SILVICULTURA, 2009; TOMASELLI, 2012).

A visualização da evolução espacial do uso e ocupação do solo da bacia, ao longo de 40 anos é apresentada na Figura 5.

Figura 5. Evolução do uso do solo na bacia hidrográfica do rio Desquite referente aos anos: 1976 (A), 1986 (B), 1996 (C), 2006 (D) e 2016 (E).



Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

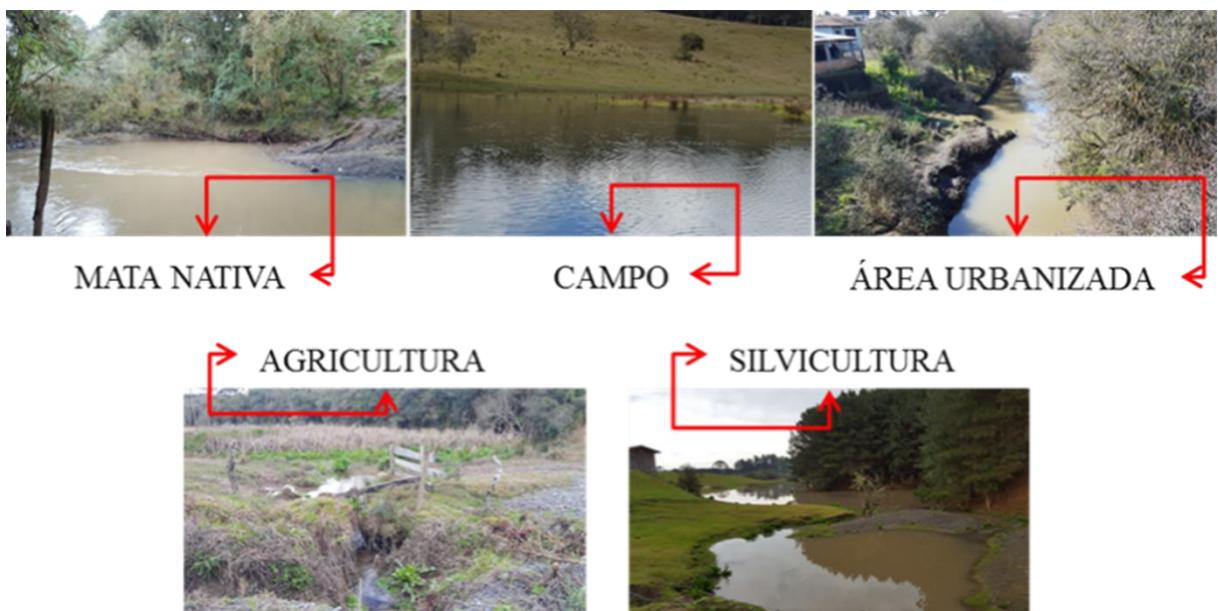
As áreas correspondentes à mata nativa e campos foram alteradas para as áreas de silvicultura, agricultura e urbanizada, com uma taxa de decrescimento constante até o ano de

1996, na década seguinte a taxa de decréscimo acentua, mais notadamente para a classe campo, após 2006 observa-se uma tendência de estabilização. A taxa de crescimento de áreas urbanizadas foi acelerada na primeira década, desacelerando no período seguinte e então estabilizou-se.

A taxa de conversão de mata nativa para outros usos é crescente de 1976 a 2006, com uma taxa maior, no período compreendido entre 1996 e 2006. A partir do ano de 2006, percebe-se uma diminuição nessa taxa, o que pode ser explicado pela atualização do código florestal brasileiro (2012) e maior aplicação e fiscalização desta e das demais leis ambientais.

Foram consideradas áreas de conflito de uso aquelas em que a classe mata nativa, em trechos das margens da malha hidrográfica do rio Desquite, foi substituída pelas classes campo, área urbanizada, silvicultura e agricultura (Figura 6). Áreas de Preservação Permanente são fundamentais para a manutenção da vegetação nativa de determinadas regiões com o objetivo de manter equilibrado o uso do solo, que deve estar coberto pela vegetação original (MOREIRA, et al., 2015; TRABAQUINI et al., 2009).

Figura 6. Exemplos dos tipos de uso e ocupação que ocorrem nas APPs da bacia hidrográfica do rio Desquite.



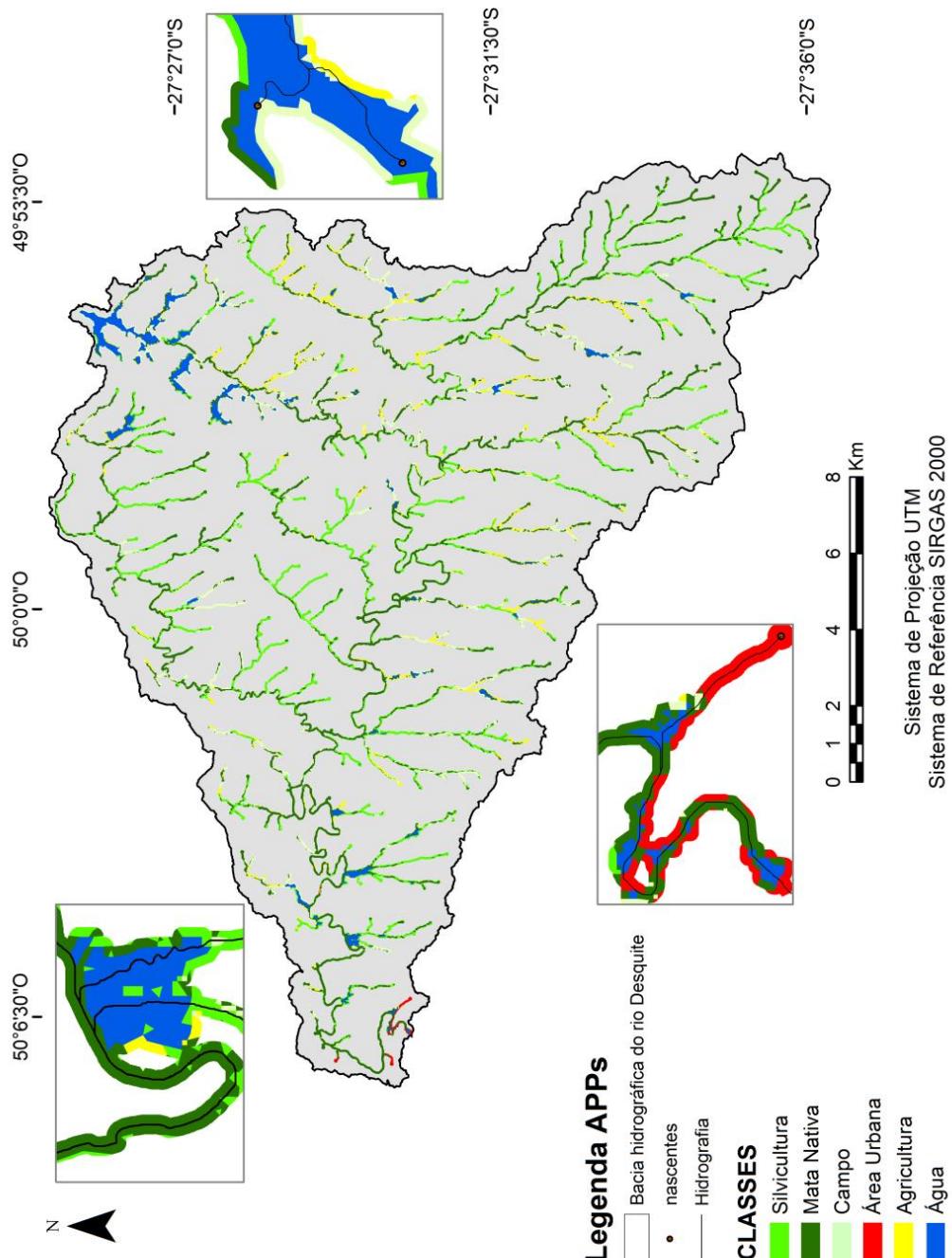
Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

A Tabela 6 e a Figura 7, a seguir, apresentam respectivamente: os resultados quantitativos obtidos para cada uma das classes e o mapa de usos do solo nas APPs.

Tabela 6. Usos do solo nas APPs das faixas marginais dos cursos d'água e nascentes.

Ano	Classe sobre APP [Km ² e % relativa]					Total de APP [Km ²]
	Mata Nativa	Campo	Área Urbanizada	Silvicultura	Agricultura	
2016	10,97	4,24	0,11	7,22	2,33	24,87
	44,10%	17,07%	0,45%	29,03%	9,35%	
Total de conflitos de uso em Áreas de Preservação Permanente:						13,90
						55,90%

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Figura 7. Uso do solo das Áreas de Preservação Permanente na bacia hidrográfica do rio Desquite.

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Como resultado da análise do mapa de uso do solo em APPs, constata-se que da área total de 248,47 Km², são enquadrados como APPs, 24,87 Km² (10,01%), sendo que destas, 13,90 Km² apresentam conflito de uso (Lei n° 12.651/12), ou seja, 55,9% das faixas marginais estão ocupadas com classes diversas da mata nativa.

O uso conflitante por campo explica-se com o desmatamento histórico desta região, além disso, alguns produtores rurais mantêm estas áreas como acessos dos animais ao rio para dessedentação, salientando-se que embora as leis tenham enrijecido quanto às regras de uso e ocupação do solo, o processo de recuperação destas ainda não iniciaram de forma efetiva. Nesse contexto, a utilização das APPs com atividades agropecuárias, pode ser um fator de comprometimento do uso sustentável da água e do solo, principalmente ao se considerar a dependência da agropecuária pela disponibilidade quantitativa e qualitativa destes recursos (COUTINHO, 2013).

A área urbanizada coloca-se menos significante em termos quantitativos, porém é importante observar que a pressão das áreas urbanas, associada à ausência de coleta e tratamento das águas residuárias no município, resulta em despejos diretos nos cursos d'água, ocasionando a degradação do recurso hídrico. Observou-se também o descarte de resíduos sólidos nestas regiões e a proximidade das edificações em relação às APPs tornando-as vulneráveis a ocorrência de enchentes. Na Figura 8, a seguir, exemplifica-se tais situações: em (a) e (b) há canalização pluvial carregada unicamente com efluentes domésticos, em (c) e (d) temos edificações residenciais e comerciais construídas às margens do rio, em (e) resíduos de oficina mecânica na barranca e, em (f), no ponto imediatamente anterior ao ponto de captação de água pela concessionária observa-se além de sacos de lixo a carcaça de um animal morto (em destaque).

Figura 8. Pressão antrópica sobre o rio Desquite.



Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

2.5 CONCLUSÃO

O uso de técnicas de processamento digital de imagens orbitais mostrou-se eficiente na estimativa da dinâmica temporal do uso e ocupação do solo.

Constatou-se uma redução progressiva das áreas de vegetação nativa e o avanço principalmente das áreas destinadas à silvicultura, inclusive no entorno de cursos d'água. A evolução da alteração do uso do solo aconteceu de forma acelerada entre 1976 e 2006.

Como resultado da análise de conflitos de uso em APPs, os resultados mostraram que 55,9% das faixas marginais de cursos d'água estão ocupadas com classes diversas da mata nativa.

Observou-se também o descarte de resíduos nestas regiões e a proximidade das edificações em relação às APPs tornando-as vulneráveis a ocorrência de enchentes.

3 AVALIAÇÃO TEMPORAL E ESPACIAL DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DESQUITE – SC

TEMPORAL AND SPATIAL ASSESSMENT OF SURFACE WATER QUALITY IN THE DESQUITE RIVER WATERSHED - SC

3.1 RESUMO

Segundo Miranda (2009) alterações ocorridas em uma bacia hidrográfica podem ser avaliadas por meio do monitoramento da qualidade da água. Os rios integralizam consequências de diversos fenômenos ocorrentes na bacia e a qualidade de sua água é reflexo do efeito combinado de muitos processos que ocorrem ao longo de seu curso (OLIVEIRA, 2015). Faz-se importante a avaliação dos impactos ambientais nestes espaços, de forma a buscar dados importantes sobre o ambiente da bacia hidrográfica e nortear ações efetivas para melhor manter e aproveitar os recursos naturais e o desenvolvimento econômico. Objetivou-se medir a extensão do impacto ambiental do uso e ocupação do solo na qualidade de água na bacia hidrográfica do rio Desquite, utilizando a resolução CONAMA nº 357/2005: os valores de oxigênio dissolvido, amônia, fósforo e fenol, além dos metais cádmio e cromo foram os mais influenciados, ao longo do curso do rio, isto devido a variação das condições de ocupação do solo, pois no trecho final estudado acontece um maior lançamento de dejetos no curso do rio e na primeira parte da bacia, por ser ambiente rural, as interferências são mais difusas e permitem aos meios a autodepuração. O rio Desquite, ao final de um ano de acompanhamento e campanhas amostrais, enquadrou-se na classe IV da resolução CONAMA nº 357/2005, pois as variáveis, oxigênio dissolvido e fenol total apresentaram médias conformes com esta classificação.

Palavras-chave: bacia hidrográfica; qualidade da água superficial; recursos hídricos; ordenamento jurídico.

ABSTRACT

According to Miranda (2009), changes in a watershed can be evaluated by monitoring water quality. The rivers integrate the consequences of several phenomena occurring in the basin, and the quality of its waters is a reflection of the combined effect of many processes that occur along its course (OLIVEIRA, 2015). It is important to evaluate the environmental impacts in these spaces, in order to seek important data on the watershed environment and guide effective actions to better maintain and take advantage of natural resources and economic development. The objective of this study was to measure the extent of the environmental impact of land use and occupation on water quality in the River Desquite watershed, utilizing the CONAMA Resolution n. 357/05. DO, ammonia, phosphorus and phenol, as well as Cd and Cr were the most influenced parameters along the course of the river, due to the variation of the soil occupation conditions. The fact that in the final section studied there is a greater discharge of manure, more precisely in the course of the river and in its beginning, which are rural areas is also an influence. Regarding this, the interference is more diffuse and allows the waters to self-purify. The Desquite river, at the end of one year of follow-up and sample campaigns, was classified as Class IV of the CONAMA Resolution n. 357/2005, since DO and total phenol presented averages under the limits of the referred class.

Keywords: watershed; surface water quality; water resources; legal order.

3.2 INTRODUÇÃO

O termo água refere-se em geral ao elemento natural, desvinculado de qualquer uso ou utilização. Por sua vez, o termo recurso hídrico é a consideração da água como bem econômico, ou seja, nem toda a água da Terra é, necessariamente, um recurso hídrico (BRANCO, 2006). A água tem fundamental importância para a manutenção da vida no planeta, e, portanto, falar da relevância dos conhecimentos sobre a água, em suas diversas dimensões, é falar da sobrevivência da espécie humana, da conservação e do equilíbrio da biodiversidade e das relações de dependência entre seres vivos e ambientes naturais. (BACCI & PATACA, 2008).

Segundo Miranda (2009), alterações ocorridas em uma bacia hidrográfica podem ser avaliadas por meio do monitoramento da qualidade da água, pois, pelo ciclo hidrológico, as precipitações sobre as vertentes possibilitam o escoamento superficial e subsuperficial das águas, propiciando o transporte de poluentes para a rede de drenagem. Dessa forma, os rios integralizam consequências de diversos fenômenos ocorrentes na bacia e a qualidade de sua água é reflexo do efeito combinado de muitos processos que ocorrem ao longo de seu curso.

A água é o solvente e o reagente químico dos mais diversos processos que ocorrem na superfície terrestre e promove transformações nesta superfície, alterando física e quimicamente as rochas e transportando partículas em suspensão e sais minerais em solução para os fundos de vale, lagos, mares e oceanos. O ciclo hidrológico representa os diversos processos físicos que envolvem a passagem da água da atmosfera para a superfície na forma de precipitação, seu transporte ao longo do solo e do relevo através do escoamento superficial e da infiltração e seu retorno para a atmosfera por meio da evapotranspiração. A ação humana intervém neste processo substituindo a vegetação natural, desviando os cursos d'água, construindo barramentos, drenagens de áreas úmidas e usando os recursos hídricos para diluir efluentes domésticos e industriais, entre outras atividades. (SALATI, 1984; SCHUBART 2000).

De acordo com Tundisi (2003), o suprimento de água doce de boa qualidade é essencial para o desenvolvimento econômico, para a qualidade de vida das populações humanas e para a sustentabilidade dos ciclos dos nutrientes no planeta. Sabe-se que a quantidade de água no planeta é praticamente invariável desde sua origem, entretanto verifica-se um aumento na demanda, uma variação na distribuição deste recurso nos reservatórios naturais e artificiais e a perda de sua qualidade, o que eleva seu custo e aumenta a exclusão social (BARROS, 2008).

A qualidade da água não se trata necessariamente de seu estado de pureza, mas sim de suas características físico-químicas e biológicas, visando as mais diversas utilizações. Quando se realizam análises de água, obtêm-se os parâmetros de qualidade, que são determinados de acordo com as substâncias presentes na mesma. Tais substâncias caracterizam as condições em que a água se encontra, nos mais variados usos. O estudo da qualidade da água surge como um indicativo das condições e dos processos naturais e artificiais quando se visa diagnosticar a vitalidade da bacia, uma vez que esta integra processos geomorfológicos, hidrológicos, biológicos e sócio-econômicos (OKI, 2002).

As diretrizes para a avaliação da qualidade das águas brasileiras são estabelecidas pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente, através da Resolução nº 357/05 que classifica as águas em doces, salobras e salinas segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes. As águas doces são subdivididas em cinco categorias: classe especial, classes 1, 2, 3 e 4. Cada qual é avaliada por parâmetros de qualidade e indicadores específicos.

De acordo com Oliveira Filho et al. (2012) as diversas atividades de uso e ocupação do solo pelo homem alteram os processos biológicos, físicos e químicos dos sistemas naturais e contribuem para a redução da qualidade da água. Isso é verificado pelo grande comprometimento das águas de rios, reservatórios e lagos que vem ocorrendo após a revolução industrial (SILVEIRA & GUANDIQUE, 2006).

A bacia hidrográfica do rio Desquite possui o percurso ladeado por silvicultura em praticamente toda a sua extensão rural. Alguns trabalhos têm demonstrado os efeitos das resinas de *pinus* em parâmetros físico-químicos do solo e das águas e nos organismos destes ambientes. Segundo Rech (2009), os ácidos fenólicos hidrossolúveis liberados das resinas ácidas na casca da planta, nas raízes e no processo de decomposição das acículas, têm efeitos negativos no desenvolvimento de organismos aquáticos e do solo. Por estes compostos serem solúveis em água e altamente móveis, podem atingir com rapidez as fontes de água, causando problemas de toxicidade para espécies aquáticas, bem como gosto e odor desagradáveis em águas de abastecimento público, mesmo quando presentes em baixas concentrações (BARBOSA, 2014). O cultivo de *pinus* contribui para o aumento do pH, condutividade elétrica, turbidez e nitrato e, em bacias hidrográficas com relevo acentuado proporciona maior perda de sedimentos e nutrientes do solo (GUIMARÃES, 2010).

Compostos fenólicos também são encontrados em águas residuárias. Sua concentração a partir de 0,2 mg/L já promove efeito nocivo ao meio ambiente. Ainda deve-se considerar que no tratamento da água para consumo, são utilizados desinfetantes químicos - geralmente soluções cloradas, que devido a sua natureza muito reativa, podem transformar os

contaminantes orgânicos na água bruta, os principais produtos de reação são os clorofenóis, estes produtos são tóxicos e persistentes. Entre as patologias causadas pelo fenol, destaca-se a perda de equilíbrio, a intoxicação das células do sistema nervoso central, a presença de hemorragia interna, a destruição do epitélio lamelar, a inflamação e necrose das brânquias e a degradação do fígado (BRASIL, 1980; WHO, 1993; ZANIN et al., 2014).

Diversos trabalhos foram realizados relacionando a qualidade da água com o uso do solo:

- Farage (2009) avaliou as correlações entre as interações antrópicas e a qualidade da água na Bacia do rio Pomba – MG. Para isso utilizou-se de alguns índices como Índice de Qualidade da Água (IQA), Índice de Estado Trófico (IET), coeficiente de desoxigenação (K_1) e coeficiente de reaeração (K_2). No geral os valores do IQA receberam melhores conceitos nos períodos de estiagem que nos períodos chuvosos.
- Miranda (2009) avaliou em área urbana e período de maior precipitação pluviométrica, no rio Tapajós - PA, estabelecendo a correlação entre os parâmetros físico-químicos e a detecção de metais. Como resultado observou excelentes associações entre estes e o teor de oxigênio dissolvido na água. Aquele corpo hídrico apresentou Al e Fe em não conformidade com a resolução CONAMA nº 357/2005.
- Coelho et al. (2011) encontraram índices de correlação próximos a 0,64 entre o uso do solo em zonas riparias e alguns índices de qualidade, como oxigênio dissolvido, pH, turbidez, sólidos dissolvidos totais e sólidos suspensos totais.
- Pinheiro et al. (2014) relacionou a concentração e as cargas transportadas de algumas substâncias associadas a qualidade da água com o uso do solo na bacia hidrográfica de Duas Mamas-SC e observou que a preservação da mata nativa é fundamental para a manutenção da qualidade da água, já que foi a seção em mata nativa que apresentou melhor qualidade em relação aos parâmetros analisados.
- Fiquepron et al. (2013) verificaram com base na medição de parâmetros de qualidade da água, como a quantidade de nitrato e de pesticidas, que o uso do solo interfere significativamente na concentração destes compostos no corpo da água.
- Já Haidary et al. (2013) examinaram vinte e quatro zonas úmidas na cidade de Hiroshima no Japão, obtendo parâmetros como pH, condutividade elétrica, turbidez, oxigênio dissolvido, sólidos dissolvidos totais e temperatura. O estudo indicou a importância da manutenção das florestas na retenção de nutrientes no solo e na manutenção da qualidade da água.

- Tu (2013) afirma que um alto percentual de floresta nativa é um indicativo de boa qualidade da água, e que terras com agricultura intensiva são as principais fontes de degradação da qualidade da água em áreas não urbanizadas.

Em geral esses estudos vêm indicando que as porcentagens de uso da terra, relacionadas às atividades de desenvolvimento humano e econômico, tais como terrenos agrícolas e urbanos, incluindo áreas residenciais, comerciais, etc. geralmente têm relações positivas com concentrações de poluentes da água. Por outro lado, as percentagens de terrenos não urbanizados apresentam relações negativas com a concentração de poluentes da água. Em outras palavras, a maior porcentagem de terras urbanas ou agrícolas está geralmente associada com uma pior qualidade da água, enquanto as maiores porcentagens de floresta estão relacionadas com melhor qualidade de água (TU, 2013).

A bacia hidrográfica do rio Desquite vem sofrendo forte interferência antrópica, relacionada a utilização inadequada dos recursos naturais, pois o crescimento da população e o máximo agravamento urbano possibilitaram o crescimento tanto da poluição doméstica quanto da industrial. Isto gera condições ambientais impróprias para a sadia qualidade de vida, implicando em doenças transmitidas pela água, acréscimo da temperatura nas cidades, poluição atmosférica e da água subterrânea (BENEDITO et al., 2012).

As principais causas desses cenários de qualidade da água são a deficiência de uma visão mais abrangente do saneamento básico para o saneamento ambiental e o crescimento de atividades antrópicas e da população, já que a identificação e classificação do uso do solo são fundamentais no conhecimento do ambiente, assim como no desenvolvimento de técnicas voltadas para a obtenção e manutenção dessas informações. Tendo em vista que as ações antrópicas têm gerado grandes impactos nas paisagens através do intenso processo de substituição das áreas naturais por diversos tipos de uso do solo (COELHO et al., 2014; FARIA, 2012; VAEZA et al., 2010). Enquanto as alterações naturais são comumente lentas e graduais, resultantes da lixiviação terrestre e do escoamento hídrico, as alterações antropogênicas são em geral induzidas rapidamente (ESTEVES, 2015).

Para se avaliar a qualidade da água, diversos procedimentos são realizados buscando caracterizá-la física e quimicamente. Tais práticas de análises, devem ser programadas, buscando eficácia e com a utilização de amostras representativas da realidade encontrada. Como discorrido anteriormente, as características da bacia de drenagem determinam as características do corpo hídrico, sendo assim, a qualidade da água de um determinado ponto é influenciada por toda a área a montante dele. Isso ocorre porque a qualidade do corpo d'água está relacionada à geologia, ao tipo de solo, ao clima, ao tipo e quantidade de cobertura

vegetal, ao grau e modalidade de atividade humana dentro da bacia hidrográfica e durante o curso do rio, ainda podem ocorrer transformações em suas características devido à capacidade de depuração do ambiente.

As águas destinadas ao consumo humano, devem atender a padrões de qualidade dispostos na Resolução CONAMA Nº 357/2005 e o nível de degradação do ambiente natural é obtido a partir dos parâmetros físicos, químicos e biológicos. Os parâmetros indicadores da qualidade da água, compõem características inerentes à própria água, o que permite que uma análise do decréscimo, aumento ou da estabilidade de cada parâmetro podendo-se inferir sobre a contribuição de cada zona na qualidade da água da bacia (MENDONÇA, 2011).

As características físicas da água têm importância relativamente pequena do ponto de vista sanitário, mas são determinantes na escolha da tecnologia de tratamento. O padrão de aceitação para consumo humano é estabelecido em função das variáveis: cor, turbidez, sabor e odor, temperatura, condutividade elétrica e série de sólidos (FREIRE, 2005). Os aspectos químicos são de fundamental importância para a determinação dos usos da água. Devido a sua característica de solvente, estão dissolvidos, na água, diversas quantidades de metais originários tanto de causas naturais (intemperismo das rochas e solos) quanto por efeito antropogênico, tais como atividades mineradoras; águas de drenagem; resíduos de indústrias, efluentes domésticos; escoamento de área agrícola. Mesmo quando complexados e precipitados no sedimento, os metais continuam a apresentar potencial poluente e contaminante para a coluna de água, liberando a qualquer momento compostos químicos tóxicos acumulados que passarão a ser incorporados à cadeia trófica (SIQUEIRA, 2013).

“A grande dinamicidade do rio o torna fundamentalmente estruturado pelo regime climático e pelos ambientes físicos (luz, temperatura, correnteza, habitat) e químicos (carbono orgânico e inorgânico, oxigênio, nutrientes, metais) com os quais interagem, além das interações biológicas (herbivoria, predação, competição) que constituem partes componentes deste sistema (ESTEVES, 2015)”.

Mostra-se, portanto, imperativo a avaliação dos impactos ambientais nestes espaços, pois, um rio é um sistema aberto com dinâmica de importação e exportação de nutrientes, energia e água, de forma a buscar dados importantes sobre o ambiente da bacia hidrográfica e nortear ações efetivas para melhor manter e aproveitar os recursos naturais e o desenvolvimento econômico. Em ambientes que a bacia hidrográfica encontra-se fortemente ocupada, fica evidente a importância de estudos que possam apresentar medidas preventivas e

corretivas frente aos danos ambientais resultantes da dinâmica inapropriada de uso e ocupação do solo.

Os parâmetros analisados neste trabalho foram:

- Temperatura: A alteração da temperatura da água pode ser causada por fontes naturais (principalmente energia solar) ou antropogênicas (despejos industriais e águas de resfriamento de máquinas). Ela é a medida da intensidade do calor, parâmetro que influí em algumas propriedades da água, com reflexos sobre a vida aquática (BORTOLI, 2016; LIBÂNIO, 2006). Segundo Von Sperling (2005), elevações de temperatura podem ocasionar o aumento na taxa das reações físicas, químicas e biológicas, podendo ser responsável pela diminuição da solubilidade dos gases, como por exemplo, do oxigênio dissolvido, aumentando também a taxa de transferência de gases, podendo gerar mau cheiro, no caso de liberação de gases com odores desagradáveis. No que diz respeito à água distribuída à população, a temperatura não representa um risco à saúde humana, porém é observada uma baixa aceitação de uma água mais quente, já que a dissolução de algumas substâncias pode conferir gosto às águas (PÁDUA, 2006).
- Oxigênio Dissolvido (OD): As alterações de natureza ecológica que ocorrem em um rio que recebe esgotos são, na maioria das vezes, causadas não pela introdução de um elemento letal, mas, pelo contrário, pela introdução de excesso de alimento (SILVA et al., 2013). É a degradação de alimentos por organismos decompositores que consome o oxigênio dissolvido introduzido no recurso hídrico através da ação de aeradores ou do próprio contato do ar atmosférico. O oxigênio dissolvido não é apenas essencial para os organismos aeróbios, mas também o principal parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição das águas por dejetos orgânicos. Tal parâmetro é utilizado no controle operacional de estações de tratamento de esgoto e na caracterização de corpos d'água (EUBA NETO, 2012; SILVA, 2014).
- Potencial Hidrogeniônico (pH): O potencial hidrogeniônico representa o equilíbrio entre íons H⁺ e íons H⁻ com escala de variação de 7 a 14 indicando se a água é ácida com pH inferior a 7, neutra com pH igual a 7 ou alcalina apresentando pH superior a 7 (MOTA, 2010; SAMPAIO, 2005). Segundo Rubilar (2013), o pH da água depende de sua origem e características naturais, embora pode ser alterado por diversos fatores como a presença de esgoto doméstico e industrial, oxidação de matéria orgânica, poluentes atmosféricos (chuva ácida) ou por diversos tipos de resíduos. O pH é influenciado pela quantidade de matéria orgânica a ser decomposta, cujo processo de decomposição gera muitos ácidos,

como por exemplo, o húmico. De modo que, quanto maior for a quantidade de matéria disponível, menor o pH (SOUZA, 2008).

- Condutividade elétrica: A condutividade refere-se à capacidade que a água tem de transmitir corrente elétrica devido aos cátions e aos ânions presentes nela, a partir da dissociação de outras substâncias. Quanto maior a concentração iônica da solução, maior é a oportunidade para ação eletrolítica e, portanto, maior a capacidade em conduzir corrente elétrica (FUNASA, 2014; RENOVATO, 2013). Segundo Santana (2012), este parâmetro pode contribuir para possíveis reconhecimentos de impactos ambientais que ocorrem na bacia de drenagem ocasionados por lançamentos de resíduos industriais, mineração, esgotos, entre outros. Para Paula (2011), esta variável é de grande importância, visto que pode fornecer informações tanto sobre o metabolismo do ecossistema aquático, como da produção primária (redução dos valores) e decomposição (aumento dos valores).
- Sólidos Totais Dissolvidos: Em saneamento, sólidos nas águas correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado. De um modo geral, as operações de secagem, calcinação e filtração são as que definem as diversas frações de sólidos presentes na água (sólidos totais, em suspensão, dissolvidos, fixos e voláteis). Sua entrada na água pode ocorrer de forma natural por processos erosivos, organismos e detritos orgânicos ou antropogênica, como lançamentos de lixo e esgotos (CETESB, 2009; GASPAROTTO, 2011).
- Nitrogênio Ammoniacal: O nitrogênio está presente em águas residuárias sob quatro formas, o nitrogênio amoniacial e nitrogênio orgânico que são formas reduzidas, o nitrito e o nitrato que são formas oxidadas. Pode-se associar as etapas de degradação da poluição orgânica por meio da relação entre as formas de nitrogênio. Nas zonas de autodepuração natural em rios, distinguem-se as presenças de nitrogênio orgânico na zona de degradação, amoniacial na zona de decomposição ativa, nitrito na zona de recuperação e nitrato na zona de águas limpas. Ressaltando que em águas residuárias domésticas, o nitrogênio está presente principalmente como nitrogênio amoniacial, em torno de 60% (CETESB, 2009; NAVAL, 2005; REIS, 2009). Em caso de poluição recente, o nitrogênio encontra-se, principalmente, sob a forma de nitrogênio orgânico ou amônia e em caso de poluição antiga, basicamente, sob a forma de nitrato (ALMEIDA, 2013).
- Fósforo Total: Como parte importante dos ácidos nucleicos e dos conjuntos de transferência de energia, o fósforo torna-se um elemento vital para o funcionamento dos sistemas biológicos de todos os organismos vivos. Porém, a crescente exploração das

fontes de fósforo pela mineração, pela ocupação desordenada do solo, pelo desmatamento e, principalmente, pelo incremento das atividades industriais e agrícolas, tem causado a alteração da dinâmica desse nutriente no meio ambiente. As concentrações excessivas de fósforo são a causa mais comum de eutrofização em lagos de água doce, reservatórios, riachos e nas cabeceiras dos sistemas estuarinos (PIVELI, 2011; QUEVEDO, 2011; WANG, 2015). Um de seus principais impasses pertinentes à eutrofização é a propagação de cianobactérias em detrimento de outras espécies aquáticas. Quando submetidas à determinadas condições ambientais, muitos gêneros de cianobactérias podem produzir toxinas que chegam a ser fatais aos animais e aos seres humanos (CONLEY et al., 2009; RABALAIS et al., 2009).

- Demanda Química de Oxigênio (DQO): É uma grandeza que diz respeito à quantidade de oxigênio consumido por materiais e por substâncias orgânicas e minerais que se oxidam sob condições experimentais definidas. Referindo-se as águas, caracteriza-se como um parâmetro particularmente importante por estimar o potencial poluidor (no caso, consumidor de oxigênio) de efluentes domésticos e industriais, assim como o impacto dos mesmos sobre os ecossistemas aquáticos (ZUCCARI, 2005). A DQO também é determinada em laboratório. Consiste em uma técnica utilizada para avaliação do potencial de matéria redutora de uma amostra, através de um processo de oxidação química em que se emprega o dicromato de potássio (CÂMARA, 2007; SILVA, 2011).
- Fenol Total: São reconhecidos como poluentes prioritários por apresentarem grande toxicidade e serem dificilmente degradados ou reciclados, sendo que alguns de seus subprodutos, como clorofenóis e cresóis são designados como poluentes primários, ou seja, originados diretamente das fontes de emissão. Devido a esta grande toxicidade, os fenóis causam graves problemas ao meio ambiente e à saúde humana e a presença desse composto em águas residuárias industriais dificulta o processo de tratamento biológico (RODRIGUES, 2006; ZANIN, 2014).
- Metais Pesados: Alguns metais traço são elementos extremamente importantes em ecossistemas aquáticos porque, ainda que essenciais em pequenas concentrações, muitos são perigosos em altas concentrações, podendo bioacumular e biomagnificar no decorrer da cadeia alimentar, e apresentar riscos para todos os níveis tróficos, incluindo aqueles que estão no topo da cadeia alimentar, os seres humanos (MIRANDA & MARTINS, 2013; RODGHER, et al., 2005; SILVA et al., 2016).

A toxicidade dos metais traço depende da sua disponibilidade, sendo determinada por sua forma de ligação específica, elementos presentes nas frações trocáveis, associada a

carbonatos, matéria orgânica, dentre outros (DOURADO, 2013). Segundo Peixoto (2015), a mobilidade destes elementos é definida pela facilidade que eles possuem para se mover em um determinado ambiente e é controlada por processos químicos e bioquímicos, as características físico-químicas das soluções como: pH, potencial redox, capacidade de troca catiônica, tamanho das partículas, matéria orgânica e argilas, que influenciam a disponibilidade dos metais nos sedimentos. O pH se destaca como o mais importante, uma vez que interfere direta ou indiretamente em todos os fatores citados, seu aumento reduz a disponibilidade desses constituintes nos cursos d'água (CARVALHO, 1995).

- Chumbo (Pb): Mesmo em níveis baixos, o chumbo pode causar uma série de efeitos sobre a saúde humana, incluindo problemas de comportamento e dificuldades de aprendizagem. Crianças de seis anos de idade correm maior risco porque é nesta fase que o cérebro está se desenvolvendo (EPA-IRIS, 2015).
- Níquel (Ni): É um elemento natural da superfície terrestre. A alimentação é uma das principais fontes de exposição deste metal na população não fumante. Devido à sua acumulação no organismo, pode causar efeitos nocivos para a saúde como a carcinogénesis e a dermatite endógena. É um elemento estável e persistente no ambiente, visto que não pode ser biologicamente ou quimicamente degradado ou destruído (GONZALEZ, 2016; VENTURA, 2016)
- Cobre (Cu): Pode originar-se pelo carreamento através da água da chuva, oriundo da aplicação de produtos agroquímicos em lavouras, visto que é um micronutriente indispensável às plantas (BARROS et al., 2009). Scheffer et al. (2007) observa que o pH e a presença de matéria orgânica exercem papel importante para a distribuição do Cu na coluna d'água.
- Cádmio (Ca): É um dos onze metais de uma lista de maiores contaminantes, e, quando entra no organismo humano, persiste por muito tempo (USEPA, 2001). O cádmio existente na atmosfera é precipitado e depositado no solo na relação aproximada de 3 g/hectares/ano, além disso, a contaminação dos solos e da água por cádmio, também pode dar-se por mineração, poluição atmosférica de indústrias metalúrgicas, queima de combustíveis fósseis, revestimento de metais, escoamento de baterias, resíduos de tinta, lixo urbano e sedimentos de esgotos (LOPES, 2016). Além disso, os fertilizantes fosfatados de acordo com sua origem, podem conter vários elementos menores e traços, incluindo-se metais pesados como: Cd, Cr, Cu, Ni, Pb e Zn (ALMEIDA, 2015; PENHA, 2015).

- Cromo (Cr): É um metal que não é encontrado livre na natureza, está presente em várias matrizes ambientais, como ar, água e solo a partir de uma ampla variedade de fontes antropogênicas ou naturais. Existe em duas principais formas de oxidação: o cromo trivalente e hexavalente. O primeiro é o mais estável e é encontrado naturalmente no nosso organismo, a carência deste mineral leva a sintomas similares ao da diabetes e a doenças cardiovasculares, o segundo é produzido por processos industriais e é um carcinógeno que afeta o sistema imunológico, além de ser a forma mais solúvel de cromo e a que se desloca mais facilmente do solo para as águas subterrâneas. (GOMES, 2015; SILVA, 2009).

O objetivo desta pesquisa foi quantificar o impacto ambiental do uso e ocupação do solo na qualidade de água na bacia hidrográfica do rio Desquite, utilizando a resolução CONAMA nº 357/05 como balizador dos parâmetros pesquisados e por ser o principal ordenamento jurídico que norteia as concentrações limites das variáveis mensuradas.

3.3 MATERIAIS E MÉTODOS

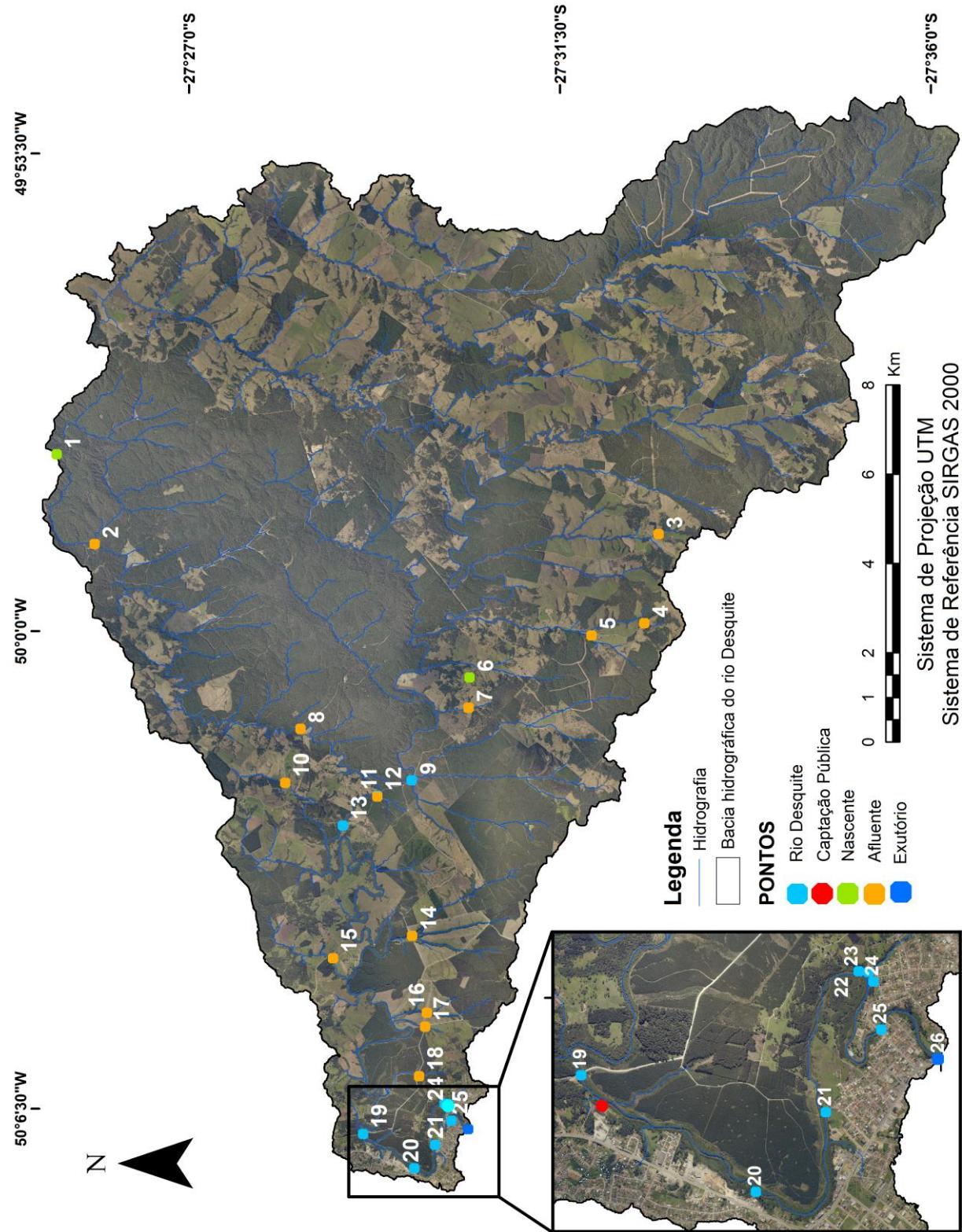
3.3.1 Caracterização dos Pontos de Amostragem

Realizou-se amostragens a partir da coleta de água superficial de nascentes, afluentes e do próprio rio Desquite. Os pontos foram eleitos à montante e à jusante da captação de água de distribuição pública pela concessionária, sendo os pontos de 1 a 18 em ambiente rural e de 19 a 26 em perímetro urbanizado (Figura 9).

A amostragem dos pontos 1 ao 13 e do ponto 15 foram realizadas sempre no período das 8 às 12 horas e do ponto 14 e pontos de 16 a 26, sempre no intervalo das 13 às 18 horas.

A demarcação dos pontos foi realizada em software de geoprocessamento, em ambiente georreferenciado, cuja rede hidrográfica foi sobreposta a uma ortofoto objetivando identificar e demarcar os pontos (Figura 9). Na sequência, em visita a campo, foram confirmados os 26 pontos com acessibilidade e representatividade de acordo com os usos do solo (Apêndice A).

Figura 9. Espacialização dos pontos amostrais.



Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

- ▶ São nascentes os pontos: 1 – localizado em local de colheita de floresta de *pinus* e, 6 – utilizado para abastecimento de propriedade rural;
- ▶ Os pontos 2, 5, 8, 9, 11, 12, 14, 16, 17 e 18 estão em área de plantio de floresta de *pinus*;
- ▶ O ponto 4 localiza-se em área de plantio de floresta de *eucalipto*;
- ▶ Os pontos 3, 5, 7, 15 e 18 são ambientes de regime lêntico, barramentos em afluentes;
- ▶ O ponto 10 localiza-se abaixo de um pequeno cemitério;
- ▶ Os pontos 10 e 15 estão abaixo e próximos a edificações de propriedades rurais;
- ▶ Os pontos 7, 10, 13 e 15 estão em área de plantio de soja, milho e abóboras no verão e pastagens no inverno;
- ▶ Os pontos 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26 estão em ambiente urbanizado;
- ▶ O ponto 19 é imediatamente anterior à captação de água de abastecimento público pela concessionária;
- ▶ A partir do ponto 20 já é possível observar o despejo direto de efluentes domésticos e industriais na calha do rio desquite;
- ▶ No ponto 23 encontra-se um canal de drenagem utilizado para esgotamento sanitário de todo um bairro e,
- ▶ O ponto 26 é o exutório da bacia hidrográfica que desagua na margem direita do rio Canoas.

3.3.2 Métodos

Os parâmetros físico-químicos: temperatura, oxigênio dissolvido (OD), condutividade elétrica (CE), potencial hidrogeniônico (pH) e sólidos totais dissolvidos (STD), foram mensurados com a Sonda Multiparâmetros Hanna HI 98194 (Figura 10). Para efeito comparativo e pesquisar possíveis diferenças entre as variáveis observadas, todos os pontos foram amostrados nas quatro estações climáticas: inverno, primavera, verão e outono, nos meses de agosto e novembro de 2016 e fevereiro e março de 2017 (Apêndice B).

Foi realizada coleta de amostras em alguns pontos, eleitos por serem representativos da condição da água que chega na captação de abastecimento público pela concessionária: 6, 8, 10, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 e 26. As amostras foram encaminhadas para o laboratório, objetivando analisar demanda química de oxigênio (DQO), fenóis totais, nitrogênio amoniacal, fósforo total e metais (Pb, Ni, Cu, Cd, Cr). A coleta ocorreu na estação do verão.

As metodologias utilizadas nas análises laboratoriais estão apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1. Metodologias das análises.

Análises	Meios	Metodologias
Fenol	Spectro Kit Fenol (Cód.219)	Adaptada da seguinte literatura: <i>Analisis Del Água.</i> E. Merck. Darmstand. Alemanha. Pg. 96. Método da Nitroanilina.
Fósforo Total	Spectro Kit Fosfato Total BC (Cód.890)	Adaptada das seguintes literaturas: <i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.</i> 22º Ed. 2012. 4500 B. 4-152. Digestão da amostra. <i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.</i> 22º Ed. 2012. 4500 E 4-155. Método do Ácido Ascórbico. Filho. Davino, F. dos Santos. Tecnologia de Tratamento de Água. 1976, pg 206. Método Colorimétrico – Azul de Molibdênio.
Nitrogênio Ammoniacal	Spectro Kit Amônia Indotest (Cód 2542)	<i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.</i> 22º Ed. 2012. 4500 F. 4-115. Método Indofenol NBR 10560 - Águas - Determinação de Nitrogênio Ammoniacal - Métodos de Nesslerização, Fenato e Titulométrico
DQO	Spectro Kit DQO Efluentes BC (Cód. 5836)	<i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.</i> 22º Ed. 2012. 5220 - D. 5 - 19 - Método Colorimétrico. NBR 10357 - Águas - Determinação da Demanda química de Oxigênio (DQO) - Métodos de refluxo aberto, refluxo fechado titulométrico e refluxo fechado colorimétrico
Metais	Absorção Atômica	<i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater,</i> 22º Ed., 2012. 3030E e 3111B.

FONTE: Organizado pela autora, 2017.

A metodologia para amostragem da água: coleta, preservação e análise, seguiu as orientações estabelecidas no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005) e na NBR 9898 (ABNT, 1987).

As coletas foram realizadas seguindo as mesmas características climáticas, ou seja, mínimo de três dias ensolarados e ausência de precipitação e vento:

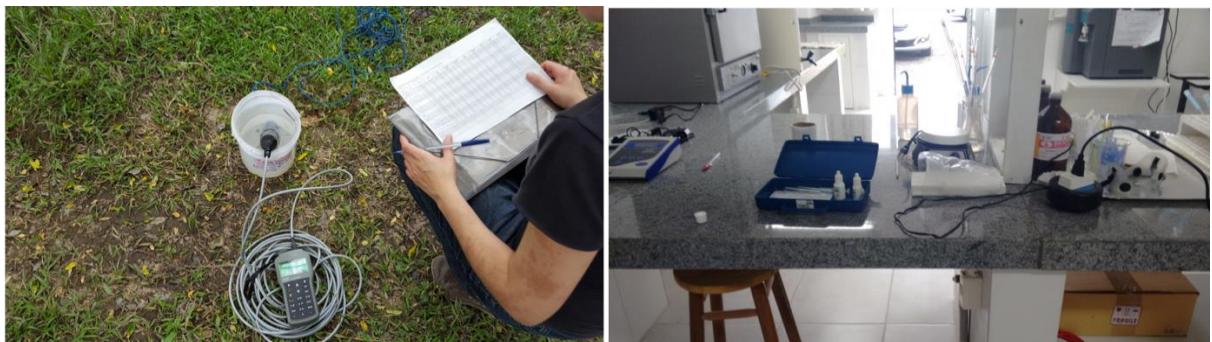
- Parâmetros determinados *in loco* (temperatura, OD, pH, CE e STD): coletou-se amostras em um balde para imersão da sonda após lavagem com água destilada. A aquisição dos dados foi realizada em triplicada, para posterior extração da média dos valores. Os dados foram anotados em planilhas contendo a identificação dos pontos e suas coordenadas, para posterior tabulação digital.
- Para as análises em laboratório, as coletas de água foram realizadas em fevereiro de 2017, no horário de 09:00 às 17:00 horas. As amostras foram coletadas manualmente em frascos de polietileno com capacidade de 1L ambientados com a água do próprio local antes da

coleta, devidamente etiquetados e vedados. Visando preservar as características físicas, químicas e biológicas, as alíquotas foram armazenadas e transportadas em caixa térmica contendo gelo. As análises foram realizadas em triplicata para cada amostra.

- Para determinação da concentração de metais nas amostras, uma alíquota de 500 mL foi acidificada a pH < 2,0 com ácido nítrico (Merck). Foi confeccionada a curva de calibração, utilizando-se para os diferentes metais soluções padrões monoelementares com 1000 mgL⁻¹ (SpecSol, Brasil).

As análises foram realizadas no laboratório de rotina do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária / UDESC – CAV em Lages/SC (Figura 10).

Figura 10. Análises com sonda multiparâmetros e Laboratório de Rotina / UDESC – CAV.



FONTE: Elaborado pela autora, 2017.

3.3.3 Padrões de enquadramento e qualidade da água

Para a classificação dos corpos hídricos e diretrizes ambientais utilizou-se a Resolução CONAMA 357/2005; que estabelece física, química e biologicamente parâmetros de qualidade de água. Os padrões de qualidade e enquadramento dos corpos hídricos encontram-se no Quadro 2. Como não existem valores orientadores de condutividade nas legislações federal e estadual, seguiu-se as orientações propostas por Von Sperling (2007), afirmando que as águas naturais apresentam teores de condutividade na faixa de 10 a 100 µScm⁻¹, e em ambientes poluídos por esgotos domésticos ou industriais os valores podem chegar até 1000 µS cm⁻¹. O mesmo acontece para a DQO, ou seja, apesar da importância, este parâmetro não é utilizado na classificação dos corpos d'água; e nesse sentido, utilizou-se o estabelecido pela resolução CONAMA 430/11 para despejo de efluentes em cursos d'água.

Quadro 2. Valores estabelecidos para as variáveis: temperatura, pH, oxigênio dissolvido (OD), condutividade, sólidos dissolvidos totais (STD), amônia, fósforo total, demanda química de oxigênio (DQO), fenóis totais e os metais chumbo (Pb), níquel (Ni), cobre (Cu), cádmio (Cd) e cromo (Cr).

Parâmetros	CLASSE I	CLASSE II	CLASSE III	CLASSE IV
Temperatura (°C)	40*			
pH	≥ 6			≤ 9
OD (mgL ⁻¹)	≥ 6	≥ 5	≥ 4	≥ 2
Condutividade (μScm^{-1})	$\leq 100^{**}$			
STD (mgL ⁻¹)	≤ 500			
Nitrogênio Amoniacal (mgL ⁻¹)	$3,7$, para pH $\leq 7,5$	$13,3$, para pH $\leq 7,5$		
	$2,0$, para $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$	$5,6$, para $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$		
Fósforo (mgL ⁻¹)	$\leq 0,1$			$\leq 0,15$
DQO (mgL ⁻¹)	$\leq 180^*$			
Fenol Total (mgL ⁻¹)	$\leq 0,003$	$\leq 0,01$	$\leq 1,0$	
Pb (mgL ⁻¹)	$\leq 0,01$	$\leq 0,033$		
Ni (mgL ⁻¹)	$\leq 0,025$			
Cu (mgL ⁻¹)	$\leq 0,009$	$\leq 0,013$		
Cd (mgL ⁻¹)	$\leq 0,001$	$\leq 0,01$		
Cr (mgL ⁻¹)	$\leq 0,05$			

FONTE: Adaptado de CONAMA 357/2005, *CONAMA 430/2011 e **VON SPERLING, 2007. Organizado pela autora, 2017.

Considerou-se também a Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, adotando a seguinte definição: a água para consumo humano é a água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem. Os padrões de qualidade, constantes da referida portaria, estão descritos no Quadro 3.

Quadro 3. Valores estabelecidos pela Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde para qualidade de água potável.

Parâmetros	Padrões
Temperatura (°C)	30
pH	6,0 a 9,0
STD (mgL ⁻¹)	1000
Nitrogênio Amoniacal (mgL ⁻¹)	1,5
Fenol Total (mgL ⁻¹)	0,01
Pb (mgL ⁻¹)	0,07
Ni (mgL ⁻¹)	2,0
Cu (mgL ⁻¹)	0,005
Cd (mgL ⁻¹)	0,05

Fonte: Adaptado da portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde. Organizado pela autora, 2017.

3.3.4 Ferramentas de Interpretação dos resultados

A interpretação dos resultados seguiu a seguinte ordem:

- A primeira consistiu em avaliar a variação temporal e espacial de cada parâmetro, comparando os resultados com os valores estabelecidos pelas Resoluções CONAMA 357/2005 e 430/2011 e da Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde.
- A segunda etapa consistiu na análise estatística dos dados. Realizou-se análise descritiva e na sequencia o teste comparativo de médias (*t de student*), com nível de significância (α) de 5%. Para estabelecer a associação entre as variáveis, aplicou-se a correlação de Pearson, cujos índices de interpretação são:

$\rho \geq 0,9$; para mais ou para menos, indica uma correlação muito forte.

$0,7 \leq \rho \leq 0,9$; positivo ou negativo, indica uma correlação forte.

$0,5 \leq \rho \leq 0,7$; positivo ou negativo, indica uma correlação moderada.

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rio Desquite é utilizado como fonte de abastecimento hídrico, e também como receptor de efluente ao longo do seu curso, acarretando alterações no seu equilíbrio natural. A questão da qualidade das águas ganhou importância a partir da sanção da sanção da Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, na qual se evidencia a preocupação com a integração da gestão quanto aos aspectos de qualidade e quantidade, destacando-se, também, como uma das ações principais a “integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental” (OLIVEIRA, 2010).

3.4.1 Parâmetros obtidos com sonda multiparâmetros

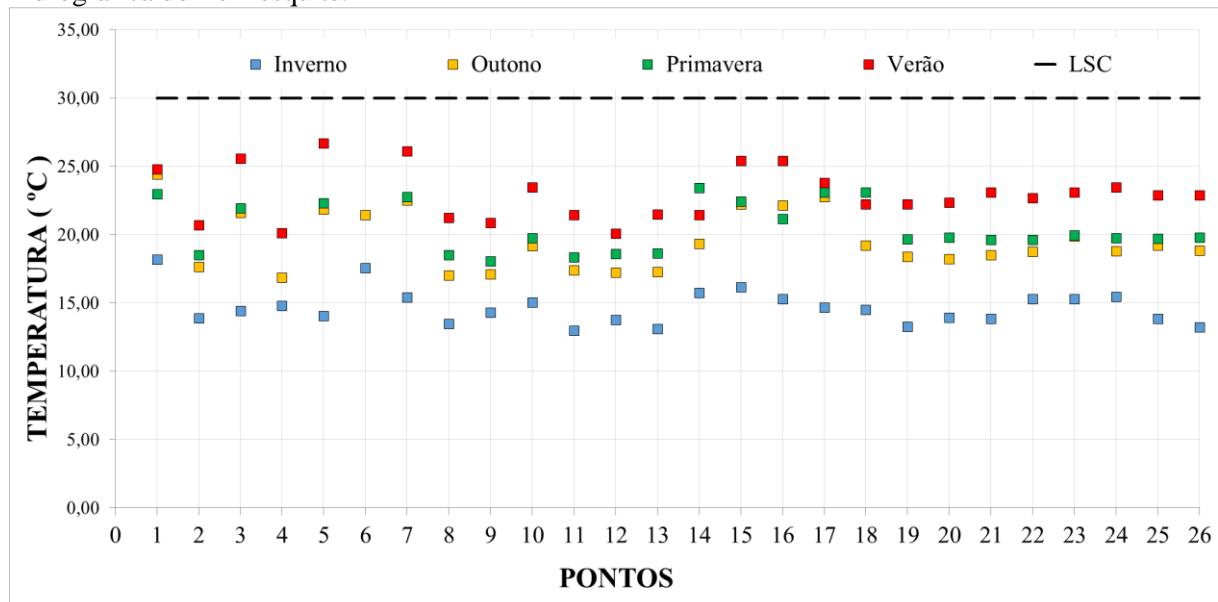
Temperatura: As temperaturas mais elevadas concentram-se de forma mais expressiva na parte inicial da bacia, até o ponto 7 e também nos pontos 15 e 16, onde as leituras foram tomadas em pequenos cursos e barragens. As temperaturas, mensuradas em campo com sonda multiparâmetros, estão demonstradas na Figura 11.

As diferenças de temperatura são função do horário das amostragens, do tamanho da superfície de contato da água com a radiação solar, da cobertura vegetal ao longo do curso e da sazonalidade. No período da manhã há menor incidência de energia solar no corpo hídrico e, consequentemente, menor temperatura da água; no período da tarde, a incidência de energia solar é maior e, como resultado, maior a temperatura da água. À medida que aumenta a

largura dos cursos hídricos e estes passam a ter maior área de superfície recebem maior radiação solar, condição favorável ao aumento de temperatura da água (ALVES, 2017).

Conforme demonstra a Tabela 7, os valores de temperatura variaram entre 13 °C no inverno e 26 °C no verão. O menor valor foi encontrado, no ponto 11, local coberto por vegetação ciliar e o maior no ponto 5, local do barramento de um pequeno curso afluentes sem proteção de vegetação ciliar. Ambos foram mensurados no período matutino (Figura 12). Os coeficientes de variação foram similares entre as estações, sendo maior no outono, assim como a amplitude entre os valores.

Figura 11. Valores das temperaturas referentes às quatro estações do ano ao longo da bacia hidrográfica do rio Desquite.



LIC = limite inferior de controle; LSC = limite superior de controle

FONTE: Elaborado pela autora, 2017.

Figura 12. Pontos 5(a) e 11(b), com maior e menor temperatura, respectivamente.



FONTE: Elaborado pela autora, 2017.

Tabela 7. Estatística descritiva referente à Temperatura.

Medidas	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Contagem de dados	26	24	25	26
Soma	381,61	491,68	573,66	507,93
Mínimo	13,00	18,05	20,09	16,87
Máximo	18,17	23,43	26,68	24,43
Amplitude	5,17	5,38	6,60	7,56
Média	14,68	20,49	22,95	19,54
Desvio padrão	1,28	1,79	1,87	2,15
Variância da amostra	1,64	3,21	3,51	4,60
Coeficiente de Variação (%)	8,72	8,74	8,16	10,98
Curtose	1,37	-1,35	-0,69	-0,65
Assimetria	1,11	0,41	0,40	0,65

FONTE: Elaborado pela autora, 2017.

Observando-se a assimetria e curtose dos dados, identifica-se que as distribuições são assimétricas positivas e platicúrticas.

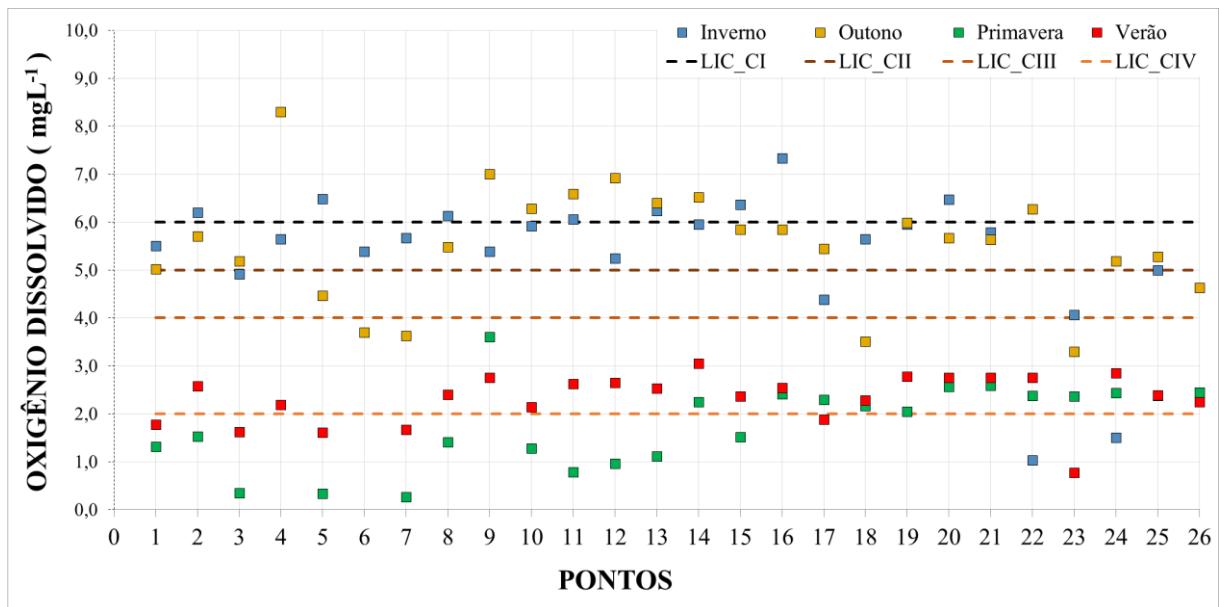
A resolução CONAMA nº 357/2005 não estabelece nenhum padrão para a temperatura da água, ao contrário da Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde, que impõe um Limite Máximo Permitido de 30 °C para água de consumo (LOPES, 2016). Neste contexto, as temperaturas medidas nos 26 pontos encontram-se adequadas a esta portaria.

Oxigênio Dissolvido (OD): A Resolução CONAMA nº 357/2005, define que o Oxigênio Dissolvido precisa exibir níveis superiores a 6 mgL^{-1} para Classe I. Observa-se na Figura 13 que os resultados obtidos no inverno e no outono apresentam 14 pontos na Classe I, 20 pontos na Classe II e 6 pontos na Classe III, sendo estas classes destinadas ao abastecimento para consumo humano após tratamentos convencional. Entretanto na primavera e no verão, em aproximadamente 60% dos pontos, as águas apresentaram resultados enquadrados na Classe IV, enquanto os demais apresentam valores inferiores ao enquadramento estabelecido pela referida resolução.

Conforme é possível observar na Tabela 8, os valores variaram entre $0,26 \text{ mgL}^{-1}$ na primavera e $8,30 \text{ mgL}^{-1}$ no outono. O menor valor foi encontrado, no ponto 7, barramento de um pequeno curso afluente sem proteção de vegetação ciliar e o maior valor foi encontrado no ponto 4, local coberto por florestamento de *eucalipto*, ambos os pontos foram visitados no período matutino (Figura 14). A dispersão dos dados pode ser cotejada através do coeficiente de variação, com valores altos, indicando grande dispersão dos valores. O OD apresenta variação, face estar diretamente ligado ao tipo do percurso nos pontos amostrados, decorrente da geomorfologia local, e com leve tendência de queda no percurso urbano. Na conformação das curvas tendo-se como parâmetros a assimetria e curtose, observa-se que os dados

apresentam-se assimétricos negativos e na estação do inverno leptocúrticos, enquanto nos períodos de primavera, verão e outono são platicúrticos.

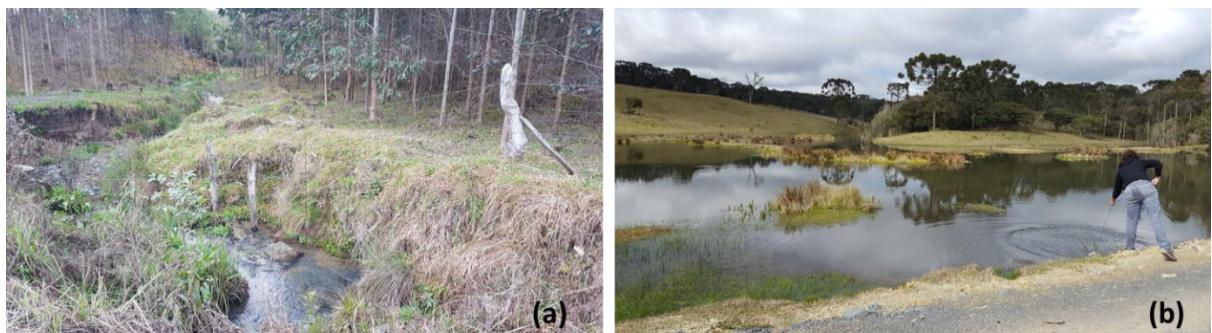
Figura 13. Valores de Oxigênio Dissolvido referentes as quatro estações do ano ao longo da bacia hidrográfica do rio Desquite.



LIC = limite inferior de controle; LSC = limite superior de controle

FONTE: Elaborado pela autora, 2017.

Figura 14. Pontos 4(a) e 7(b), com maior e menor leitura de OD, respectivamente.



FONTE: Elaborado pela autora, 2017.

Tabela 8. Estatística descritiva referente ao Oxigênio dissolvido.

Medidas	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Contagem de dados	25	24	25	26
Soma	134,21	42,78	57,94	143,77
Mínimo	1,04	0,26	0,77	3,29
Máximo	7,33	3,60	3,04	8,30
Amplitude	6,30	3,34	2,28	5,01
Média	5,37	1,78	2,32	5,53
Desvio padrão	1,41	0,86	0,52	1,18
Variância da amostra	2,00	0,74	0,27	1,39
Coeficiente de Variação (%)	26,32	48,13	22,46	21,34

Medidas	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Curtose	4,64	-0,46	1,79	0,25
Assimetria	-2,06	-0,22	-1,25	-0,09

FONTE: Elaborado pela autora, 2017.

Nas leituras realizadas na primavera e no verão, os valores mensurados apresentam-se baixos em todos os pontos, cujos resultados coincidem com as estações mais quentes, caracterizando-se por um período seco que se apresentou anterior aos trabalhos de campo, com menores precipitações e consequentemente menor vazão nos corpos hídricos, influenciando na maior concentração de matéria orgânica nas águas, afetando diretamente a concentração de OD.

A solubilidade do gás Oxigênio em água depende da variação da temperatura ambiente, reduzindo conforme esta aumenta, além disso, os níveis de concentração do oxigênio dissolvido podem aumentar devido à turbulência na água, o que gera maior troca de oxigênio do ar e da água. Para Leonardo et al. (2008), essa elevação em estações mais frias é compreensível, pois águas mais frias possuem maior capacidade de dissolução de oxigênio. A diminuição dos valores de oxigênio dissolvido pode ser ocasionada devido às atividades humanas como o lançamento de esgoto bruto (ASCENCIO, 2008; PEREIRA, A., 2010).

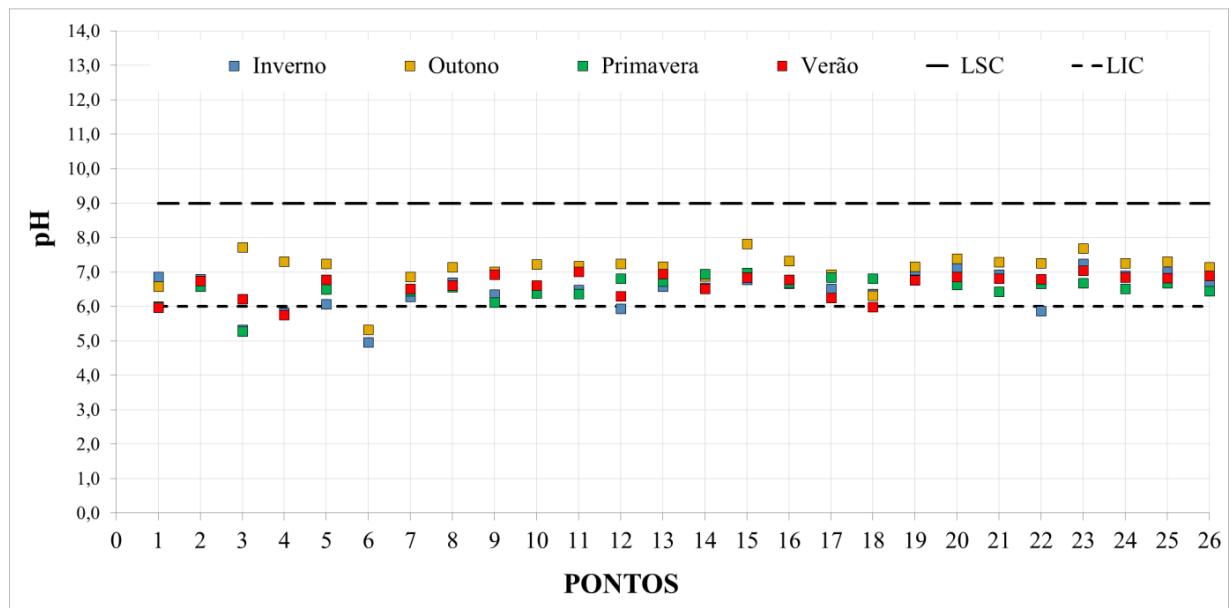
Potencial Hidrogeniônico (pH): Por influenciar os diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente ou em processos unitários de tratamento de águas, o pH é um parâmetro importante em muitos estudos no campo do saneamento ambiental, pois, altera a solubilidade e, consequentemente, a disponibilidade de muitas substâncias, bem como afeta a toxicidade de substâncias como metais e formas disponíveis de nitrogênio. (CETESB, 2009; SANCHES, 2014).

Segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005, o pH da água para Classes I e II devem estar entre 6 e 9. Porém, conforme mostra a Figura 15, os pontos 1, 3, 4, 6, 12, 18 e 22 apresentaram valores menores que os estabelecidos por normativa em pelo menos uma das estações, indicando características ácidas nestes locais. A constatação de tais valores pode ser explicada devido à característica ácida do solo nestas regiões (DIAS, 2014; MORO, 2014; PEREIRA, 2014), visto que os pontos 1 e 6 são nascentes; bem como ao horário de tomada dos valores. Lopes et al. (2010), descreve que os valores de pH inferiores a 6 encontrados no Ribeirão Carrancas, podem estar relacionados com as mudanças ao longo do dia, por conta da influência da incidência da radiação solar nos processos bioquímicos ocorrentes nas águas.

Conforme é possível observar na Tabela 9, os valores variaram entre 4,97 no inverno e 7,82 no outono. O menor valor foi encontrado, no ponto 6, nascente utilizada para

abastecimento de propriedade rural e o maior valor foi encontrado no ponto 15, barramento de um pequeno curso afluente sem proteção de vegetação ciliar, ladeado por plantação de *pinus* e com área de agricultura em período de colheita nos terrenos acima. Ambos os pontos foram mensurados no período matutino (Figura 16). Os coeficientes de variação resultaram baixos, indicando pequena dispersão dos valores lidos em campo. Para todas as estações os dados apresentam-se assimétricos negativos.

Figura 15. Valores de pH referentes às quatro estações do ano ao longo da bacia hidrográfica do rio Desquite.



LIC = limite inferior de controle; LSC = limite superior de controle

FONTE: Elaborado pela autora, 2017.

Figura 16. Pontos 6(a) e 15(b), com menor e maior leitura de pH, respectivamente.



FONTE: Elaborado pela autora, 2017.

Tabela 9. Estatística descritiva referente ao pH.

Medidas	Inverno	Pri mavera	Verão	Outono
Contagem de dados	26	24	25	26
Soma	168,19	156,92	165,63	184,36
Mínimo	4,97	5,28	5,76	5,32
Máximo	7,24	6,98	7,05	7,82
Amplitude	2,27	1,70	1,29	2,50
Média	6,47	6,54	6,63	7,09
Desvio padrão	0,54	0,36	0,35	0,49
Variância da amostra	0,29	0,13	0,12	0,24
Coeficiente de Variação (%)	8,34	5,46	5,27	6,94
Curtose	1,38	5,99	0,36	6,02
Assimetria	-1,17	-2,05	-1,13	-1,93

FONTE: Elaborado pela autora, 2017.

Para todas as estações os dados apresentam-se assimétricos negativos. Exceto a primavera com conformação leptocúrtica, para os demais períodos a conformação é de uma curtose platicúrtica.

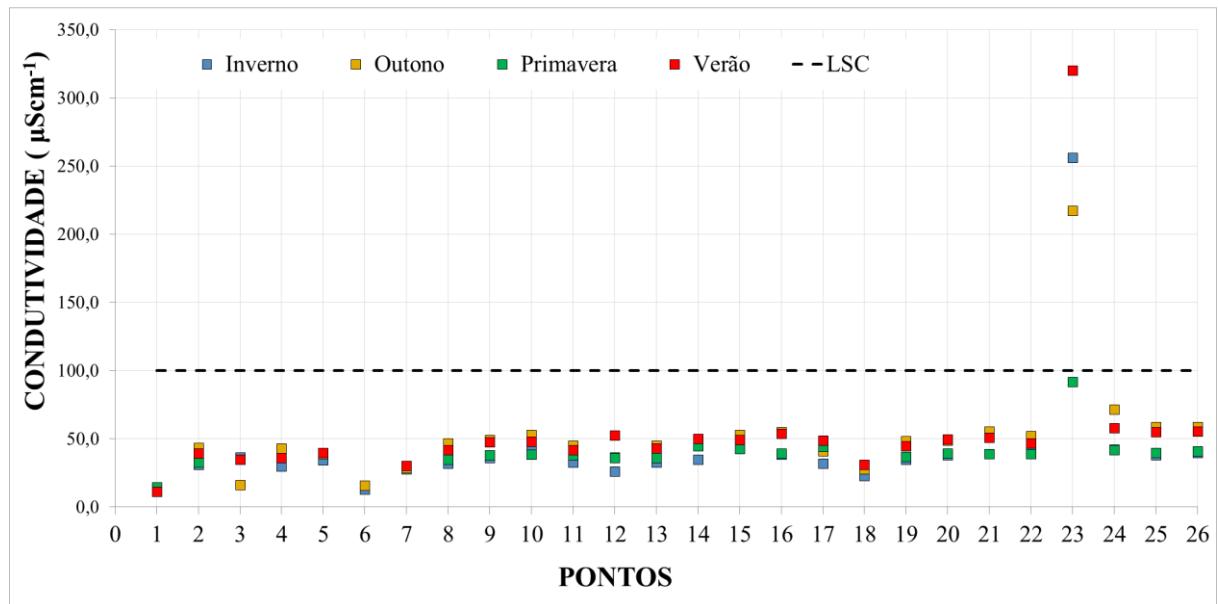
Condutividade Elétrica: A condutividade elétrica nos ambientes aquáticos está relacionada com as características geoquímicas da região onde se localizam e com as condições climáticas (estação seca e de chuva), mas pode ser influenciada também pelo estado trófico, principalmente em ambientes sob influência antrópica, pois pode variar de acordo com a temperatura e a concentração total de substâncias ionizadas dissolvidas (APHA, 2005; ESTEVES, 2011). O parâmetro condutividade não determina, especificamente, quais os íons presentes em determinada amostra de água, mas pode contribuir para possíveis reconhecimentos de impactos ambientais que ocorram no corpo hídrico (RUBILAR, 2013).

A condutividade de uma água permite avaliar o seu grau de mineralização, podendo resultar da lixiviação de solos (com sais como carbonatos, sulfatos, cloretos, nitratos, solúveis de cálcio, sódio e potássio, entre outros), de efluentes industriais bem como de resíduos agrícolas. Este parâmetro não possui um padrão estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005. Entretanto, Von Sperling (2007) explica que águas com condutividade elétrica até 100 μScm^{-1} são consideradas de boa qualidade; já valores acima podem indicar toxicidade da água por excesso de sais e até mesmo indicar presença de metais pesados (LOPES, 2016).

Os valores variaram entre 11 e 320 μScm^{-1} , ambos medidos no verão (Figura 17). O menor valor foi encontrado no ponto 1, nascente em área de colheita de floresta de *pinus* e o maior valor foi encontrado no ponto 23, situado em área urbana, em cujo local de despejo, encontra-se uma calha de drenagem pluvial com descarte direto de efluentes urbanos. Os pontos foram visitados nos períodos matutino e vespertino, respectivamente (Figura 18).

Os comportamentos dos dados (Tabela 10) projetam distribuição de dados com assimetria negativa e a curtose para inverno e outono é platicúrtica, enquanto para primavera e verão é leptocúrtica.

Figura 17. Valores de condutividade referentes às quatro estações do ano ao longo da bacia hidrográfica do rio Desquite.



LIC = limite inferior de controle; LSC = limite superior de controle

FONTE: Elaborado pela autora, 2017.

Figura 18. Pontos 1(a) e 23(b-outono e c-verão), com menor e maior leitura de condutividade, respectivamente.



FONTE: Elaborado pela autora, 2017.

Tabela 10. Estatística descritiva referente a Condutividade elétrica.

Medidas	Inverno	Pri mavera	Verão	Outono
Contagem de dados	25	20	24	25
Soma	833,33	749,67	1061,67	1095,67
Mínimo	12,00	14,67	11,33	12,00
Máximo	44,00	44,67	58,00	71,67
Amplitude	32,00	30,00	46,67	59,67
Média	33,33	37,48	44,24	43,83
Desvio padrão	8,17	6,36	10,28	14,39
Variância da amostra	66,78	40,43	105,75	207,01
Coeficiente de Variação (%)	0,25	0,17	0,23	0,33
Curtose	1,78	8,80	3,30	0,43
Assimetria	-1,28	-2,55	-1,50	-0,73

FONTE: Elaborado pela autora, 2017.

A condutividade elétrica apresenta padrões de boa qualidade, exceto pelo ponto 23. Neste local a condutividade atingiu valores de $256,33 \mu\text{Scm}^{-1}$ no inverno, $92,00 \mu\text{Scm}^{-1}$ na primavera, $320,33 \mu\text{Scm}^{-1}$ no verão e $217,33 \mu\text{Scm}^{-1}$ no outono. Farias (2006), obteve valores semelhantes na bacia hidrográfica do rio Cabelo, em João Pessoa – Pernambuco. O mesmo afirma que em geral, considera-se que quanto mais poluídas estiverem as águas, maior será a condutividade em função do aumento do conteúdo mineral.

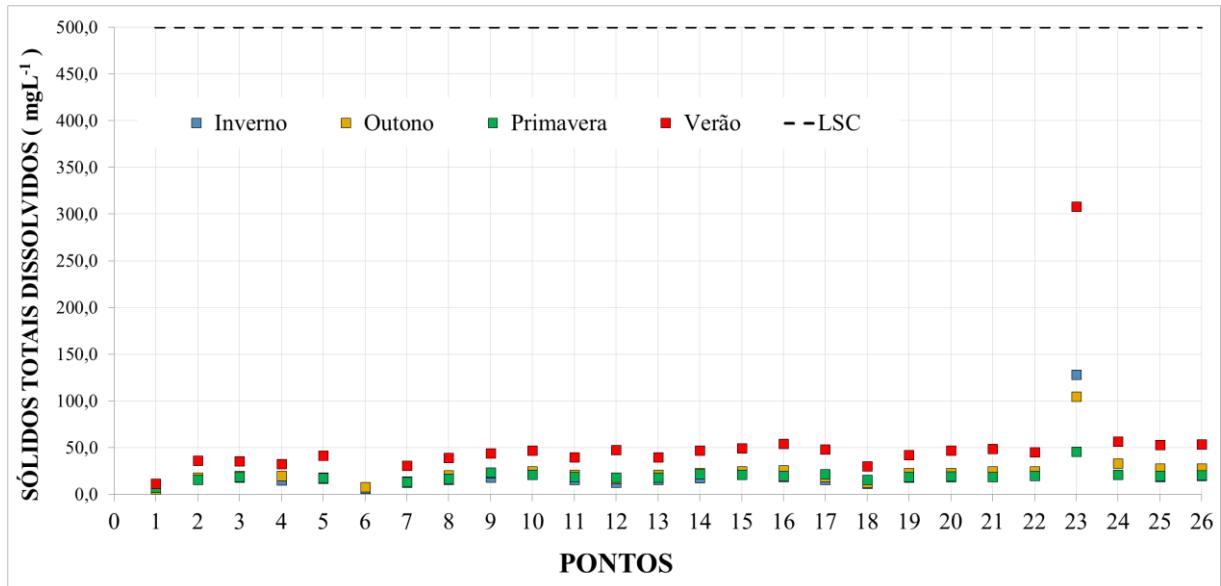
Sólidos Totais Dissolvidos: Classificado pela Resolução CONAMA nº 357/2005, que estabelece o limite máximo de STD de até 500 mgL^{-1} , para classes de I a IV, com base neste dado, a Figura 19 revela que a bacia obteve resultados inferiores ao estipulado pela Resolução, estando de acordo com os padrões de qualidade de água classe especial.

Nota-se que os maiores valores de sólidos totais dissolvidos ocorrem no verão e que os menores valores medidos estão nos pontos 1 e 6, resultado esperado para nascentes. Entretanto, as maiores produções de sedimentos, foram observadas no ponto 23, caracterizado pelo grande despejo de esgotos urbanos neste local.

Os valores variaram entre $5,67 \text{ mgL}^{-1}$, medido no outono e 308 mgL^{-1} , medido no verão, o menor valor foi encontrado, no ponto 1 e o maior valor foi encontrado no ponto 23, tal como o encontrado para a condutividade, pois, este parâmetro pode ser utilizado para se ter uma noção da quantidade de sais na água, uma vez que está diretamente ligado à quantidade de sólidos dissolvidos totais (SENA, 2015). Conforme é possível observar na Tabela 11, os coeficientes de variação foram bastante elevados, tal como para a condutividade, isso se deve a correlação entre os parâmetros.

Identifica-se, na Tabela 11, que as distribuições de dados são assimétricas negativas, com curtose para inverno, verão e outono platicúrticas, enquanto na primavera é leptocúrtica.

Figura 19. Valores de STD referentes às quatro estações do ano ao longo da bacia hidrográfica do rio Desquite.



LIC = limite inferior de controle; LSC = limite superior de controle

FONTE: Elaborado pela autora, 2017.

Tabela 11. Estatística descritiva referente aos Sólidos totais dissolvidos.

Medidas	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Contagem de dados	25	23	24	25
Soma	415,33	428,67	1019,00	521,67
Mínimo	6,00	7,00	11,33	5,67
Máximo	22,00	23,67	56,33	33,33
Amplitude	16,00	16,67	45,00	27,67
Média	16,61	18,64	42,46	20,87
Desvio padrão	4,07	3,41	9,88	6,21
Variância da amostra	16,59	11,60	97,59	38,62
Coeficiente de Variação (%)	24,52	18,27	23,27	29,78
Curtose	1,86	5,54	2,98	0,89
Assimetria	-1,30	-1,91	-1,35	-0,68

FONTE: Elaborado pela autora, 2017.

3.4.2 Parâmetros medidos em laboratório

Nos pontos 6, 8, 10, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 e 26, amostras foram coletadas e encaminhadas ao laboratório para análises de demanda química de oxigênio (DQO), fenóis totais, nitrogênio amoniacal, fósforo total e metais (Pb, Ni, Cu, Cd, Cr).

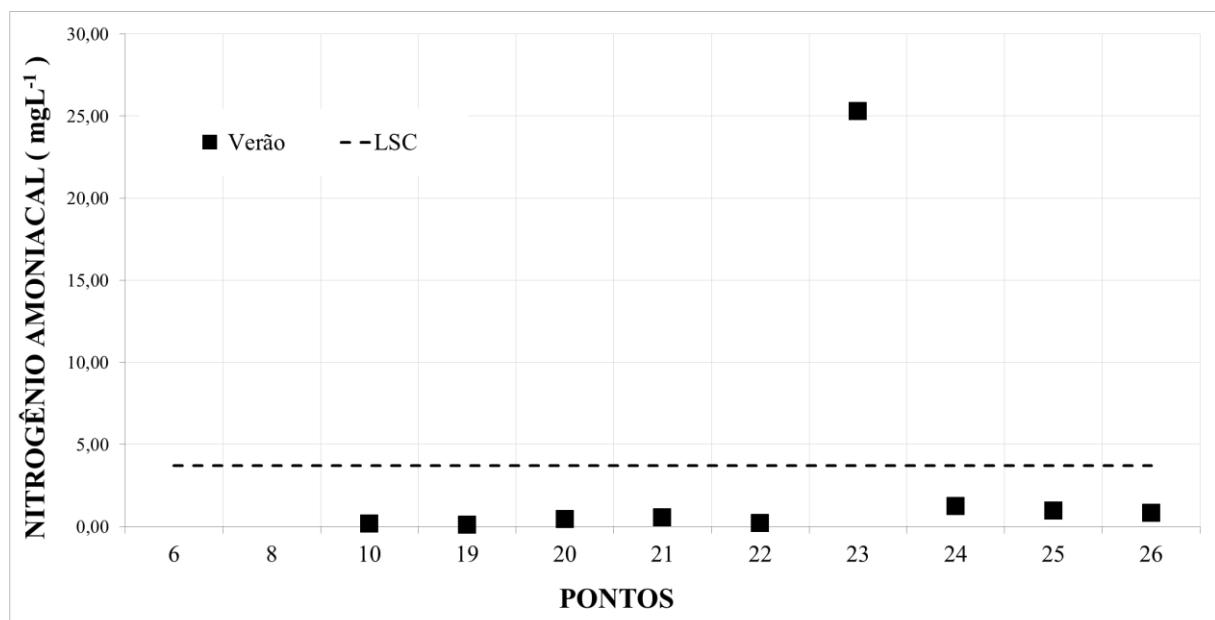
Nitrogênio Ammoniacal: Quando em elevadas concentrações nos ambientes aquáticos, o nitrogênio, juntamente com o fósforo, são nutrientes precursores do crescimento de organismos que podem conduzir ao processo de eutrofização de lagos e rios (TAKI FILHO,

2015; VON SPERLING, 2005). A presença de amônia, em sua forma não ionizada, indica poluição recente no corpo hídrico.

A Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece que para ambientes lóticos, o nível de nitrogênio amoniacal para as Classes I e II deverá ser menor de $3,7 \text{ mgL}^{-1}$ e para as Classes III e IV abaixo de $13,3 \text{ mgL}^{-1}$. A Figura 20 apresenta resultados enquadrados pela Classe I e II, com exceção do ponto 23, com valor de $25,3 \text{ mgL}^{-1}$, enquadrando-se nas Classes III e IV.

Os valores variaram entre $< 0,1$ e $25,30 \text{ mgL}^{-1}$. Os menores foram encontrados nos pontos 6 e 8 e o maior valor foi encontrado no ponto 23. De forma geral, excluindo-se o ponto 23, a distribuição apresenta apenas ligeiro crescimento no distanciamento da nascente (ponto 6). Na Tabela 12 é possível observar que a conformação dos dados apresenta curva no formato platicúrtica e assimétrica positiva.

Figura 20. Resultados da Amônia relativa aos 11 pontos amostrados.



LIC = limite inferior de controle; LSC = limite superior de controle; Limite de detecção = $0,1 \text{ mgL}^{-1}$
FONTE: Elaborado pela autora, 2017.

Tabela 12. Estatística descritiva para o parâmetro Nitrogênio amoniacal.

Medidas	Estação climática do verão
Contagem de dados	8
Soma	4,44
Mínimo	0,10
Máximo	1,24
Amplitude	1,14
Média	0,56
Desvio padrão	0,41
Variância da amostra	0,17
Coeficiente de Variação (%)	74,02

Medidas	Estação climática do verão
Curtose	-0,92
Assimetria	0,56

FONTE: Elaborado pela autora, 2017.

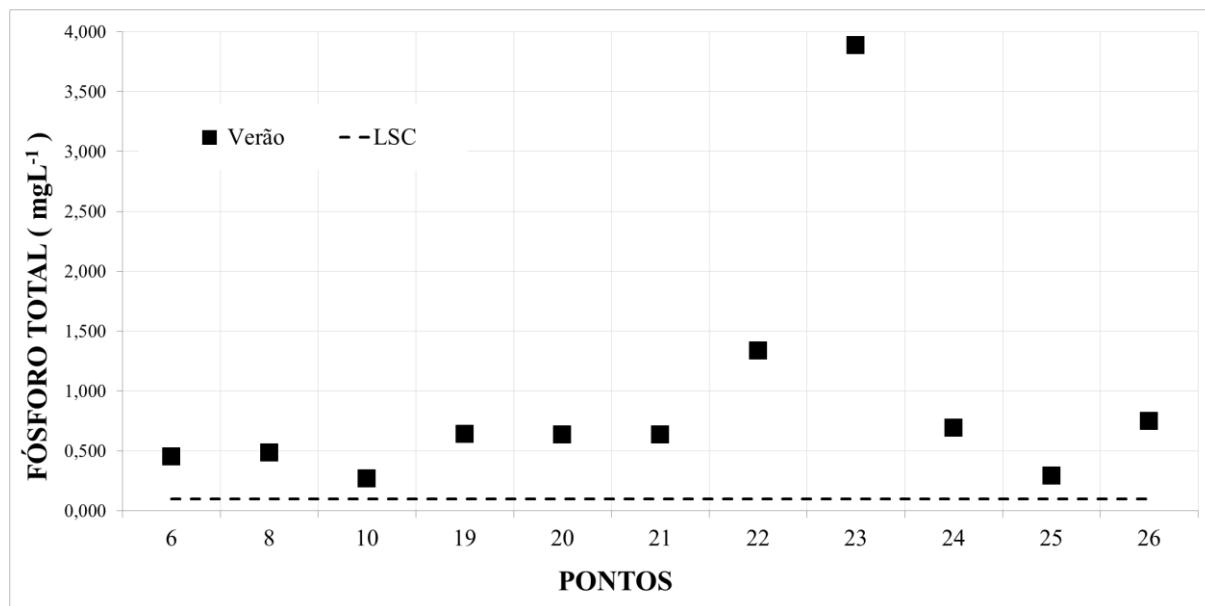
Pontes et al. (2012) realizou estudos similares no Córrego Banguelo, no Município de Belo Horizonte – MG, o mesmo observou elevadas concentrações de nitrogênio total em 3 pontos analisados, indicando desta maneira uma contaminação do córrego por esgotos domésticos e industriais, caso análogo aos dados desta pesquisa.

Fósforo Total: Apesar de o fósforo ser um elemento relativamente abundante no ambiente, ele não é encontrado em estado livre na natureza. Ocorre principalmente sob a forma de fosfatos, (PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^-), ligados a um cátion em compostos inorgânicos insolúveis (FREITAS, 2013).

Segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005, o limite permitido para as Classes I e II é de $0,1 \text{ mgL}^{-1}$, e para as Classes III e IV é de $0,15 \text{ mgL}^{-1}$. Na Figura 21, observa-se que todas as amostras apresentaram valores acima dos estabelecidos pela referida resolução. Os valores variaram entre $0,27$ e $3,89 \text{ mgL}^{-1}$ (Tabela 13). O menor valor foi encontrado no ponto 10 e o maior foi encontrado no ponto 23.

Tozzo et al. (2014), também encontrou valores superiores ao estabelecido pela Resolução no riacho Japira, no Município de Apucarana – PR. O mesmo, enfatiza que uma das prováveis causas para tal resultado, é o fato de a bacia receber tanto fontes naturais de fosfato - assoreamento no leito, quanto artificiais, possivelmente gerados por efluentes de origem doméstica. Entretanto, outro fator responsável apontado por Lopes (2016), é a substituição da mata nativa por monoculturas, como o caso da soja e do milho. Essas espécies provocam a quebra do ciclo natural dos nutrientes aportados nos solos das bacias, uma vez que para sua alta produtividade, são adicionados fertilizantes químicos com elevados teores de nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio. Tais usos da terra são encontrados na bacia hidrográfica em estudo.

Figura 21. Resultados do Fósforo total nos 11 pontos amostrados.



LIC = limite inferior de controle; LSC = limite superior de controle; Limite de detecção = 0,1 mgL⁻¹
FONTE: Elaborado pela autora, 2017.

Tabela 13. Estatística descritiva referente ao Fósforo total.

Medidas	Estação climática do verão
Contagem de dados	10
Soma	6,18
Mínimo	0,27
Máximo	1,34
Amplitude	1,07
Média	0,62
Desvio padrão	0,30
Variância da amostra	0,09
Coeficiente de Variação (%)	48,64
Curtose	3,51
Assimetria	1,47

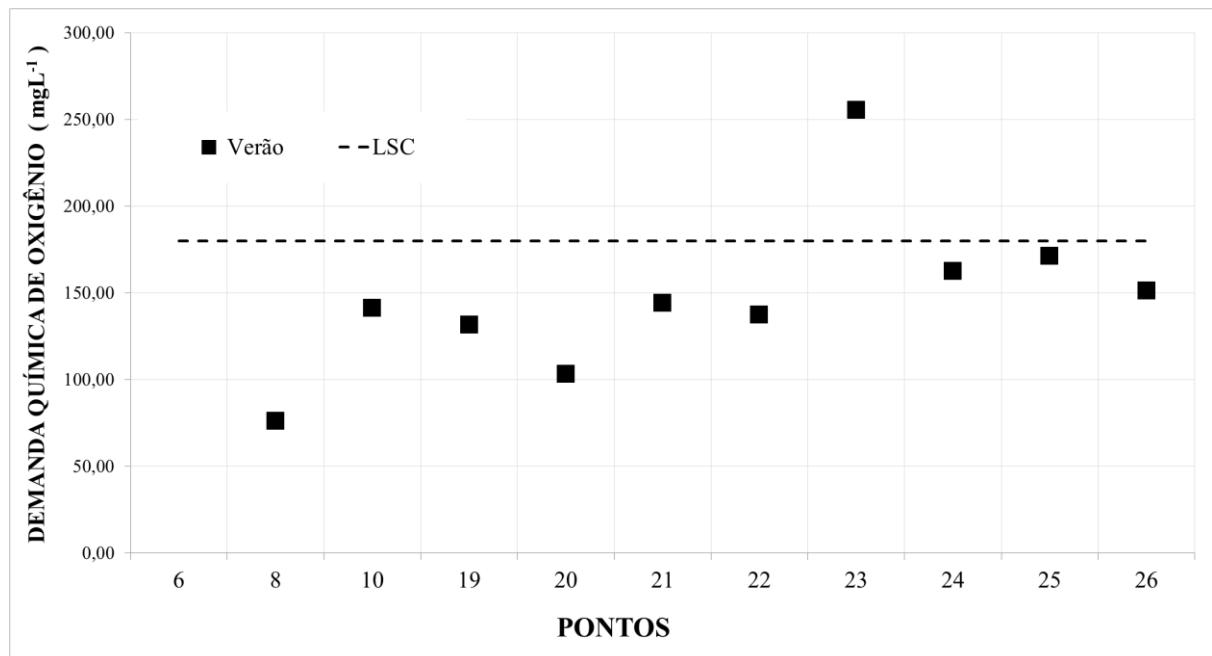
FONTE: Elaborado pela autora, 2017.

Os comportamentos dos dados projetam distribuição leptocúrtica e assimétrica positiva.

Demanda Química de Oxigênio (DQO): Mensura os compostos passíveis de oxidação através de um agente químico forte, como o dicromato de potássio, em meio ácido. Celulose, lignina, compostos húmicos e boa parte dos amoniacais são exemplos, uma vez que não são oxidáveis biologicamente. Na resolução 357/2005 do CONAMA não há referência a este parâmetro, estabelecendo limites apenas a Demanda Bioquímica de Oxigênio (MICHALAKE et al., 2016). Sua concentração em um corpo d'água deve-se principalmente a despejos de efluentes, tanto domésticos quanto industriais.

De acordo com a Figura 22, o ponto 23 foi o único que apresentou resultado acima do valor estipulado pela resolução CONAMA 430/11 (180 mgL^{-1}), utilizada alternativamente frente a omissão da resolução 357/05. Segundo Minghini (2007), isto ocorre devido à grande concentração de matéria orgânica e baixo teor de oxigênio. Também é possível observar crescimento nos valores de DQO conforme os pontos avançam em direção a área urbana do município.

Figura 22. Resultados da DQO relativa aos 11 pontos amostrados.



LIC = limite inferior de controle; LSC = limite superior de controle; Limite de detecção = 20 mgL^{-1}
FONTE: Elaborado pela autora, 2017.

Os valores variaram entre $< 20,00$ e $255,42 \text{ mgL}^{-1}$. O menor valor mensurado foi no ponto 6 e o maior no ponto 23. Conforme Vasco (2011), as causas da variação da DQO são a influência do comportamento hidrológico e características do lançamento de efluentes domésticos, agrícolas e industriais no rio. Em ambientes aquáticos, poluídos por matéria degradável, ocorre a autodepuração, que se realiza através de processos físicos, químicos e biológicos. Quanto maior a concentração de matéria orgânica na água, maior a proliferação de microrganismos que oxidam a matéria orgânica, demandando maior consumo de oxigênio (ALVES, 2017).

Na Tabela 14 observa-se que o comportamento dos dados projeta distribuição leptocúrtica e com assimetria negativa.

Tabela 14. Estatística descritiva referente à Demanda Química de Oxigênio.

Medidas	Estação climática do verão
Contagem de dados	9
Soma	1219,06
Mínimo	76,13
Máximo	171,38
Amplitude	95,26
Média	135,45
Desvio padrão	29,49
Variância da amostra	869,62
Coeficiente de Variação (%)	21,77
Curtose	1,00
Assimetria	-1,07

FONTE: Elaborado pela autora, 2017.

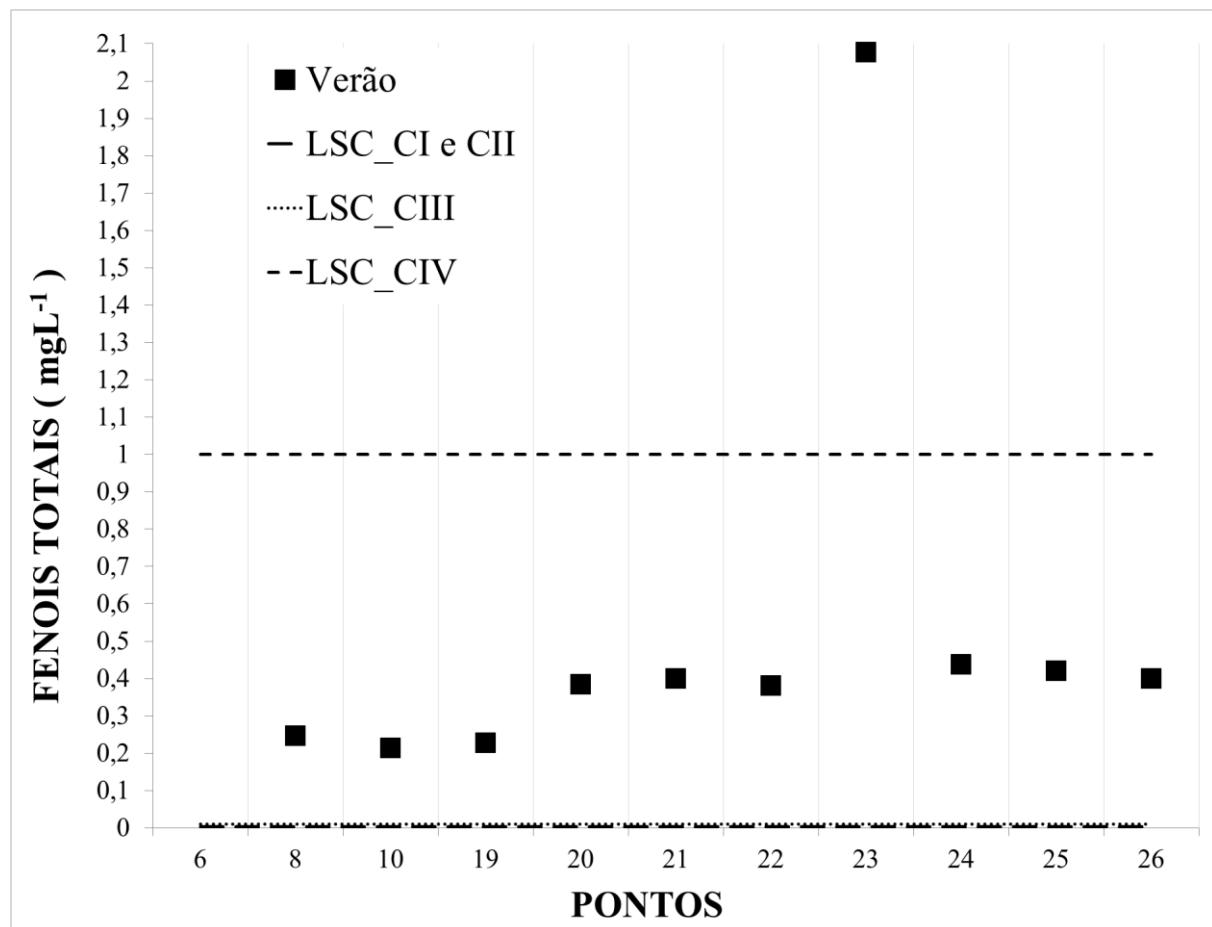
Fenol Total: O ácido carbólico ou fenol é um composto orgânico da série aromática, derivado do benzeno. É um dos mais preocupantes poluentes orgânicos devido à sua alta toxicidade, sua dificuldade em se degradar, além da característica de se acumular em organismos (KADUNC et al., 2009; XAVIER, 2012). Na fase final de tratamentos de água, o cloro é utilizado em larga escala para desinfecção, podendo gerar clorofenóis, porém, esta substância é ainda mais tóxica que o próprio fenol. A contaminação pode ocorrer por inalação, contato com os olhos e absorção na pele, ressaltando que cerca de 1g de fenol já é letal ao ser humano conforme o que estabelece o US – ATSDR. Department of Health and Human Services/2008 (XAVIER, 2012).

O limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para o fenol, é de 0,003 mgL⁻¹ para as Classes I e II, 0,01 mgL⁻¹ para Classe III e 1,0 mgL⁻¹ para Classe IV. Segundo a Figura 23, com exceção do ponto 23 que ultrapassou os limites permitidos pela Resolução, as demais amostras enquadraram-se na Classe IV, destinadas apenas para navegação e ambientes paisagísticos.

Os valores variaram entre < 0,10 e 2,08 mgL⁻¹. O menor valor foi encontrado no ponto 6, abaixo do limite de detecção do método, e o maior valor foi encontrado no ponto 23. É possível observar a tendência de crescimento de sua concentração conforme os pontos amostrais afastam-se da nascente e ainda mais ao entrarem em área urbana, a partir do ponto 20.

A partir da Tabela 15 identifica-se que a distribuição dos dados é platicúrtica e assimétrica negativa.

Figura 23. Resultados obtidos de Fenóis totais nos 11 pontos amostrados.



LIC = limite inferior de controle; LSC = limite superior de controle; Limite de detecção = $0,1 \text{ mgL}^{-1}$
 FONTE: Elaborado pela autora, 2017.

Tabela 15. Estatística descritiva referente aos Fenóis totais.

Medidas	Estação climática do verão
Contagem de dados	9
Soma	3,107
Mínimo	0,213
Máximo	0,437
Amplitude	0,223
Média	0,345
Desvio padrão	0,089
Variância da amostra	0,008
Coeficiente de Variação (%)	25,87
Curtose	-1,551
Assimetria	-0,745

FONTE: Elaborado pela autora, 2017.

Metais Pesados: Para as 11 amostras, coletadas durante a estação de verão, foram analisados os metais Chumbo, Níquel, Cobre, Cádmio e Cromo. A Tabela 16 apresenta os resultados obtidos. Apenas Cádmio e Cobre foram detectados nas amostras de água. A

amostra referente ao ponto 6, embora esteja localizado em área de nascente, apresentou a presença de Cd, a origem de tal elemento pode estar vinculada a geoquímica da região. No último ponto, na foz da bacia e em área urbana, foi detectado a presença de Cromo em alto valor.

Tabela 16. Resultados dos metais pesados (cádmio e cromo) dos 11 pontos amostrados nas águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Desquite.

Pontos	Cd (mgL ⁻¹)	Cr (mgL ⁻¹)
6	0,0014	<LD
8	<LD	<LD
10	<LD	<LD
19	0,0055	<LD
20	<LD	<LD
21	<LD	<LD
22	<LD	<LD
23	0,0020	<LD
24	<LD	<LD
25	0,0025	<LD
26	0,0038	2,340

<LD = Abaixo do limite de detecção; LD = 0,001 mgL⁻¹

FONTE: Elaborado pela autora, 2017.

O limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para o Cádmio, é de 0,001 mgL⁻¹ para as Classes I e II, 0,01 mgL⁻¹ para Classe III e IV. A rigor, até mesmo o ponto 6 - nascente, juntamente com 19, 23, 25, 26 enquadram-se na Classe III. Ao considerar a portaria do Ministério da Saúde, o ponto 19 esta no limite de enquadramento, este local está imediatamente anterior a captação de água de abastecimento pela concessionária de serviços de saneamento do município, com distância aproximada de 130 m.

Tabela 17. Estatística descritiva referente ao Cádmio.

Medidas	Estação climática do verão
Contagem de dados	5
Soma	0,0152
Mínimo	0,0014
Máximo	0,0055
Amplitude	0,0041
Média	0,0030
Desvio padrão	0,0016
Variância da amostra	0,000003
Coeficiente de Variação (%)	53,78
Curtose	-0,0495
Assimetria	0,9184

FONTE: Elaborado pela autora, 2017.

A partir da curtose e da assimetria calculadas, identifica-se que a distribuição de dados é respectivamente: platicúrtica e assimétrica à direita.

Com relação ao Cromo, o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 coincide com a portaria do MS, $0,05 \text{ mgL}^{-1}$, portanto o valor lido esta 46 vezes acima do que admite a legislação, este pico de leitura indica que, possivelmente, a fonte de contaminação esta próxima ao ponto de coleta.

Os pontos 19 a 26 estão em área urbanizada e sofrem os efeitos da intensa antropização. No ponto 23 ocorre o despejo direto de efluentes urbanos, os pontos 25 e 26 (foz) localizam-se na porção final da bacia hidrográfica. Nestes pontos, a leitura para cádmio foi intermitente, evidenciando a contaminação pontual por descartes de resíduos. O mesmo pode-se inferir sobre a leitura de cromo no ponto 26 (Figura 24). Gomes et al. (2016), em trabalho similar, na avaliação da água do rio doce, encontrou resultados análogos para cádmio e cobre.

Figura 24. Pontos 24(a), 25(b) e 26(c), despejo direto de efluentes no corpo hídrico.



FONTE: Elaborado pela autora, 2017.

3.4.3 Enquadramento das águas da bacia hidrográfica

Para o Enquadramento dos Corpos de Água em Classes foram realizadas análises físico-químicas nos corpos d'água seguindo o perfil de latitude da bacia hidrográfica do rio Desquite, os resultados encontrados foram comparados ao que estabelece a Resolução CONAMA nº 357/2005 e a Portaria 2.914/11. A resolução CONAMA nº 357/2005 que dispõe sobre a classificação dos corpos de águas superficiais e estabelece diretrizes ambientais para o seu enquadramento, mostra-se mais restritiva que a Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, esta última trata sobre os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade das águas, e de seu padrão de potabilidade.

Nos Quadros 4 a 7 estão as comparações dos resultados obtidos por estação para todos os pontos verificados, e, no Quadro 8, o resultado final para os valores médios das 4 estações. Os valores de oxigênio dissolvido variaram alterando a classe a cada estação, no inverno e no outono esteve na classe II, porém, no verão caiu para a classe IV, enquanto na primavera os níveis estiveram abaixo do estipulado para classe IV. No verão somaram-se as análises laboratoriais.

Quadro 4. Enquadramento dos valores médios, obtidos a cada estação climáticas, comparativamente aos padrões estabelecidos em: Resolução CONAMA 357/05, *CONAMA 430/11, **VON SPERLING, 2007 e Portaria 2.914/2011 do MS.

Parâmetros	Média 26 pontos Inverno	CONAMA				MS Portaria 2.914/11
		CLASSE I	CLASSE II	CLASSE III	CLASSE IV	
INVERNO						
Temperatura (°C)	14,68		40*			30
pH	6,47	≥ 6		≤ 9		6,0 a 9,0
OD (mgL ⁻¹)	5,37	≥ 6	≥ 5	≥ 4	≥ 2	-
Condutividade (µScm ⁻¹)	41,91		≤ 100**			-
STD (mgL ⁻¹)	20,90		≤ 500			1000
PRIMAVERA						
Temperatura (°C)	20,49		40*			30
pH	6,54	≥ 6		≤ 9		6,0 a 9,0
OD (mgL ⁻¹)	1,78	≥ 6	≥ 5	≥ 4	≥ 2	-
Condutividade (µScm ⁻¹)	40,08		≤ 100**			-
STD (mgL ⁻¹)	19,78		≤ 500			1000
VERÃO						
Temperatura (°C)	22,95		40*			30
pH	6,63	≥ 6		≤ 9		6,0 a 9,0
OD (mgL ⁻¹)	2,32	≥ 6	≥ 5	≥ 4	≥ 2	-

Parâmetros	Média 26 pontos Inverno	CONAMA				MS Portaria 2.914/11	
		CLASSE I	CLASSE II	CLASSE III	CLASSE IV		
Conduvidade (μScm^{-1})	55,28	$\leq 100^{**}$					
STD (mgL^{-1})	53,09	≤ 500			1000		
Nitrogênio Amoniacal (mgL^{-1})	2,98	3,7, para pH $\leq 7,5$		13,3, para pH $\leq 7,5$		1,5	
		2,0, para $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$		5,6, para $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$			
Fósforo (mgL^{-1})	0,92	$\leq 0,1$		$\leq 0,15$		-	
DQO (mgL^{-1})	134,04	$\leq 180^*$				-	
VERÃO							
Fenol Total (mgL^{-1})	0,47	$\leq 0,003$		$\leq 0,01$	$\leq 1,0$	-	
Pb (mgL^{-1})	0,00	$\leq 0,01$		$\leq 0,033$		0,01	
Ni (mgL^{-1})	0,00	$\leq 0,025$				0,07	
Cu (mgL^{-1})	0,00	$\leq 0,009$		$\leq 0,013$		2	
Cd (mgL^{-1})	0,003	$\leq 0,001$		$\leq 0,01$		0,005	
Cr (mgL^{-1})	2,34	$\leq 0,05$				0,05	
OUTONO							
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	19,54	40^*			30	6,0 a 9,0	
pH	7,09	≥ 6		≤ 9			
OD (mgL^{-1})	5,53	≥ 6	≥ 5	≥ 4	≥ 2	-	
Conduvidade (μScm^{-1})	50,50	$\leq 100^{**}$				-	
STD (mgL^{-1})	24,10	≤ 500			1000		

► Em conformidade com a Portaria MS e Classe especial do CONAMA;

► Em conformidade com a referida Classe do CONAMA;

► Acima do(s) valores estabelecidos.

FONTE: Elaborado pela autora, 2017

Quadro 5. Enquadramento dos valores médios comparativamente aos padrões estabelecidos em: Resolução CONAMA 357/05, *CONAMA 430/11, **VON SPERLING, 2007 e Portaria 2.914/2011 do MS.

Parâmetros	Média 26 pontos 4 estações	CONAMA				MS Portaria 2.914/11	
		CLASSE I	CLASSE II	CLASSE III	CLASSE IV		
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	19,41	40^*			30	6,0 a 9,0	
pH	6,68	≥ 6		≤ 9			
OD (mgL^{-1})	3,75	≥ 6	≥ 5	≥ 4	≥ 2	-	
Conduvidade (μScm^{-1})	39,72	$\leq 100^{**}$				-	
STD (mgL^{-1})	24,64	≤ 500			1000		
Nitrogênio Amoniacal (mgL^{-1})	0,75	3,7, para pH $\leq 7,5$		13,3, para pH $\leq 7,5$		1,5	
		2,0, para $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$		5,6, para $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$			
Fósforo (mgL^{-1})	0,62	$\leq 0,1$		$\leq 0,15$		-	
DQO (mgL^{-1})	121,91	$\leq 180^*$				-	

Parâmetros	Média 26 pontos 4 estações	CONAMA				MS Portaria 2.914/11
		CLASSE I	CLASSE II	CLASSE III	CLASSE IV	
Fenol Total (mgL ⁻¹)	0,030	≤ 0,003		≤ 0,01	≤ 1,0	-
Pb (mgL ⁻¹)	0,001	≤ 0,01		≤ 0,033		0,01
Ni (mgL ⁻¹)	0,001			≤ 0,025		0,07
Cu (mgL ⁻¹)	0,001	≤ 0,009		≤ 0,013		2
Cd (mgL ⁻¹)	0,003	≤ 0,001		≤ 0,01		0,005
Cr (mgL ⁻¹)	2,34			≤ 0,05		0,05

► Em conformidade com a Portaria MS e Classe especial do CONAMA;

► Em conformidade com a referida Classe do CONAMA;

► Acima do(s) valores estabelecidos.

FONTE: Elaborado pela autora, 2017

Os valores de OD, amônia, fósforo e fenol, além dos metais Cd e Cr foram os mais influenciados, ao longo do curso do rio, face a variação das condições de uso e ocupação do solo, pois no trecho final estudado acontece um maior lançamento de dejetos líquidos no corpo hídrico e na primeira parte da bacia, justificado por ser ambiente rural, as interferências são mais difusas e permitem aos meios a autodepuração.

Após um ano de acompanhamento e campanhas amostrais na bacia hidrográfica do rio Desquite, os resultados evidenciam que o enquadramento se dá na Classe IV da Resolução CONAMA nº 357/2005. As variáveis, oxigênio dissolvido e fenol total apresentaram valores pertinentes à esta classe; porém, as concentrações do fósforo e cromo ficaram acima do valor máximo admitido nesta classe. Neste sentido, as águas não podem ser destinadas ao abastecimento humano, para a classe 4 a resolução define apenas o uso para navegação e harmonia paisagística.

Passivos ambientais oriundos de atividades antrópicas, contribuem significativamente para mudanças na qualidade da água. As alterações são observadas nas áreas de preservação permanente com ausência de cobertura vegetal ou nos lançamentos de efluentes domésticos e resíduos sólidos nestes locais ou diretamente nos corpos d'água.

3.4.4 Análise das médias

Na Tabela 19 encontra-se o teste t comparativo de médias ao nível de significância 5%. As médias de temperatura não apresentaram diferença significativa nas estações da primavera e do outono, porém diferem de inverno e verão e, estas também diferem entre si. Estes resultados justificam-se porque as estações climáticas são bem definidas na região e outono e primavera tem características intermediárias das outras duas estações. No que se refere ao pH, apenas a média do outono apresenta diferença significativa em relação as

demais. Para as médias de oxigênio dissolvido, os períodos de inverno e outono não são significativamente diferentes, tal como não diferem as médias da primavera e do verão. As médias sazonais da condutividade elétrica no inverno e primavera são estatisticamente semelhantes entre si e diferem significativamente das médias do verão e do outono, que também são semelhantes entre si. Para os sólidos totais dissolvidos apenas a média de verão difere significativamente das demais.

Tabela 18. Teste comparativo de médias (*t de student*).

Parâmetros	Estações			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Temperatura (°C)	14,68a	20,48b	22,84c	19,54b
pH	6,47a	6,54a	6,59a	7,09b
OD (mgL⁻¹)	5,29a	1,79b	2,31b	5,53a
Condutividade (µScm⁻¹)	41,91a	39,76a	55,00b	50,50b
STD (mgL⁻¹)	20,90a	19,78a	52,31b	24,10a

Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem estatisticamente ao nível de significância de 5%
FONTE: Elaborado pela autora, 2017

3.4.5 Análise de Correlação dos Parâmetros

Uma correlação positiva indica que quando um parâmetro aumenta, ou outro também aumenta, ou seja, valores altos de determinado parâmetro estão associados a valores altos de outro parâmetro. Uma correlação negativa indica que quando um parâmetro aumenta, o outro diminui, ou seja, valores altos de determinado parâmetro estão associados a valores baixos de outro parâmetro (FIGUEIREDO, 2014; RIBEIRO, 2016).

A tabela 20 mostra as correlações entre os parâmetros analisados. Serão discutidas as correlações perfeitas, as correlações muito fortes, as correlações fortes e as correlações moderadas.

Tabela 19. Correlação de Pearson entre os parâmetros analisados.

Parâmetros	ρ de Pearson	Correlação
Condutividade & Nitrogênio amoniacal	1	Perfeita
Condutividade & Fósforo total	1	Perfeita
Condutividade & Fenóis totais	1	Perfeita
Sólidos totais dissolvidos & Nitrogênio amoniacal	1	Perfeita
Sólidos totais dissolvidos & Fenóis totais	1	Perfeita
Nitrogênio amoniacal & Fenóis totais	1	Perfeita
Fósforo total & Fenóis totais	1	Perfeita
Condutividade & Sólidos totais dissolvidos	0,9	Muito forte
Sólidos totais dissolvidos & Fósforo total	0,9	Muito forte
Nitrogênio amoniacal & Fósforo total	0,9	Muito forte

Parâmetros	ρ de Pearson	Correlação	
Temperatura & Cádmio	-0,7	Forte	Inversa
Condutividade & DQO	0,8	Forte	
Condutividade & Cádmio	-0,7	Forte	Inversa
Sólidos totais dissolvidos & DQO	0,7	Forte	
DQO & Fenóis totais	0,8	Forte	
Temperatura & Oxigênio dissolvido	-0,6	Moderada	Inversa
Temperatura & DQO	0,5	Moderada	
pH & DQO	0,5	Moderada	
Oxigênio dissolvido & DQO	0,5	Moderada	
Sólidos totais dissolvidos & Cádmio	-0,6	Moderada	Inversa
Nitrogênio amoniacal & DQO	0,6	Moderada	
Fósforo total & DQO	0,6	Moderada	

FONTE: Elaborado pela autora, 2017.

A temperatura controla e influencia uma série de parâmetros físico-químicos, tem efeito direto sobre a cinética das reações químicas, nas estruturas proteicas e funções enzimáticas dos organismos. De maneira geral, a velocidade das reações químicas aumentam com o acréscimo na temperatura. Neste estudo apresenta forte correlação inversa com a presença de cádmio na amostra, ou seja, quanto maior a temperatura da água, menor a leitura de cádmio. O aumento de temperatura facilita processos de adsorção (FUNGARO, 2007; VON SPERLING, 2005), reduzindo a disponibilidade do elemento na coluna d'água. Apresenta ainda correlação moderada negativa com a oxigenação da amostra, pois como dito anteriormente as trocas gasosas dependem também do regime de escoamento do rio. Já com a DQO a correlação é moderada e positiva, de fácil compreensão a partir da correlação anterior, com menor disponibilidade de oxigênio, reduz a ocorrência das reações de oxidação dos compostos contaminantes. Consequentemente é esperado que DQO e OD apresentem significativa correlação, para o estudo a correlação encontrada é moderada positiva.

O pH apresenta correlação moderada positiva com a DQO. Águas que apresentam baixos valores de pH podem potencializar a solubilização e liberação de metais adsorvidos em sedimentos, influenciando as concentrações de fósforo e nitrogênio e cessando a decomposição de matéria orgânica carbonácea, ou seja, alterando a solubilidade afeta a toxicidade de substâncias como metais e formas disponíveis de nitrogênio, além de alterar a disponibilidade de muitas substâncias.

Já para a condutividade encontramos seis correlações muito significativas: perfeita e positiva [$\rho = 1$] com amônia, fósforo total e fenóis totais, muito forte e positiva com STD e forte positiva com DQO. Com o cádmio a correlação é forte e negativa.

O coeficiente de Pearson indica correlações significativas também para STD, perfeita

com nitrogênio amoniacal e fenóis totais, muito forte com fósforo total, forte com DQO e moderada com inversa com cádmio. Todo tipo de matéria orgânica nos rios transforma-se em amônia que é altamente tóxica para a fauna aquática, no entanto, a atividade bacteriana pode transformar a amônia em nitrato, substância menos tóxica. Este processo implica no consumo de oxigênio dissolvido do meio, o que pode afetar a vida aquática (PEREIRA, L., 2010). Viola (2016) também encontrou forte correlação do fósforo com parâmetros associados a matéria orgânica e sólidos em suspensão, é possível inferir então a origem deste elemento em fontes de poluição por esgotos, juntamente com o cádmio.

As demais correlações estão intimamente ligadas à fonte prioritária da contaminação das águas do rio Desquite com os elementos nitrogênio, fósforo, fenóis e cadmio refletindo a falta de atendimento a população daquele município com coleta e tratamento de esgotos.

3.5 CONCLUSÃO

Oxigênio Dissolvido (OD) apresentou na primavera e no verão, valores enquadrados na Classe IV, isto está relacionado diretamente com a temperatura e o relevo predominante na bacia que resulta em regime de fluxo laminar do rio Desquite.

O pH apresenta valores abaixo do mínimo estabelecido pelo CONAMA nº 357/2005 nos pontos 1, 3, 4, 6, 12, 18 e 22, os quais podem estar relacionados com o horário de coleta, uma vez que as mudanças ao longo do dia emitem radiações solares que interferem nos processos bioquímicos da água.

Os valores de Fosforo Total apresentaram-se muito acima daqueles estabelecidos pela Resolução, podendo ser resultado da interação entre a água das chuvas e o teor de fósforo na camada superficial do solo em área rural somado aos despejos de esgotos em área urbana.

O Nitrogênio Amoniacal, a bacia hidrográfica do rio Desquite, enquadrou-se nas Classes I e II da Resolução CONAMA nº 357/2005, com exceção do ponto 23, onde o valor ultrapassou o permitido, tratando-se de uma galeria de esgoto o que evidencia a contaminação por esgotos domésticos.

Os resultados do Cádmio apresentaram leitura média enquadrada na Classe III. O ponto 19 está no limite do que admite a Portaria do MS.

O Fenol Total enquadrou-se na Classe IV da Resolução CONAMA nº 357/2005. Esta água abastece a população do município de Otacílio Costa após tratamento convencional, cuja desinfecção é feita com cloro, com risco da formação de clorofenóis.

O Cromo detectado apenas no ponto 26 na foz da bacia hidrográfica apresentou leitura 46 vezes acima do permitido pela legislação.

As análises estatísticas demonstraram que a sazonalidade, a localização e a interação entre os dois fatores tem influência estatisticamente significativa sobre os parâmetros temperatura, pH, OD, condutividade e sólidos totais dissolvidos, à exceção dos parâmetros temperatura e OD que não são influenciados pelo fator localização.

O teste t comparativo de médias com nível de significância a 5% identificou as médias estatisticamente divergentes para cada parâmetro.

As correlações de Pearson auxiliaram na compreensão e identificação das interações entre os parâmetros físico-químicos, ratificando os resultados encontrados e sua relação com o processo de uso do solo.

Destaca-se os valores detectados para o Fenol total e Cádmio no ponto 19, face este estar localizado a uma distância de aproximadamente 130 m do ponto de captação de água de abastecimento municipal.

Desta forma, é evidente a importância da continuidade deste monitoramento com maior número de análises e em maior período para o aprofundamento das investigações das origens destas não conformidades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 9898/1987: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores.** Rio de Janeiro, ABNT, 1987.
- AGLANU, L.M. Watersheds and Rehabilitations Measures - A Review. **Resources and Environment.** 4(2): 104-114. 2014
- AHMAD, A. Analysis of maximum likelihood classification on multispectral data. **Applied Mathematical Sciences**, v. 6, n. 129-132, p. 6425-6436. 2012
- AHMAD, A. & QUEGAN, S. The Effects of Haze on the Accuracy of Maximum Likelihood Classification. **Applied Mathematical Sciences**, v. 10, n. 39, p. 1935-1944. 2016.
- ALMEIDA, B.S.C. **Impacte ambiental da viticultura do Douro na qualidade dos solos, sedimentos e águas.** 129 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Geociências, Universidade de Aveiro. Aveiro/PT, 2015.
- ALMEIDA, J.C. **Avaliação do Índice de Qualidade da Água na Lagoa dos Patos.** 52 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013.
- ALVES, W.S.; SANTOS, L.N.S.; MEDEIROS, V.S.; AQUINO, D.S.; MORAIS, W.A.; SALEH, B.B. & MOURA, D.M.B. Avaliação da qualidade da água e estado trófico do ribeirão das abóboras, em Rio Verde-GO, Brasil. **Geociências (São Paulo)**, v. 36, n. 1, p. 13-29, 2017.
- AMARAL, A.B. & RIOS, A.S. Geoprocessamento: mapeamento do uso e ocupação do solo no alto curso do rio Piedade. **Revista Geografia**, Uberlândia, v. 2, n. 1, p.1-8, out. 2012.
- APHA, Awwa. WEF, 2005. *Standard methods for the examination of water and wastewater*, v. 21, p. 258-259, 2005.
- ARAÚJO, L.E.; SANTOS, M.J.; DUARTE, S.M. & OLIVEIRA, E.M. Impactos ambientais em bacias hidrográficas: caso da bacia do rio paraíba. **Tecno-lógica**, Santa Cruz do Sul, v. 13, n. 7, p.109-115, dez. 2010.
- ARRUDA, N.M.B. **Avaliação de variáveis de qualidade de água dos reservatórios das usinas hidrelétricas de Foz do Areia, Segredo e Caxias, como instrumento de gestão de bacias hidrográficas.** 2014. 249 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR, 2014.
- ASCENCIO, M.T.L.; GÓMEZ, D.V.M.; JAIME, C.G.M.; JUNGDORF C.A.S. **Evaluación de la afectación de la calidad del agua en cuerpos de agua superficiales y subterráneos por efecto de la variabilidad y el cambio climático y su impacto en la biodiversidad, agricultura, salud, turismo e industria.** Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2008.
- ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL: base de dados. Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/consulta/>>. Acesso em: 14/05/2016.

BACCI, D. C. & PATACA, E. M. **Educação para a água.** Estudos avançados 22. 2008

BARBOSA, C.S.; SANTANA, S.A.A.; BEZERRA, C.W.B. & SILVA, H.A.D.S. Removal of phenolic compounds from aqueous solutions using activated carbon prepared from water hyacinth (*Eichhornia crassipes*): kinetic and thermodynamic equilibrium studies. **Química Nova**, [s.l.], v. 37, n. 3, p.447-453, fev. 2014. GN1 Genesis Network. <http://dx.doi.org/10.5935/0100-4042.20140066>.

BARROS, C.M. Análise comparativa entre os sistemas de gestão da água: Brasil, Estados Unidos, Alemanha, África do Sul. **Anais**, Brasília, v. 1, n. 12, p.1-7, dez. 2015.

BARROS, F.M.; MARTINEZ, M. A.; TEIXEIRA DE MATOS, A.; CECON, P. R.; ASTONI MOREIRA, D. & QUINTÃO ROSA, D. R. Elementos químicos potencialmente tóxicos em diferentes níveis de vazão no rio Turvo Sujo, MG, Brasil. **Ambiente & Água**, v. 4, n. 2, p. 93-105, 2009.

BARROS, J.G.C. Origem, distribuição e preservação da água no planeta Terra. **Revista das Águas**. 4^a CCR. Ano 2. n. 6 . junho, 2008.

BECEGATO, V.A.; FERREIRA, F.J.F.; CABRAL, J.B.P.; FIGUEIREDO, O.A.R & NETO, S.L.R. Monitoramento do uso e ocupação do solo em área de influência do município de Fazenda Rio Grande - Região metropolitana de Curitiba-PR. **RA'EGA**, Curitiba: UFPR, n.14, p. 217-226, 2007.

BENEDITO, C. & BRAGA, R. Mobilização de uma Comissão de Moradores em Defesa da Área de Preservação Permanente (APP) do Ribeirão Piracicamirim, no Município de Piracicaba-SP. **Appurbana**. Piracicaba Sp, jul. p. 1-14. 2012.

BEVILACQUA, A.F. **A Bacia Hidrográfica como unidade territorial de planejamento: Limites e perspectivas.** 2011. 152 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Planejamento Urbano e Regional, Universidade do Vale da Paraíba, São José dos Campos, 2011.

BLACKSTOCK, K.L.; WAYLEN, K.A.; DUNGLINSON, J. & MARSHALL, K. M. Linking process to outcomes — Internal and external criteria for a stakeholder involvement in River Basin Management Planning. **Ecological Economics**, 77: 113-122. 2012

BORTOLI, J. **Qualidade físico-química e microbiológica da água utilizada para consumo humano e dessementação animal em propriedades rurais produtoras de leite na região do Vale do Taquari/RS.** 152 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ambiente e Desenvolvimento, Centro Universitário Univates, Lageado - Rs, 2016.

BRANCO, O.E.A. **Avaliação da disponibilidade hídrica: Conceitos e aplicabilidade.** Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 20 p. 2006.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 24 mai. 2012.

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 e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 18 mar. 2005.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 08 de janeiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente Legislação Federal. Brasília, DF.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Saneamento Básico: Legislação Federal. Brasília, DF.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Código Florestal: Legislação Federal. Brasília, DF.

BRASIL. Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012. Altera a Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938/1981, 9.393/1996, e 11.428/2006; e revoga as Leis nos 4.771/1965 e 7.754/1989, a Medida Provisória nº 2.166-67/2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei no 6.015/1973, e o § 2º do art. 4º da Lei no 12.651/2012. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 18 out. 2012b.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 001 de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental - RIMA. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 fev. 1986.

BRASIL. Resolução CONAMA 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 condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 18 mar. 2005.

BRASIL. Resolução CONAMA 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, do Conselho Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 16 mai. 2011.

BRASIL, Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de Dezembro de 2011. Dispõe sobre normas de potabilidade de água para o consumo humano. Brasília: SVS, 2011.

CÂMARA, F.R.A. Demanda Química de Oxigênio, Clorofila a e Comunidade Fitoplanctônica como indicadores da qualidade da água no Canal do Pataxó/RN. 2007. 124 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Bioecologia Aquática, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007.

CÂMARA SETORIAL DE SILVICULTURA. Agenda estratégica do setor de florestas plantadas. Brasília, DF, 2009.

CAMPOS, A.R.; FONSECA, D.F.; SAMPAIO, D.M.; FARIA, S.D.; ELMIRO, M.A.T. Classificação orientada à objeto para mapeamento do uso e cobertura do solo do município de Rio Acima, MG: por crescimento de regiões e por extração de objetos. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 16, 8035-8042. 2013.

CARVALHO, I.G. Fundamentos da Geoquímica dos Processos Exógenos, Ed. Bureau Gráfica e Editora Ltda, Salvador, Bahia, 1995.

CARVALHO, I.S.M.; ALVES, N.M.S.; MELO, I.S. Análise dos processos morfodinâmicos na bacia hidrográfica do rio Aningas–Pirambu/SE. **Revista Geonorte**, v. 5, n. 20, p. 72-75,

2014.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Significado Ambiental e Sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem.** São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2009.

COELHO, R.C.T.P.; BUFFON, I.; GUERRA, T. Influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água: um método para avaliar a importância da zona ripária. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 6, n. 1, p. 104-117, 2011.

COELHO, V.H.R.; MONTENEGRO, S.M.; ALMEIDA, C.D.N.; LIMA, E.R.; NETO, A.R. & DE MOURA, G.S. Dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 9, p.64-72, set. 2014.

CONGALTON, R. G. & GREEN, K. **Assesing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices.** Boca Raton: CRC Press, 2008.

CONLEY, D.J.; PAERL, H.W.; HOWARTH, R.W.; BOESCH, D.F.; SEITZINGER, S.P.; KARL E.; LANCELOT, C.; GENE E. Controlling Eutrophication: Nitrogen and Phosphorus. **Science Magazine**, (s.i), v. 323, n. 1, p.1014-1015, maio 2009.

COSTA, C.; COSTA, A.; TEIXEIRA, A.D.S.; ALVES, N.D.L.; ANDRADE, E.D.; SOUSA, B.; LEÃO, A.D.O. Comparação do uso do SRTM para delimitação e caracterização fisiográfica de uma micro-bacia hidrográfica. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, Brasil, 21-26. 2007

COUTINHO, L.M.; ZANETTI, S.S.; CECÍLIO, R.A.; GARCIA, G.O.; XAVIER, A. C. Usos da Terra e Áreas de Preservação Permanente (APP) na Bacia do Rio da Prata, Castelo-ES. **Floresta e Ambiente**, 20(4), 425-434, 2013.

D'ÁGUILA, P.S.; ROQUE, O.C.C.; MIRANDA, C.A.S. & FERREIRA, A.P. Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do Município de Nova Iguaçu Quality assessment of the public water supply in Nova Iguaçu, Rio de Janeiro. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 16, n. 3, p. 791-798, 2000.

DIAS, L. P. R.; GATIBONI, L. C.; ERNANI, P. R.; MIQUELLUTI, D. J.; CHAVES, D. M. & BRUNETTO, G. Partial substitution of soluble phosphate by rock phosphate in the planting of *Eucalyptus benthamii* and *Eucalyptus dunnii* in southern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 2, p. 516-523, 2014.

DOURADO, J.B. **Elementos traço em sedimentos e *Anomalocardia brasiliiana* (GMELIN,1791) em área sob influência de carcinicultura, salinas da Margarida, Bahia.** 104 f. Dissertação (mestrado) - Programa de pós-graduação em Geoquímica do Petróleo e Ambiental, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ).** Súmula da 10º Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro, 1979.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Solos do Estado de Santa Catarina.** - Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2004. 1 CD-ROM.; mapa

color. - (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento; n. 46). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/88186/1/BPD-46-2004-SantaCatarina-.pdf>>. Acessado em: 10/03/2016

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos / Humberto Gonçalves dos Santos ... [et al.]. – 4. ed. – Brasília, DF : Embrapa,2014.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA - EPAGRI. Panorama Microrregional, disponível em: <http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/Dados_regioes/Campos_Lages.pdf>. Acessado em 08/05/2017.

ENVI. ENVI User's Guide - ENVI Version 5.3. Exelis Visual Information Solutions. 2015.

EPA (US Environmental Protection Agency), IRIS online. Basic information about lead in drinking water. 2015. Disponível em: <<http://water.epa.gov/drink/contaminants/>>. Acesso em: 12/05/2017.

ESTEVES, FA. Fundamentos de Limnologia. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciênciac. 826 p. 2011.

ESTEVES, R.A., & ROCHA, J.R.S.L. Monitoramento limnológico do rio São Francisco-RJ como ferramenta de gestão ambiental para as empresas que o utilizam como fonte de recursos hídricos. **Electronic Journal of Management, Education and Environmental Technology (REGET)**, v. 19, n. 2, p. 392-401, 2015.

EUBA NETO, M.; SILVA, W.O.; RAMEIRO, F.C.; NASCIMENTO, E.S. & ALVES, A.D.S. Physical, chemical and microbiological analysis of waters of the Veneza balneary in the middle Itapecuru hydrographic basin, Maranhão, Brazil. *Arq. Inst. Biol. [online]*, vol.79, n.3, pp.397-403. 2012. ISSN 1808-1657.

FARAGE, J.A.P. Influência do uso e da ocupação do solo na qualidade da água e capacidade autodepurativa do rio Pomba. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Viçosa/MG, 2009.

FARIA, D.A. Influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água da bacia hidrográfica do Ribeirão Guaratinguetá (SP). 134 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Estadual Paulista "julio de Mesquita Filho", Bauru, 2012.

FARIAS, M.S.S. Monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Cabelo. 152 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande - PB, 2006.

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; ROCHA, E. C.; SILVA JÚNIOR, J. A.; PARANHOS, R.; NEVES, J. A. B. & SILVA, M. B. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson: O retorno. **Leviathan–Cadernos de Pesquisa Política**, v. 8, p. 66-95, 2014.

FIQUEPRON, J.; GARCIA, S.; STENGER, A. Land use impact on water quality: Valuing forest services in terms of the water supply sector. **Journal of Environmental Management** 126, 113-121. 2013

FLORIANI, G.S. História Florestal e Sócio-Lógica do Uso do Solo na Região dos Campos de Lages no século XX. 230f. Dissertação (Mestrado) –Programa de Prós Graduação em Engenharia Florestal - UDESC. Lages, 2007.

FONSECA, R.; SILVA, P.; SILVA, R. Acordo inter-juízes: O caso do coeficiente kappa. **Laboratório de Psicologia**, v. 5, n. 1, p. 81-90. 2013.

FRANCISCO, C. N.; ALMEIDA, C.M. Evaluating the performance of statistical and textural attributes for an object-based land cover classification. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 18, n. 2, p. 302-326. 2012.

FREIRE, C.C.; OMENA, S.P.F. **Princípios de hidrologia ambiental. Curso de Aperfeiçoamento em Gestão de Recursos Hídricos.** UFSC/UFAL. 2005.

FREITAS, S.C. **Estimativa da pegada hídrica cinza relativa ao fósforo na bacia hidrográfica do ribeirão Pipiripau.** Dissertação (mestrado) - Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Florestal, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Brasília/DF, 2013.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que Trabalham em ETAS.** Brasília: Coordenação de Comunicação Social (coesc/gab/presi/funasa/ms), 116 p. 2014.

FUNGARO, D. A. & IZIDORO, J.C. Efeito da temperatura na remoção de Zn (II) e Cd (II) usando zeolita sintetizada a partir de cinzas de carvão 2007.

GASPAROTTO, F.A. **Avaliação ecotoxicológica e microbiológica da água de nascentes urbanas no município de Piracicaba - SP.** 90 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba - SP, 2011.

GOMES, C.C. **Concentração de minerais em leite humano maduro de banco de leite.** 90 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro Oeste da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande - MS, 2015.

GOMES, W. K. D. A. M.; SOUZA, R. F. D. & CRISPIM, M. C. Avaliação espacial e temporal da qualidade da água em rio de área costeira do nordeste brasileiro. **Revista Geotemas**, v. 6, n. 2, p. 03-14, 2017.

GONZALEZ, K.R. Toxicologia do níquel. **Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 9, n. 2, 2016.

GUIMARÃES, R.Z.; OLIVEIRA, F.A.; GOLÇALVES, M.L. Avaliação dos impactos da atividade de silvicultura sobre a qualidade dos recursos hídricos superficiais. **Revista Scientia Forestalis.** Volume 38, p377-390. 2010.

HAIDARY, A.; AMIRI, B. J.; ADAMOWSKI, J.; FOHRER, N. & NAKANE, K. Assessing the Impacts of Four Land Use Types on the Water Quality of Wetlands in Japan. **Water Resour Manage**, 27:2217–2229. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira.** 2^a ed. Rio de Janeiro: 2012. 275p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA – IBGE. Manual Técnico de Uso da Terra. 3^a edição. Rio de Janeiro. 2013.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Brasil). **Santa Catarina:** Otacílio Costa. 2016. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=421175>>. Acesso em: 25 out. 2016.

KADUNC, B.V.; VANTI, A.A. Avaliação da toxicidade sistêmica do fenol em peelings faciais. **Surgical And Cosmetic Dermatology**, (s.i), v. 1, n. 1, p.1-3, fev. 2009.

LEONARDO, A. F. G.; TACHIBANA, L.; CORRÊA, C. F.; KOKI, M. R.; NETO, A. L. & BACCARIN, A. E. Qualidade da água do rio Ribeiro de Iguape da área de extração de areia no município de Registro, SP. **Acad., Ciênc. Agrár. Ambient**, Curitiba, Pr, v. 6, n. 4, p.483-492, dez. 2008.

LIBÂNIO, M.; VON SPERLING, E.; BASTOS, R.K.X.; HELLER, L.; BORJA, P.C. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano / **Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde**. – Brasília : Ministério da Saúde, 212 p. – (Série B. Textos Básicos de Saúde). 2006.

LIBÂNIO, P.A.C.; CHERNICHARO, C.A.L.; NASCIMENTO, N.O. A dimensão da qualidade de água: avaliação da relação entre indicadores sociais, de disponibilidade hídrica, de saneamento e de saúde pública. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 10, n. 3, p. 219-228, 2005.

LOPES, F.W.A.; GUIMARÃES JUNIOR, A.P. Influência das condições naturais de pH sobre o índice de qualidade das águas (IQA) na bacia do Ribeirão de Carrancas. **Geografias**, (s.i), v. 6, n. 2, p.134-147, set. 2010.

LOPES, S.M.F. **Influência do uso da terra na qualidade da água em bacias hidrográficas com usos distintos, em Itajaí - GO e Canapolis - MG.** 229 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geográfica, Universidade Federal de Goiás, Goiânia/GO, 2016.

MACHADO, H.C. A EXPLORAÇÃO MADEIREIRA NO PLANALTO SERRANO CATARINENSE: Da araucária à diversificação produtiva da madeira. In: **2º Seminário Nacional de Planejamento e Desenvolvimento - Planejamento Territorial, Geografia Econômica e XIV SIMGeo Simpósio de Geografia.** UDESC - Florianópolis, setembro, 2014.

MANTOVANI, L.E.; FRITZSONS, E.; WREGE, M.S. aspectos hidrológicos e hidrogeológicos da bacia do rio fervida, aquífero carste, Colombo, Paraná. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, v. 37, p. 190-206, 2016.

MEDEIROS, J.M.M.; MEDEIROS, M.M.; ROMERO, M.A.B. A gestão para conservação da água. Dois estudos de caso: Riacho Fundo, Brasília e Rio Don, Toronto. **Interfaces Brasil/Canadá**, v. 14, p. 181-201, 2014.

MEDDENS, A.J.; HICKE, J.A.; VIERLING, L.A.; HUDAK, A.T. Evaluating methods to detect bark beetle-caused tree mortality using single-date and multi-date Landsat imagery. **Remote Sensing of Environment**, 132, 49-58. 2013.

MENEGATTI, R. D.; HIGUCHI, P.; DA SILVA, A. C.; FERT-NETO, J.; CORREIA, J.; MUNARETTI, A. M. & BERRI, P. Relação etnobotânica dos proprietários rurais do município de Urupema, SC, com recursos florestais. **FLORESTA**, v. 44, n. 4, p. 725-734, 2014.

MENDONÇA, F.; MARQUES, G.S. Degradção ambiental e qualidade da água em bacia hidrográfica de Abastecimento público: rio Timbú – PR. **Entre-Lugar**, Dourados, MS, ano 2, n. 3, p. 111-136, 1º semestre de 2011.

MERTEN, G.H.; MINELLA, J.P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecol. e Desenvol. Rur. Sustent**, Porto Alegre, v. 3, n. 6, p.33-38, dez. 2002.

MICHALAKE, A.E.; SILVA, C.R.; SILVA, F.F. Análise dos parâmetros físico-químicos do esgoto tratado de Curitiba (PR) - Estação Belém. **Ciência & Natureza**, Santa Maria, v. 8, n. 3, p.1560-1570, set. 2016.

MILANI, E.J.; MELO, J.H.G.; SOUZA, P.A., FERNANDES, L.A.; FRANÇA, A.B. Bacia do Paraná. **Boletim de Geociências da PETROBRAS**, v. 15, n. 2, p. 265-287, 2007.

MINGHINI, Israel. **Avaliação qualitativa da água resíduária de abatedouro de aves para fins de reúso em irrigação**. XI, 67 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu, 2007.

MIRANDA, M. M. P. & MARTINS, N. F. Testes de toxicidade de íons metais usando Paramecium caudatum como organismo teste. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 3, n. 1, p. 01-16, 2013.

MIRANDA, R.G.; PEREIRA, S.D.F.P.; ALVES, D.T.V. & OLIVEIRA, G.R.F. Qualidade dos recursos hídricos da Amazônia-Rio Tapajós: avaliação de caso em relação aos elementos químicos e parâmetros físico-químicos. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 4, n. 2, p. 75-92, 2009.

MOHAMMADY, M.; MORADI, H.R.; ZEINVAND, H.; TEMME, A.J.A.M. A comparison of supervised, unsupervised and synthetic land use classification methods in the north of Iran. **International Journal of Environmental Science and Technology**, 12(5), 1515-1526. 2015.

MOREIRA, G.F. Classificação Automatizada do Uso e Cobertura do Solo a Partir de Imagens Landsat (Automated Classification of Use and Land Cover from Landsat Images). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, n. 1, p. 058-065, 2013.

MOREIRA, T.R.; SANTOS, A.R.D.; DALFI, R.L.; CAMPOS, R.F.D.; SANTOS, G.M.A.D. A.D. & EUGENIO, F.C. Confronto do Uso e Ocupação da Terra em APPs no Município de Muqui, ES. **Floresta Ambient.**, [s.l.], v. 22, n. 2, p.141-152, jun. 2015.

MORO, L.; GATIBONI, L.C.; SIMONETE, M.A.; CASSOL, P.C. & CHAVES, D.M.. Response of one-, five-, and nine-year-old pinus taeda to NPK fertilization in southern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 4, p. 1181-1189, 2014.

MOTA, Suetônio. **Introdução à engenharia ambiental**. Rio de Janeiro: ABES, 4 ed. 388 p. 2010.

NAVAL, L.P.; COUTO, T.C. Remoção de nitrogênio amoniacal em efluentes de sistemas anaeróbios. **Congresso Regional**, Palmas - To, v. 1, n. 1, p.1-5, maio 2005.

OKI, V.K. **Impactos da colheita de Pinus taeda sobre o balanço hídrico, qualidade da água e a ciclagem de nutrientes em microbacias**. 85p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2002.

OLIVEIRA, C.N.; CAMPOS, V.P.; MEDEIROS, Y.D.P. Avaliação e identificação de parâmetros importantes para a qualidade de corpos d'água no semiárido baiano: Estudo de caso: Bacia Hidrográfica do rio Salitre. **Quim.nova**, Salvador, v. 33, n. 5, p.1059-1066, abr. 2010.

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

OLIVEIRA, J.C. **Caracterização ambiental da bacia hidrográfica do Rio Ponte Grande no município de Lages-SC**. 152P. Dissertação (mestrado) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages/SC, 2015.

OLIVEIRA, J.C.; BAUM, C.A.; BECEGATO, V.A.; NETO, S.L.R.; LAVNITCKI, L. Uso de ferramentas sig para análise de agrupamento florestal de Araucaria angustifolia em um fragmento de floresta ombrófila mista no parque nacional de São Joaquim-SC. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 10, n. 2, 2016.

OTACÍLIO COSTA (Município). Constituição (2013). Lei nº 2.169, de 17 de dezembro de 2013. **Institui A Política Municipal de Saneamento Básico**. Otacílio Costa, SC, 20 dez. 2013. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/sc/o/otacilio-costa/lei-ordinaria/2013/217/2169/lei-ordinaria-n-2169-2013-institui-a-politica-municipal-de-saneamento-basico?q=2.169>>. Acesso em: 25 nov. 2016.

PÁDUA, V.L.; FERREIRA, A.C.S. **Qualidade da água para consumo humano**. In: Abastecimento de água para consumo humano. Belo Horizonte: UFMG, p. 153-221. 2006.

PANDOLFO, C.; BRAGA, H.J.; SILVA JÚNIOR, V.P.; MASSIGNAN, A.M.; PEREIRA, E.S.; THOMÉ, V.M.R; VALCI, F.V. (2002) **Atlas climatológico do Estado de Santa Catarina. Florianópolis**: Epagri [CD-Rom].

PAULA, M.M. **Análise da água e das condições ambientais da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Quirinópolis/GO**. 124 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Goiás - Ufg, Jataí /GO, 2011.

PEIXOTO, J.S.G. **A qualidade dos recursos hídricos superficiais no alto curso da bacia hidrográfica do córrego Campo Alegre-Goiás**. 123 f. Dissertação (Mestrado), Universidade de Brasília, Instituto de Geociências, Brasília/DF, 2015.

PENHA, H.G.V. **Impacto ambiental de elementos-traço em solos adubados com fertilizantes fosfatados e lodo de esgoto em longo prazo**. 100 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, área de concentração em Recursos Naturais e Uso da Terra, da Universidade Federal de Lavras. Lavras/MG, 2015.

PEREIRA, A.A. Avaliação da qualidade da água: proposta de novo índice alicerçado na Lógica Fuzzy. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) - Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

PEREIRA, G.S.. Análise da erosão hídrica do solo em plantio de *Eucalyptus benthamii* no município de Otálio Costa, SC. 80 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, da Universidade Estadual de Santa Catarina. Lages/SC, 2014.

PEREIRA, L.C.; MONTEIRO, M.C.; GUIMARÃES, D.O.; MATOS, J.B. & COSTA, R.M.D. Seasonal effects of wastewater to the water quality of the Caeté river estuary, Brazilian Amazon. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, [s.l.], v. 82, n. 2, p.467-478, jun. 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0001-37652010000200022>.

PINHEIRO, A.; SCHOEN, C.; SCHULTZ, J.; HEINZ, K.G.H.; PINHEIRO, I.G. & DESCHAMPS, F.C. Relação Entre o Uso do Solo e a Qualidade da Água em Bacia Hidrográfica Rural no Bioma Mata Atlântica. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos** Volume 19 n.3 – Jul/Set, 127-139. 2014.

PINHEIRO, M.I.T. Segurança da água em bacias hidrográficas: formulação de um modelo institucional. 220 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil: Recursos Hídricos) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

PINTO, S.A.F.; GARCIA. G.J. Experiências de aplicação de geotecnologias e modelos na análise de bacias hidrográficas. **Revista do Departamento de Geografia**, n.17, p. 30-37. 2005.

PLANO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Síntese Executiva - português / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. - Brasília: MMA, 2006. Disponível em:
<http://www.mi.gov.br/documents/10157/3675235/PLANO+NACIONAL+DE+RECURSOS+HIDRICOS.pdf/a8a83f9a-5e31-4da1-96b4-4edafe55c5cf>, Acesso em: 08/04/2016.

POELKING, E.L.; DALMOLIN, R.S.D.; DE ARAÚJO PEDRON, F. & FINK, J. R. Sistema de Informação Geográfica aplicado ao levantamento de solos e aptidão agrícola das terras como subsídios para o planejamento ambiental do município de Itaara, RS. **Revista Árvore**, 39(2), 215-223, 2015.

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. **Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, [s.l.], v. 7, n. 3, p.183-194, 31 dez. 2012. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrográficas (IPABHi). <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.962>.

PRINA, B.Z. & MONGUILHOTT, M. (2011) Análise das transformações da paisagem de áreas próximas ao rio Jaguari aplicando técnicas de sensoriamento remoto em imagens do satélite TM Landsat-5. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15. (SBSR), Curitiba. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR**. São José dos Campos: INPE. p. 3812-3818. DVD, Internet. ISBN 978-85-17-00056-0 (Internet), 978-85-17-00057-7 (DVD). Disponível em: <http://urlib.net/3ERPFQRTRW/3A45HB8>. Acesso em: 08/04/2016.

QUEVEDO, C.M.G.D. & PAGANINI, W.D.S. Impactos das atividades humanas sobre a

dinâmica do fósforo no meio ambiente e seus reflexos na saúde pública. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 16, n. 8, p. 3539-3539, 2011.

RABALAIS, N.N.; TURNER, R.E.; DÍAZ, R.J. & JUSTIĆ, D. Global change and eutrophication of coastal waters. **Ices Journal Of Marine Science**, [s.l.], v. 66, n. 7, p.1528-1537, 28 mar. 2009. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/icesjms/fsp047>.

RECH, T.D.; COELHO, C.M.M.; ZANATTA, J.C. & KLOCK, A. 2009. Efeito da acícula e de mudas de pinus na qualidade da água percolada em colunas de um Cambissolo álico típico da região de recarga do sistema aquífero integrado Guarani/Serra Geral. In: XXVI Congressos Brasileiro de Agronomia, 2009, Gramado. **Anais do XXVI Congressos Brasileiro de Agronomia**. Gramado, 2009.

REIS, J.A.T.; MENDONÇA, A.S.F. Análise técnica dos novos padrões brasileiros para amônia em efluentes e corpos d'água. **Eng. Amb. Sanitária**, Vitória - Es, v. 4, n. 3, p.353-362, set. 2009.

REIS, J.B.C.; SAAVEDRA, O.F.C. (2015) Comparação de métodos de classificação para reconhecimento de corpos d'água em imagens do sensor OLI do Landsat8. **Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE.

RENOVATO, D.C.; SENA, C.; SILVA, M.M. Análise de parâmetros físico-químicos das águas da barragem pública da cidade de Pau dos Ferros - RN: pH, cor, turbidez, acidez, alcalinidade, condutividade, cloreto e salinidade. **IX Congic: IX Congresso de iniciação científica do IFRN**, Rio Grande do Norte, n. 8, p.0880-0888, jun. 2013.

RIBEIRO, T. G.; BOAVENTURA, G. R.; DA CUNHA, L. S. & PIMENTA, S. M. Estudo Da Qualidade Das Águas Por Meio Da Correlação De Parâmetros Físico-Químicos, Bacia Hidrográfica Do Ribeirão Anicuns. **Geochimica Brasiliensis**, v. 30, n. 1, p. 84-94, 2017.

RODGHER, S.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; ROCHA, O.; FRACÁCIO, R.; PEREIRA, R. H. G.;RODRIGUES, M. H. S. Limnological and ecotoxicological studies in the cascade of reservoirs in the Tietê River (São Paulo, Brazil). **Brazilian Journal Biology**, p.65, n.4, p.697-710, 2005.

RODRIGUES, K.A. **Uso de reatores biológicos com fungos para remoção de fenol de água residuária sintética**. 145 f. Tese (Doutorado) - Curso de Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo, São Carlos - Sp, 2006.

RUBILAR, C.S.; UEDA, A.C. **Análise Físico-Química de águas do município de Apucarana - PR**. 2013. In: IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Salvador/BA – 2013

SALATI, E. & VOSE, P.B. Amazon Basin: A System in Equilibrium. In: **Science** 225, 129-138. 1984.

SAMPAIO, N.A.S.; LUCENA, S.E. Controle automático de pH de estações de tratamento de água para abastecimento humano. In: **SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA**, 2., 2005, Taubaté- Sp. **Nada**. São Paulo - Sp: Seget, 2005. p. 1067 - 1080.

SANCHES, S. M.; HIPÓLITO, S.G. & PASSOS, C. Vigilância e controle da qualidade da água do Córrego Pirapitinga no município de Ituiutaba–MG. **Revista Agrogeoambiental**, v. 6, n. 3, 2014.

SANTANA, J.A.S. **Qualidade da água das escolas municipais de Igarassu - PE.** 22 f. Monografia (Especialização) - Curso de Gestão de Sistemas e Serviços de Saúde do Departamento de Saúde Coletiva, Fundação Oswaldo Cruz, Recife, 2012.

SANTIAGO, C.M.C.; GOMES, L.C.F.; SALES, M.C.L. & PAULA, J.E.A. Arranjo Espacial da Bacia Hidrográfica do Rio São Nicolau-Piauí a partir da Análise Morfométrica e dos Aspectos Ambientais. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. 2, p. 402-421, 2015.

SCHEFFER, E.W.; SODRÉ, F.F.; GRASSI, M.T. Fatores que governam a especiação do cobre em ambientes aquáticos urbanos: Evidências da contribuição de sulfetos solúveis, **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 332-338, 2007.

SCHUBART, H.O.R. Zoneamento ecológico-econômico e a gestão dos recursos hídricos. In: **Interfaces da gestão de recursos hídricos: desafios da lei de águas de 1997**. Secretaria de Recursos Hídricos, 2000. p. 155-175.

SCHUSSEL, Z.; NASCIMENTO NETO, P. Gestão por bacias hidrográficas do debate teórico à gestão municipal. **Ambiente & Sociedade**, [s.l.], v. 18, n. 3, p.137-152, set. 2015.

SENA, M.G.T. et al. Variabilidade da condutividade elétrica e do pH nas águas superficiais da região Semiárida. **Anais do III Inovagri International Meeting - 2015**, [s.l.], v. 1, n. 1, p.3664-3672, nov. 2015. INOVAGRI/INCT-EI. <http://dx.doi.org/10.12702/iii.inovagri.2015-a392>.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM. **Mapa geológico do estado de Santa Catarina**. Escala 1: 500.000. 2014. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Geologia/Geologia-Basica/Cartografia-Geologica-Regional-624.html>>. Acessado em 05/05/2016.

SEXTON, J.O.; URBAN, D.L.; DONOHUE, M.J.; SONG, C. Long-term land cover dynamics by multi-temporal classification across the Landsat-5 record. **Remote Sensing of Environment**, 128, 246-258, 2013.

SFREDO, G.A.; TAGLIANI, C.R.A. Análise das modificações ambientais decorrentes da ocupação urbana em Rio Grande, RS, entre 1947 e 2014, por meio de um Sistema de Informações Geográficas. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 38, 2016.

SHARMA, S.K.; GAJBHIYE, S.; TIGNATH, S. Application of principal component analysis in grouping geomorphic parameters of a watershed for hydrological modeling. **Applied Water Science**, v. 5, n. 1, p. 89-96, 2015.

SILVA, C.C.; KLEIN, R.D.; BARCAROLLI, I.F., & BIANCHINI, A. Metal contamination as a possible etiology of fibropapillomatosis in juvenile female green sea turtles Chelonia mydas from the southern Atlantic Ocean. **Aquatic Toxicology**, v. 170, p. 42-51, 2016.

SILVA, G.C.V. **Avaliação crítica da qualidade das águas da bacia hidrográfica do Rio Joanes**. 172 f. Tese (Doutorado) - Colegiado dos Cursos de Pós-Graduação em Química Área de concentração: Química Analítica da Universidade Federal da Bahia. Salvador/BA, 2016.

SILVA, Í.N. et al. Qualidade de água na irrigação. **Acsa: Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Campina Grande - Sp, v. 7, n. 3, p.1-15, set. 2011.

SILVA, S.M.; SILVA, J.A.; ALBERTO, A. Saturação de oxigênio dissolvido na água do rio Jaguari e em córregos afluentes. **Unisepe**, Amparo - Sp, v. 1, n. 7, p.1-10, set. 2013.

SILVA, V.F.; FERREIRA, A.C.; SILVA, V.F. & BARACUHY, J.G.V. Análise de corpos hídricos constituintes do riacho das piabas em Campina Grande/PB. **Revista Monografias Ambientais**, [s.l.], v. 13, n. 4, p.3461-3466, 1 set. 2014. Universidade Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/2236130813541>.

SILVEIRA, C.R. **História da indústria da madeira: Serra Catarinense: 1940-2005**. Leão Baio. Lages. 2009. 425p.

SILVEIRA, T.A.; GUANDIQUE, M.E. 2006. **Água: patrimônio natural da vida**. Disponível em: <<http://www2.sorocaba.unesp.br/noticias/artigos>>. Acesso em: 06/06/2015.

SIQUEIRA, G.W.; APRILE, F. Avaliação de risco ambiental por contaminação metálica e material orgânico em sedimentos da bacia do Rio Aurá, Região Metropolitana de Belém - PA. In: **Acta Amazonica** 43, 51-62, 2013.

SOUZA, M.F. Água potável: Um desafio para o planeta terra. **Ufrn: Universidade Federal do Rio Grande do Norte**, Natal - RN, v. 1, n. 1, p.1-3, jul. 2008.

TAKI FILHO, P.K. **Remoção e Recuperação de nitrogênio amoniacal de efluentes gerado no processamento do couro**. 86 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina - PR, 2015.

TOMASELLI I.; HIRAKURI S. A influência da crise econômica e financeira global no setor florestal do Brasil. **Revista Informativo STCP**, volume 15: 5-11, 2012.

TONELLO, K.C. **Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas, Guanhães, MG**. 69 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

TOZZO, R.A.; GONÇALVES, E.A. Análise Físico-Química da água do riacho Japira, Localizado no Município de Aracapuna - PR. **Meio Ambiente e Sustentabilidade**, (s.i), v. 6, n. 3, p.296-307, dez. 2014.

TRABAQUINI, K., TAKEDA, M.M.G., ROMAGNOLLI, R. & BARROS, M.V.F. Uso e ocupação das APPs em áreas de fundo de vale no perímetro urbano de Londrina - PR, utilizando imagem de alta resolução. **Ra'e Ga**, [s.l.], v. 18, n. 1, p.41-49, 3 out. 2009.

TU, J. Spatial Variations in the Relationships between Land Use and Water Quality across an Urbanization Gradient in the Watersheds of Northern Georgia, USA. **Environmental Management** (2013) 51:1–17.

TUNDISI, J.G. **Água no século XXI: Enfrentando a escassez**. Editora Rima, São Paulo. 247 pp. 2003.

UNITED STATES – ATSDR. Department of Health and Human Services. Public Health Service. Agency for Toxic Substances and Disease Register. **Toxicological profile for**

phenol. 2008.

USEPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY 2001. **Drinking water standards and health advisories.** Disponível em: <<http://water.epa.gov/drink/standards/hascience.cfm>>: Acesso em: 10/05/2017.

VAEZA, R.F.; OLIVEIRA FILHO, P.C.D.; MAIA, A.G. & DISPERATI, A.A. Uso e Ocupação do Solo em Bacia Hidrográfica Urbana a Partir de Imagens Orbitais de Alta Resolução. **Floram: Floresta e Ambiente**, Centro-oeste, v. 1, n. 7, p.23-29, jun. 2010.

VENTURA, M.; GUEIFÃO, S.; SILVA, R.; DELGADO, I.; COELHO, I. & CASTANHEIRA, I. **Ocorrência de níquel em alimentos consumidos em Portugal: resultados preliminares do projeto-piloto Total Diet Study.** 2016.

VIOLA, Z.D.G.G., BRITO ALMEIDA, K.C. & BARBOSA, F.A.R. Avaliação dos indicadores de qualidade de água para subsidiar propostas de conservação e manejo da bacia do rio Doce em Minas Gerais-Brasil. **Interfaces Científicas-Saúde e Ambiente**, v. 5, n. 1, p. 51-64, 2016.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos: princípios do tratamento biológico de águas residuárias.** 4º ed. Belo Horizonte: DESA – UFMG, 452p. 2005.

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

VÖRÖSMARTY, C.J.; SAHAGIAN, D. Anthropogenic Disturbance of the Terrestrial Water Cycle. **BioScience**, Vol. 50 nº 9, 753-765. September / 2000.

XAVIER, J.L.N. **Aplicação de técnicas eletroquímicas na degradação de poluentes orgânicos aromáticos refretários.** 137 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia, área de Concentração Ciência e Tecnologia dos Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS, 2012.

WANG, L.; LIANG, T. Distribution Characteristics of Phosphorus in the Sediments and Overlying Water of Poyang Lake. **Plos One**, [s.l.], v. 10, n. 5, p.402-407, 4 maio 2015. Public Library of Science (PLoS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0125859>.

WHO - International Programme on Chemical Safety. **International Chemical Safety Cards.** 1993.

WOLKMER, M.F.; PIMMEL, N.F. Política Nacional de Recursos Hídricos: governança da água e cidadania ambiental. **Seqüência: Estudos Jurídicos e Políticos**, [s.l.], v. 34, n. 67, p.166-198, dez. 2013. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). <http://dx.doi.org/10.5007/2177-7055.2013v34n67p165>.

XIAO, J.; SHEN, Y.; GE, J.; TATEISHI, R.; TANG, C.; LIANG, Y.; HUANG, Z. Evaluating urban expansion and land use change in Shijiazhuang, China, by using GIS and remote sensing. **Landscape and Urban Planning**, v. 75, 69-80. 2006.

YUAN, F.; SAWAYA, K.E.; LOEFFELHOLZ, B.C.; BAUER, M.E. Land cover classification and change analysis of the Twin Cities (Minnesota) Metropolitan Area by

multitemporal Landsat remote sensing. **Remote Sensing of Environment**, v. 98, 317-328. 2005.

ZANIN, E.; SILVA, I.E.C.; LOPES, T.J.; CANCELIER, A.; COSTELI, M.C. & SILVA, A. Estudo da degradação de compostos fenólicos presente em águas residuárias de postos de combustíveis utilizando fungos filamentosos (*Aspergillus Flavus*). **Reget/ufsm: Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 18, n. 9, p.279-287, abr. 2014.

ZHU, Z.; WOODCOCK, C.E., ROGAN, J., KELLNDORFER, J. Assessment of spectral, polarimetric, temporal, and spatial dimensions for urban and peri-urban land cover classification using Landsat and SAR data. **Remote Sensing of Environment**, 117, 72-82, 2012.

ZUCCARI, M.L.; GRANER, C.A.F.; LEOPOLDO, P.R. Determinação da demanda química de oxigênio (DQO) em águas e efluentes por método colorimétrico alternativo. **Energia Agrícola**, (s.i), v. 2, n. 4, p.69-82, jun. 2005.

ANEXO A – REVISTA RA’EGA: SUBMISSÃO



RA'EGA
O ESPAÇO GEOGRÁFICO EM ANÁLISE

Departamento de Geografia

ISSN 2177-2738

Você está em:

Biblioteca Digital de Periódicos

OPEN JOURNAL SYSTEMS

Ajuda do sistema

USUÁRIO

Logado como:
aberlinda

- Meus periódicos
- Perfil
- Sair do sistema

CONTEÚDO DA REVISTA

Pesquisa

Escopo da Busca
Todos

Pesquisar

Procurar

- Por Edição
- Por Autor
- Por título
- Outras revistas

AUTOR

Submissões

- Ativo (1)
- Arquivo (0)
- Nova submissão

TAMANHO DE FONTE

A A A

IDIOMA

Selecionar o idioma
Português (Brasil) Submeter

#49774 SINOPSE

RESUMO AVALIAÇÃO EDIÇÃO

SUBMISSÃO

Autores	Adriana Berlinda, Carolina Natel de Moura, Eder Alexandre Schatz Sá, Leonardo Josee Biffi, valter Antônio Becegato
Título	DINÂMICA DA ALTERAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL E USO DO SOLO COM SUPORTE DE GEOTECNOLOGIA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DESQUITE – SC
Documento original	49774-191857-1-SM.DOCX 15-12-2016
Docs. sup.	Nenhum(a)
Submetido por	Srt Adriana Berlinda
Data de submissão	dezembro 15, 2016 - 03:10
Seção	Artigos
Editor	Revista Ra'ega - O Espaço Geográfico em Análise

SITUAÇÃO

Situação	Em avaliação
Iniciado	15-12-2016
Última alteração	17-05-2017

METADADOS DA SUBMISSÃO

EDITAR METADADOS

AUTORES

Nome	Adriana Berlinda
Instituição/Affiliação	Universidade do Estado de Santa Catarina
País	Brasil
Resumo da Biografia	Mestranda em Ciências Ambientais
Contato principal para correspondência.	Carolina.Natela.Moura@est.ufsc.br
Nome	Carolina Natel de Moura
Instituição/Affiliação	Universidade Estadual de Santa Catarina
País	—
Resumo da Biografia	Mestranda em Ciências Ambientais
Nome	Eder Alexandre Schatz Sá
Instituição/Affiliação	udesc
País	—
Resumo da Biografia	Doutorando em Ciências do Solo
Nome	Leonardo Josee Biffi
Instituição/Affiliação	udesc
País	—
Resumo da Biografia	Doutorando em Ciências Geodésicas – Universidade Federal do Paraná
Nome	Professor Mestre da Universidade do Estado de Santa Catarina
Instituição/Affiliação	valter Antônio Becegato
País	—
Resumo da Biografia	Professor Doutor da Universidade do Estado de Santa Catarina

TÍTULO E RESUMO

Título	DINÂMICA DA ALTERAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL E USO DO SOLO COM SUPORTE DE GEOTECNOLOGIA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DESQUITE – SC
Resumo	Estudos relacionados à caracterização temporal do uso e ocupação do solo são indispensáveis para a definição de políticas públicas de ordenamento territorial, permitindo compreender a dinâmica de ocupação dos territórios e como esta afeta os recursos hídricos de uma bacia hidrográfica. A demanda por água é crescente, e a manutenção de sua qualidade nos mananciais é um desafio devido ao avanço da urbanização para as áreas vizinhas e áreas de recarga dos mananciais, além de intervenções nos ambientes naturais para atividades econômicas. Este trabalho apresenta uma análise espacial temporal detalhada da dinâmica do uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do rio Desquite, no município de Otacílio Costa, região serrana do Estado de Santa Catarina, entre os anos de 1980 e 2015. Partindo da classificação de imagens de satélite Landsat foi analisada a evolução da ocupação territorial e a comparação dos usos e legislação ambiental pertinente às Áreas de Preservação Permanente. Constatou-se uma redução progressiva das áreas de vegetação nativa e o avanço principalmente das áreas destinadas à silvicultura, inclusive no entorno de cursos d'água. A evolução da alteração do uso do solo aconteceu de forma acelerada principalmente nos períodos entre 1976 e 2006. Como resultado da análise de conflitos de uso em APPs, os resultados mostraram que 55,90% das faixas marginais de cursos d'água estão coupladas com classes diversas da mata nativa.

INDEXAÇÃO

Área e sub-área do Conhecimento	—
Palavras-chave	uso e ocupação do solo; sensoriamento remoto; área de preservação permanente.
Idioma	pt

AGÊNCIAS DE FOMENTO

Agências	FAPESC; Universidade Estadual de Santa Catarina; Universidade do Planalto Catarinense
----------	---

REFERÊNCIAS

Referências	—
-------------	---

ISSN (IMPRESSO) 1516-4136 até 2008
ISSN (ELETRÔNICO) 2177-2738 a partir de 2009

Sibi
Sistema de Bibliotecas
UFPR

C3SL



Biblioteca Central
Rua General Carneiro, nº 370/380.
Centro - Curitiba/PR
CEP: 80.060-150
Telefone: (41)3360-5284

APÊNDICE A – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS

PONTOS	Latitude	Longitude	PONTOS	Latitude	Longitude
1	27°25'25.18"S	49°57'35.22"O	2	27°25'53.28"S	49°58'48.31"O
					
3	27°33'8.66"S	49°59'6.54"O	4	27°32'33.80"S	49°59'49.22"O
					
5	27°31'55.47"S	49°59'59.53"O	6	27°30'26.90"S	50°0'34.76"O
					
7	27°30'26.46"S	50°0'59.55"O	8	27°28'24.33"S	50°1'17.91"O
					
9	27°29'45.60"S	50°1'58.84"O	10	27°28'13.46"S	50°2'1.87"O
					



21 $27^{\circ}30'4.45''S$ $50^{\circ}6'56.80''O$



22 $27^{\circ}30'11.22''S$ $50^{\circ}6'23.00''O$



23 $27^{\circ}30'13.27''S$ $50^{\circ}6'23.16''O$



24 $27^{\circ}30'14.39''S$ $50^{\circ}6'25.45''O$



25 $27^{\circ}30'16.15''S$ $50^{\circ}6'36.91''O$



26 $27^{\circ}30'28.48''S$ $50^{\circ}6'43.91''O$



APÊNDICE B – DADOS AMOSTRAIS

Tabela 20. Dados amostrais referentes ao pH

Pontos	Estação	pH	Média	DP	CV	Pontos	pH	Média	DP	CV			
1	inverno	7,25	6,75	6,60	6,87	0,34	4,96%	6,57	6,59	6,47	6,54	0,06	0,98%
	primavera	6,17	5,93	5,90	6,00	0,15	2,47%	7,02	6,92	6,91	6,95	0,06	0,88%
	verão	6,17	5,90	5,84	5,97	0,18	2,94%	6,65	6,46	6,45	6,52	0,11	1,73%
	outono	6,65	6,58	6,49	6,57	0,08	1,22%	6,97	6,84	6,84	6,88	0,08	1,09%
2	inverno	6,86	6,79	6,74	6,80	0,06	0,89%	6,90	6,76	6,70	6,79	0,10	1,51%
	primavera	6,66	6,61	6,47	6,58	0,10	1,50%	7,05	6,96	6,94	6,98	0,06	0,84%
	verão	6,91	6,71	6,61	6,74	0,15	2,27%	6,80	6,83	6,92	6,85	0,06	0,91%
	outono	6,71	6,57	6,58	6,62	0,08	1,18%	7,91	7,81	7,74	7,82	0,09	1,09%
3	inverno	4,99	5,47	5,53	5,33	0,30	5,55%	6,74	6,64	6,60	6,66	0,07	1,08%
	primavera	4,61	5,55	5,68	5,28	0,58	11,06%	6,75	6,68	6,65	6,69	0,05	0,77%
	verão	5,27	6,68	6,72	6,22	0,83	13,27%	6,68	6,79	6,86	6,78	0,09	1,34%
	outono	8,15	7,64	7,39	7,73	0,39	5,01%	7,26	7,35	7,36	7,32	0,06	0,75%
4	inverno	5,79	5,83	5,82	5,81	0,02	0,36%	6,70	6,47	6,35	6,51	0,18	2,73%
	primavera							6,88	6,83	6,80	6,84	0,04	0,59%
	verão	5,74	5,68	5,86	5,76	0,09	1,59%	6,50	6,14	6,12	6,25	0,21	3,42%
	outono	6,89	7,64	7,39	7,31	0,38	5,23%	6,92	6,94	6,93	6,93	0,01	0,14%
5	inverno	6,12	6,02	6,05	6,06	0,05	0,85%	6,55	6,32	6,23	6,37	0,17	2,59%
	primavera	6,17	6,57	6,75	6,50	0,30	4,57%	6,93	6,76	6,75	6,81	0,10	1,48%
	verão	6,78	6,78	6,79	6,78	0,01	0,09%	6,05	5,97	5,96	5,99	0,05	0,82%
	outono	7,27	7,24	7,23	7,25	0,02	0,29%	6,44	6,25	6,26	6,32	0,11	1,69%
6	inverno	5,02	4,96	4,93	4,97	0,05	0,92%	6,99	6,96	6,91	6,95	0,04	0,58%
	primavera							7,14	6,73	6,49	6,79	0,33	4,84%
	verão							6,86	6,71	6,72	6,76	0,08	1,24%
	outono	5,52	5,23	5,22	5,32	0,17	3,20%	7,32	7,09	7,08	7,16	0,14	1,90%
7	inverno	6,21	6,28	6,36	6,28	0,08	1,19%	7,30	7,12	7,01	7,14	0,15	2,05%
	primavera	6,43	6,47	6,47	6,46	0,02	0,36%	6,97	6,51	6,41	6,63	0,30	4,50%
	verão	6,62	6,48	6,43	6,51	0,10	1,51%	7,10	6,80	6,66	6,85	0,22	3,28%
	outono	6,86	6,83	6,88	6,86	0,03	0,37%	7,44	7,35	7,38	7,39	0,05	0,62%
8	inverno	6,76	6,68	6,65	6,70	0,06	0,85%	7,03	6,89	6,85	6,92	0,09	1,37%
	primavera	6,75	6,56	6,36	6,56	0,20	2,97%	6,60	6,33	6,37	6,43	0,15	2,27%
	verão	6,72	6,56	6,58	6,62	0,09	1,32%	7,06	6,75	6,64	6,82	0,22	3,19%
	outono	7,17	7,12	7,13	7,14	0,03	0,37%	7,33	7,31	7,25	7,30	0,04	0,57%
9	inverno	6,37	6,35	6,32	6,35	0,03	0,40%	5,88	5,86	5,87	5,87	0,01	0,17%
	primavera	6,22	6,07	6,08	6,12	0,08	1,37%	6,78	6,66	6,57	6,67	0,11	1,58%
	verão	7,12	6,89	6,78	6,93	0,17	2,50%	6,83	6,76	6,80	6,80	0,04	0,52%
	outono	6,89	7,03	7,11	7,01	0,11	1,59%	7,40	7,21	7,15	7,25	0,13	1,80%
10	inverno	6,65	6,51	6,48	6,55	0,09	1,39%	7,18	7,25	7,28	7,24	0,05	0,71%
	primavera	6,42	6,34	6,37	6,38	0,04	0,63%	6,71	6,69	6,66	6,69	0,03	0,38%
	verão	6,72	6,55	6,55	6,61	0,10	1,49%	7,03	7,06	7,05	7,05	0,02	0,22%

	Pontos	Estação	pH	Média	DP	CV	Pontos	pH	Média	DP	CV
11	outono	7,24	7,23	7,18	7,22	0,03	0,45%	7,68	7,69	7,69	7,69
	inverno	6,45	6,48	6,49	6,47	0,02	0,32%	6,96	6,89	6,82	6,89
	primavera	6,64	6,25	6,20	6,36	0,24	3,79%	6,60	6,46	6,46	6,51
	verão	7,02	6,99	7,00	7,00	0,02	0,22%	6,92	6,83	6,80	6,85
	outono	7,19	7,15	7,18	7,17	0,02	0,29%	7,35	7,25	7,17	7,26
12	inverno	6,10	5,85	5,86	5,94	0,14	2,38%	7,12	7,00	6,87	7,00
	primavera	6,88	6,74	6,83	6,82	0,07	1,04%	6,84	6,68	6,54	6,69
	verão	6,14	6,30	6,48	6,31	0,17	2,70%	6,88	6,80	6,79	6,82
13	outono	7,36	7,19	7,19	7,25	0,10	1,35%	7,35	7,28	7,27	7,30
	inverno	6,59	6,60	6,56	6,58	0,02	0,32%	6,23	6,90	6,70	6,61
	primavera	6,93	6,71	6,56	6,73	0,19	2,76%	6,44	6,43	6,50	6,46
	verão	7,07	6,91	6,84	6,94	0,12	1,70%	6,96	6,88	6,82	6,89
	outono	7,22	7,12	7,14	7,16	0,05	0,74%	7,16	7,18	7,09	7,14

Tabela 21. Dados amostrais referentes ao Oxigênio dissolvido

	Pontos	Estação	OD	Média	DP	CV	Pontos	OD	Média	DP	CV
1	inverno	5,08	5,74	5,68	5,50	0,36	6,64%	5,27	6,14	6,43	5,95
	primavera	1,33	1,31	1,32	1,32	0,01	0,76%	2,33	2,22	2,18	2,24
	verão	1,82	1,75	1,75	1,77	0,04	2,28%	3,10	3,03	3,00	3,04
	outono	4,85	4,92	5,28	5,02	0,23	4,60%	6,42	6,59	6,54	6,52
2	inverno	6,10	6,22	6,27	6,20	0,09	1,41%	6,49	6,40	6,20	6,36
	primavera	1,34	1,55	1,69	1,53	0,18	11,54%	1,52	1,52	1,51	1,52
	verão	2,59	2,57	2,57	2,58	0,01	0,45%	2,52	2,36	2,23	2,37
	outono	5,91	5,87	5,34	5,71	0,32	5,58%	5,51	5,76	6,25	5,84
3	inverno	4,88	5,00	4,87	4,92	0,07	1,47%	7,15	7,44	7,41	7,33
	primavera	0,47	0,29	0,29	0,35	0,10	29,69%	2,40	2,42	2,43	2,42
	verão	1,60	1,64	1,63	1,62	0,02	1,28%	2,73	2,45	2,46	2,55
	outono	5,34	5,08	5,12	5,18	0,14	2,70%	5,93	5,75	5,85	5,84
4	inverno	6,22	5,60	5,12	5,65	0,55	9,77%	4,20	4,51	4,44	4,38
	primavera							2,20	2,35	2,34	2,30
	verão	2,14	2,17	2,27	2,19	0,07	3,10%	2,00	1,87	1,77	1,88
	outono	8,00	8,47	8,44	8,30	0,26	3,17%	5,38	5,43	5,52	5,44
5	inverno	6,90	6,18	6,38	6,49	0,37	5,73%	5,77	5,55	5,60	5,64
	primavera	0,34	0,33	0,33	0,33	0,01	1,73%	2,25	2,19	2,06	2,17
	verão	1,63	1,60	1,61	1,61	0,02	0,95%	2,40	2,25	2,20	2,28
	outono	4,62	4,28	4,50	4,47	0,17	3,86%	3,17	3,93	3,43	3,51
6	inverno	5,27	5,37	5,50	5,38	0,12	2,14%	5,94	6,07	5,86	5,96
	primavera							1,41	2,30	2,44	2,05
	verão							2,95	2,70	2,67	2,77
	outono	3,52	3,77	3,80	3,70	0,15	4,16%	6,03	5,98	5,94	5,98
7	inverno	5,89	5,88	5,22	5,66	0,38	6,78%	6,96	6,44	6,00	6,47
	primavera	0,26	0,26	0,26	0,26	0,00	0,00%	2,56	2,53	2,61	2,57
	verão	1,79	1,63	1,57	1,66	0,11	6,84%	2,86	2,75	2,65	2,75

	Pontos	Estação	OD	Média	DP	CV	Pontos	OD	Média	DP	CV			
8	outono	3,65	3,62	3,62	3,63	0,02	0,48%	5,18	5,85	5,98	5,67	0,43	7,57%	
	inverno	6,02	6,12	6,24	6,13	0,11	1,80%	5,97	5,54	5,84	5,78	0,22	3,81%	
	primavera	1,31	1,42	1,48	1,40	0,09	6,14%	21	2,45	2,42	2,91	2,59	0,27	10,59%
	verão	2,42	2,38	2,39	2,40	0,02	0,87%	21	3,05	2,62	2,59	2,75	0,26	9,35%
	outono	5,11	5,91	5,42	5,48	0,40	7,36%	5,37	5,73	5,78	5,63	0,22	3,98%	
9	inverno	5,43	5,58	5,15	5,39	0,22	4,05%	0,93	1,02	1,16	1,04	0,12	11,18%	
	primavera		3,60		3,60			22	2,37	2,40	2,37	2,38	0,02	0,73%
	verão	2,80	2,75	2,72	2,76	0,04	1,47%	22	2,74	2,72	2,79	2,75	0,04	1,31%
	outono	7,34	6,96	6,72	7,01	0,31	4,46%	6,82	6,15	5,83	6,27	0,51	8,06%	
10	inverno	5,75	5,95	6,03	5,91	0,14	2,44%	4,86	3,84	3,49	4,06	0,71	17,52%	
	primavera	1,27	1,28	1,30	1,28	0,02	1,19%	23	2,39	2,36	2,34	2,36	0,03	1,06%
	verão	2,16	2,16	2,10	2,14	0,03	1,62%	23	1,11	0,70	0,49	0,77	0,32	41,13%
	outono	6,51	6,06	6,29	6,29	0,23	3,58%	3,28	3,30	3,30	3,29	0,01	0,35%	
11	inverno	5,95	6,28	5,93	6,05	0,20	3,25%	1,20	1,60	1,71	1,50	0,27	17,85%	
	primavera	0,74	0,80	0,80	0,78	0,03	4,44%	24	2,39	2,42	2,48	2,43	0,05	1,89%
	verão	2,46	2,65	2,77	2,63	0,16	5,95%	24	2,81	2,86	2,87	2,85	0,03	1,13%
	outono	6,47	6,77	6,53	6,59	0,16	2,41%	4,58	5,40	5,58	5,19	0,53	10,28%	
12	inverno	5,41	5,17	5,14	5,24	0,15	2,82%	5,38	4,76	4,84	4,99	0,34	6,75%	
	primavera	0,93	0,96	1,00	0,96	0,04	3,65%	25	2,35	2,39	2,39	2,38	0,02	0,97%
	verão	2,65	2,64	2,64	2,64	0,01	0,22%	25	2,40	2,37	2,40	2,39	0,02	0,72%
	outono	7,47	7,07	6,22	6,92	0,64	9,22%	5,64	5,18	5,01	5,28	0,33	6,18%	
13	inverno	6,70	5,89	6,10	6,23	0,42	6,75%	4,79	4,65	4,75	4,73	0,07	1,50%	
	primavera	1,06	1,12	1,15	1,11	0,05	4,13%	26	2,43	2,39	2,52	2,45	0,07	2,72%
	verão	2,61	2,49	2,48	2,53	0,07	2,86%	26	2,25	2,21	2,29	2,25	0,04	1,78%
	outono	6,29	6,40	6,51	6,40	0,11	1,72%	4,66	4,38	4,84	4,63	0,23	5,01%	

Tabela 22. Dados amostrais referentes à Condutividade elétrica

	Pontos	Estação	CE	Média	DP	CV	Pontos	CE	Média	DP	CV			
1	inverno	12,0	12,0	12,0	12,0	0,00	0,00%	34,0	34,0	36,0	34,67	1,15	3,33%	
	primavera	15,0	14,0	15,0	14,7	0,58	3,94%	14	45,0	44,0	45,0	44,67	0,58	1,29%
	verão	12,0	11,0	11,0	11,3	0,58	5,09%	14	51,0	50,0	50,0	50,33	0,58	1,15%
	outono	12,0	12,0	12,0	12,0	0,00	0,00%	49,0	49,0	49,0	49,00	0,00	0,00%	
2	inverno	31,0	31,0	31,0	31,0	0,00	0,00%	44,0	44,0	44,0	44,00	0,00	0,00%	
	primavera	33,0	33,0	33,0	33,0	0,00	0,00%	15	43,0	43,0	42,0	42,67	0,58	1,35%
	verão	40,0	39,0	39,0	39,3	0,58	1,47%	15	48,0	50,0	50,0	49,33	1,15	2,34%
	outono	38,0	39,0	53,0	43,3	8,39	19,35%	53,0	53,0	53,0	53,00	0,00	0,00%	
3	inverno	37,0	36,0	37,0	36,7	0,58	1,57%	38,0	39,0	39,0	38,67	0,58	1,49%	
	primavera							16	40,0	39,0	39,0	39,33	0,58	1,47%
	verão	35,0	35,0	35,0	35,0	0,00	0,00%	16	53,0	54,0	54,0	53,67	0,58	1,08%
	outono	41,0	4,0	4,0	16,3	21,36	130,79%	16	55,0	55,0	55,0	55,00	0,00	0,00%
4	inverno	30,0	30,0	30,0	30,0	0,00	0,00%	32,0	32,0	32,0	32,00	0,00	0,00%	
	primavera							17	43,0	45,0	45,0	44,33	1,15	2,60%
	verão	36,0	36,0	36,0	36,0	0,00	0,00%	17	49,0	49,0	49,0	49,00	0,00	0,00%

Pontos	Estação	CE	Média	DP	CV	Pontos	CE	Média	DP	CV				
	outono	43,0	43,0	43,0	43,0	0,00	0,00%	41,0	41,0	41,0	41,00	0,00	0,00%	
	inverno	35,0	34,0	34,0	34,3	0,58	1,68%	23,0	23,0	23,0	23,00	0,00	0,00%	
5	primavera							31,0	32,0	31,0	31,33	0,58	1,84%	
	verão	40,0	40,0	40,0	40,0	0,00	0,00%	32,0	31,0	31,0	31,33	0,58	1,84%	
	outono	39,0	39,0	39,0	39,0	0,00	0,00%	28,0	28,0	28,0	28,00	0,00	0,00%	
	inverno	13,0	13,0	13,0	13,0	0,00	0,00%	35,0	35,0	35,0	35,00	0,00	0,00%	
6	primavera							37,0	37,0	37,0	37,00	0,00	0,00%	
	verão							44,0	45,0	45,0	44,67	0,58	1,29%	
	outono	16,0	16,0	16,0	16,0	0,00	0,00%	49,0	49,0	48,0	48,67	0,58	1,19%	
	inverno	28,0	27,0	28,0	27,7	0,58	2,09%	38,0	38,0	38,0	38,00	0,00	0,00%	
7	primavera							40,0	39,0	39,0	39,33	0,58	1,47%	
	verão	30,0	30,0	31,0	30,3	0,58	1,90%	49,0	50,0	50,0	49,67	0,58	1,16%	
	outono	28,0	29,0	29,0	28,7	0,58	2,01%	49,0	49,0	49,0	49,00	0,00	0,00%	
	inverno	32,0	32,0	32,0	32,0	0,00	0,00%	39,0	39,0	39,0	39,00	0,00	0,00%	
8	primavera	35,0	35,0	35,0	35,0	0,00	0,00%	21	39,0	39,0	39,0	39,00	0,00	0,00%
	verão	42,0	42,0	42,0	42,0	0,00	0,00%	51,0	51,0	51,0	51,00	0,00	0,00%	
	outono	44,0	44,0	53,0	47,0	5,20	11,06%	59,0	54,0	54,0	55,67	2,89	5,19%	
	inverno	36,0	36,0	36,0	36,0	0,00	0,00%	41,0	40,0	40,0	40,33	0,58	1,43%	
9	primavera	39,0	38,0	38,0	38,3	0,58	1,51%	22	39,0	39,0	39,0	39,00	0,00	0,00%
	verão	48,0	47,0	48,0	47,7	0,58	1,21%	47,0	47,0	47,0	47,00	0,00	0,00%	
	outono	49,0	49,0	50,0	49,3	0,58	1,17%	52,0	52,0	53,0	52,33	0,58	1,10%	
	inverno	44,0	44,0	44,0	44,0	0,00	0,00%	23	251,0	258,0	260,0	256,33	4,73	1,84%
10	primavera	32,0	42,0	42,0	38,7	5,77	14,93%		92,0	92,0	92,0	92,00	0,00	0,00%
	verão	48,0	48,0	48,0	48,0	0,00	0,00%	23	321,0	320,0	320,0	320,33	0,58	0,18%
	outono	53,0	53,0	53,0	53,0	0,00	0,00%		216,0	218,0	218,0	217,33	1,15	0,53%
	inverno	33,0	33,0	32,0	32,7	0,58	1,77%		42,0	42,0	43,0	42,33	0,58	1,36%
11	primavera	39,0	38,0	38,0	38,3	0,58	1,51%	24	42,0	42,0	42,0	42,00	0,00	0,00%
	verão	42,0	42,0	42,0	42,0	0,00	0,00%		58,0	58,0	58,0	58,00	0,00	0,00%
	outono	45,0	45,0	45,0	45,0	0,00	0,00%		73,0	71,0	71,0	71,67	1,15	1,61%
	inverno	27,0	26,0	26,0	26,3	0,58	2,19%		38,0	38,0	38,0	38,00	0,00	0,00%
12	primavera	36,0	36,0	36,0	36,0	0,00	0,00%	25	40,0	40,0	40,0	40,00	0,00	0,00%
	verão	53,0	52,0	53,0	52,7	0,58	1,10%		55,0	55,0	55,0	55,00	0,00	0,00%
	outono	37,0	37,0	36,0	36,7	0,58	1,57%		59,0	59,0	59,0	59,00	0,00	0,00%
	inverno	33,0	33,0	33,0	33,0	0,00	0,00%		39,0	40,0	40,0	39,67	0,58	1,46%
13	primavera	36,0	36,0	36,0	36,0	0,00	0,00%	26	41,0	41,0	41,0	41,00	0,00	0,00%
	verão	43,0	43,0	43,0	43,0	0,00	0,00%		56,0	55,0	55,0	55,33	0,58	1,04%
	outono	45,0	45,0	45,0	45,0	0,00	0,00%		59,0	59,0	59,0	59,00	0,00	0,00%

Tabela 23. Dados amostrais referentes aos Sólidos totais dissolvidos

Pontos	Estação	STD	Média	DP	CV	Pontos	STD	Média	DP	CV				
	inverno	6,0	6,0	6,0	6,00	0,00	0,00%	17,0	17,0	18,0	17,33	0,58	3,33%	
1	primavera	7,0	7,0	7,0	7,00	0,00	0,00%	14	22,0	22,0	22,0	22,00	0,00	0,00%
	verão	12,0	11,0	11,0	11,33	0,58	5,09%		47,0	47,0	47,0	47,00	0,00	0,00%

Pontos	Estação	STD	Média	DP	CV	Pontos	STD	Média	DP	CV	
2	outono	6,0	6,0	5,0	5,67	0,58	10,19%	23,0	23,0	23,00	0,00 0,00%
	inverno	16,0	15,0	16,0	15,67	0,58	3,69%	22,0	22,0	22,00	0,00 0,00%
	primavera	16,0	16,0	16,0	16,00	0,00	0,00%	21,0	21,0	21,00	0,00 0,00%
	verão	36,0	36,0	36,0	36,00	0,00	0,00%	49,0	49,0	50,0	49,33 0,58 1,17%
	outono	18,0	18,0	18,0	18,00	0,00	0,00%	25,0	25,0	25,00	0,00 0,00%
3	inverno	19,0	18,0	18,0	18,33	0,58	3,15%	19,0	19,0	19,00	0,00 0,00%
	primavera	25,0	15,0	16,0	18,67	5,51	29,50%	20,0	20,0	20,00	0,00 0,00%
	verão	36,0	35,0	35,0	35,33	0,58	1,63%	54,0	54,0	54,00	0,00 0,00%
	outono	22,0	19,0	19,0	20,00	1,73	8,66%	26,0	26,0	26,00	0,00 0,00%
4	inverno	15,0	15,0	15,0	15,00	0,00	0,00%	16,0	16,0	16,00	0,00 0,00%
	primavera							22,0	22,0	22,00	0,00 0,00%
	verão	32,0	33,0	33,0	32,67	0,58	1,77%	48,0	48,0	48,00	0,00 0,00%
	outono	20,0	20,0	20,0	20,00	0,00	0,00%	19,0	19,0	19,00	0,00 0,00%
5	inverno	17,0	17,0	17,0	17,00	0,00	0,00%	11,0	12,0	12,00	11,67 0,58 4,95%
	primavera	18,0	18,0	17,0	17,67	0,58	3,27%	16,0	16,0	16,00	0,00 0,00%
	verão	41,0	41,0	42,0	41,33	0,58	1,40%	30,0	30,0	30,00	0,00 0,00%
	outono	18,0	18,0	18,0	18,00	0,00	0,00%	13,0	13,0	13,00	0,00 0,00%
6	inverno	7,0	6,0	6,0	6,33	0,58	9,12%	18,0	18,0	18,00	0,00 0,00%
	primavera							19,0	19,0	19,00	0,00 0,00%
	verão							42,0	42,0	42,00	0,00 0,00%
	outono	8,0	8,0	8,0	8,00	0,00	0,00%	23,0	23,0	23,00	0,00 0,00%
7	inverno	14,0	14,0	14,0	14,00	0,00	0,00%	19,0	19,0	19,00	0,00 0,00%
	primavera	14,0	13,0	13,0	13,33	0,58	4,33%	20,0	19,0	19,00	19,33 0,58 2,99%
	verão	31,0	31,0	31,0	31,00	0,00	0,00%	47,0	47,0	47,00	0,00 0,00%
	outono	13,0	13,0	13,0	13,00	0,00	0,00%	23,0	23,0	23,00	0,00 0,00%
8	inverno	16,0	16,0	16,0	16,00	0,00	0,00%	19,0	19,0	19,00	0,00 0,00%
	primavera	17,0	17,0	17,0	17,00	0,00	0,00%	19,0	19,0	19,00	0,00 0,00%
	verão	39,0	39,0	39,0	39,00	0,00	0,00%	49,0	49,0	49,00	0,00 0,00%
	outono	20,0	21,0	21,0	20,67	0,58	2,79%	25,0	25,0	25,00	0,00 0,00%
9	inverno	18,0	18,0	18,0	18,00	0,00	0,00%	20,0	20,0	20,00	0,00 0,00%
	primavera	19,0	19,0	33,0	23,67	8,08	34,15%	20,0	20,0	19,00	19,67 0,58 2,94%
	verão	44,0	44,0	44,0	44,00	0,00	0,00%	45,0	45,0	45,00	45,00 0,00 0,00%
	outono	23,0	23,0	23,0	23,00	0,00	0,00%	25,0	25,0	25,00	25,00 0,00 0,00%
10	inverno	22,0	22,0	22,0	22,00	0,00	0,00%	125,0	129,0	130,0	128,00 2,65 2,07%
	primavera	21,0	21,0	21,0	21,00	0,00	0,00%	46,0	46,0	46,00	46,00 0,00 0,00%
	verão	47,0	47,0	47,0	47,00	0,00	0,00%	308,0	308,0	309,0	308,33 0,58 0,19%
	outono	25,0	25,0	25,0	25,00	0,00	0,00%	105,0	105,0	105,00	105,00 0,00 0,00%
11	inverno	16,0	16,0	16,0	16,00	0,00	0,00%	21,0	21,0	21,00	0,00 0,00%
	primavera	19,0	19,0	19,0	19,00	0,00	0,00%	21,0	21,0	21,00	0,00 0,00%
	verão	39,0	40,0	40,0	39,67	0,58	1,46%	56,0	56,0	57,0	56,33 0,58 1,02%
	outono	21,0	21,0	21,0	21,00	0,00	0,00%	34,0	33,0	33,00	33,33 0,58 1,73%
12	inverno	13,0	13,0	13,0	13,00	0,00	0,00%	19,0	19,0	19,00	19,00 0,00 0,00%
	primavera	18,0	18,0	18,0	18,00	0,00	0,00%	20,0	20,0	20,00	20,00 0,00 0,00%
	verão	48,0	47,0	48,0	47,67	0,58	1,21%	53,0	53,0	53,00	53,00 0,00 0,00%

	Pontos	Estação	STD			Média	DP	CV	Pontos	STD			Média	DP	CV
			outono	17,0	17,0	17,0	17,00	0,00	0,00%	28,0	28,0	28,0	28,00	0,00	0,00%
13	inverno	16,0	16,0	16,0	16,00	0,00	0,00%			20,0	20,0	20,0	20,00	0,00	0,00%
	primavera	18,0	18,0	18,0	18,00	0,00	0,00%	26		20,0	21,0	20,0	20,33	0,58	2,84%
	verão	40,0	40,0	40,0	40,00	0,00	0,00%			54,0	53,0	53,0	53,33	0,58	1,08%
	outono	21,0	21,0	21,0	21,00	0,00	0,00%			28,0	28,0	28,0	28,00	0,00	0,00%

Tabela 24. Dados amostrais referentes à Temperatura

	Pontos	Estação	Temperatura			Média	DP	CV	Pontos	Temperatura			Média	DP	CV
			inverno	18,19	18,18	18,15	18,17	0,02	0,11%	15,72	15,74	15,79	15,75	0,04	0,23%
1	primavera	22,95	22,98	23,02	22,98	0,04	0,15%	14		23,48	23,50	23,30	23,43	0,11	0,47%
	verão	24,81	24,78	24,76	24,78	0,03	0,10%			21,43	21,50	21,38	21,44	0,06	0,28%
	outono	24,59	24,40	24,29	24,43	0,15	0,62%			19,43	19,31	19,34	19,36	0,06	0,32%
	inverno	13,83	13,85	13,95	13,88	0,06	0,46%			16,14	16,15	16,18	16,16	0,02	0,13%
	primavera	18,39	18,55	18,63	18,52	0,12	0,66%	15		22,50	22,45	22,42	22,46	0,04	0,18%
2	verão	20,69	20,72	20,74	20,72	0,03	0,12%			25,81	24,94	25,50	25,42	0,44	1,73%
	outono	17,61	17,63	17,65	17,63	0,02	0,11%			22,30	22,25	22,20	22,25	0,05	0,22%
	inverno	14,38	14,41	14,53	14,44	0,08	0,55%			15,24	15,34	15,32	15,30	0,05	0,35%
3	primavera	21,91	21,96	21,93	21,93	0,03	0,11%	16		20,99	21,14	21,29	21,14	0,15	0,71%
	verão	25,63	25,51	25,55	25,56	0,06	0,24%			25,40	25,50	25,38	25,43	0,06	0,25%
	outono	21,60	21,60	21,60	21,60	0,00	0,00%			22,16	22,16	22,14	22,15	0,01	0,05%
4	inverno	14,74	14,80	14,84	14,79	0,05	0,34%			14,64	14,66	14,73	14,68	0,05	0,32%
	primavera							17		23,15	23,12	23,09	23,12	0,03	0,13%
	verão	19,98	20,20	20,26	20,15	0,15	0,73%			23,83	23,84	23,78	23,82	0,03	0,13%
5	outono	17,00	16,80	16,80	16,87	0,12	0,68%			22,61	22,84	22,81	22,75	0,13	0,55%
	inverno	13,99	14,10	14,10	14,06	0,06	0,45%			14,44	14,58	14,53	14,52	0,07	0,49%
	primavera	22,30	22,27	22,39	22,32	0,06	0,28%	18		23,00	23,10	23,21	23,10	0,11	0,45%
6	verão	26,69	26,68	26,68	26,68	0,01	0,02%			22,17	22,21	22,26	22,21	0,05	0,20%
	outono	21,90	21,80	21,90	21,87	0,06	0,26%			19,17	19,24	19,28	19,23	0,06	0,29%
	inverno	17,56	17,55	17,56	17,56	0,01	0,03%			13,25	13,25	13,34	13,28	0,05	0,39%
7	primavera							19		19,60	19,63	19,73	19,65	0,07	0,35%
	verão	21,45	21,45	21,44	21,45	0,01	0,03%			22,22	22,25	22,25	22,24	0,02	0,08%
	outono	21,45	21,45	21,44	21,45	0,01	0,03%			18,41	18,33	18,42	18,39	0,05	0,27%
8	inverno	15,41	15,43	15,46	15,43	0,03	0,16%			13,80	13,96	14,03	13,93	0,12	0,85%
	primavera	22,84	22,73	22,73	22,77	0,06	0,28%	20		19,64	19,83	19,89	19,79	0,13	0,66%
	verão	26,30	26,10	25,94	26,11	0,18	0,69%			22,37	22,38	22,36	22,37	0,01	0,04%
9	outono	22,50	22,50	22,60	22,53	0,06	0,26%			18,13	18,24	18,27	18,21	0,07	0,40%
	inverno	13,52	13,50	13,47	13,50	0,03	0,19%			13,66	13,75	14,16	13,86	0,27	1,92%
	primavera	18,44	18,53	18,62	18,53	0,09	0,49%	21		19,56	19,73	19,66	19,65	0,09	0,43%
8	verão	21,28	21,19	21,20	21,22	0,05	0,23%			23,05	23,07	23,24	23,12	0,10	0,45%
	outono	16,96	17,03	17,04	17,01	0,04	0,26%			18,48	18,50	18,52	18,50	0,02	0,11%
	inverno	14,13	14,25	14,50	14,29	0,19	1,32%			15,31	15,26	15,26	15,28	0,03	0,19%
9	primavera	18,02	18,09	18,04	18,05	0,04	0,20%	22		19,62	19,62	19,64	19,63	0,01	0,06%
	verão	20,65	20,97	20,99	20,87	0,19	0,91%			22,64	22,75	22,69	22,69	0,06	0,24%

Pontos	Estação	Temperatura			Média	DP	CV	Pontos	Temperatura			Média	DP	CV
10	outono	17,23	17,01	17,05	17,10	0,12	0,69%	23	18,77	18,76	18,77	18,77	0,01	0,03%
	inverno	14,99	15,04	15,07	15,03	0,04	0,27%		15,12	15,30	15,51	15,31	0,20	1,27%
	primavera	19,85	19,72	19,72	19,76	0,08	0,38%		19,94	19,96	20,00	19,97	0,03	0,15%
	verão	24,00	23,03	23,37	23,47	0,49	2,10%		22,92	23,06	23,30	23,09	0,19	0,83%
	outono	19,17	19,18	19,21	19,19	0,02	0,11%		19,89	19,88	19,85	19,87	0,02	0,10%
11	inverno	12,90	13,07	13,04	13,00	0,09	0,70%	24	15,28	15,44	15,60	15,44	0,16	1,04%
	primavera	18,33	18,33	18,36	18,34	0,02	0,09%		19,69	19,81	19,82	19,77	0,07	0,37%
	verão	21,42	21,43	21,46	21,44	0,02	0,10%		23,31	23,42	23,67	23,47	0,18	0,79%
	outono	17,30	17,42	17,50	17,41	0,10	0,58%		18,86	18,79	18,80	18,82	0,04	0,20%
12	inverno	13,67	13,75	13,91	13,78	0,12	0,89%	25	13,47	13,96	14,07	13,83	0,32	2,31%
	primavera	18,50	18,67	18,61	18,59	0,09	0,46%		19,61	19,74	19,80	19,72	0,10	0,49%
	verão	20,02	20,08	20,16	20,09	0,07	0,35%		22,88	22,91	22,91	22,90	0,02	0,08%
	outono	17,20	17,23	17,24	17,22	0,02	0,12%		19,10	19,25	19,34	19,23	0,12	0,63%
13	inverno	13,00	13,14	13,17	13,10	0,09	0,69%	26	13,07	13,32	13,34	13,24	0,15	1,14%
	primavera	18,63	18,68	18,67	18,66	0,03	0,14%		19,64	19,83	19,92	19,80	0,14	0,72%
	verão	21,40	21,53	21,57	21,50	0,09	0,41%		22,89	22,87	22,87	22,88	0,01	0,05%
	outono	17,17	17,30	17,34	17,27	0,09	0,51%		18,88	18,82	18,80	18,83	0,04	0,22%

Tabela 25. Fenol, Fósforo, DQO e Amônia

Pontos	Análises	Leituras			Média	DP	CV
6	Fenol total	<LD	<LD	<LD	0,45	0,19	41,16%
	Fósforo total	0,44	0,64	0,27			
	DQO	<LD	<LD	<LD			
	Nitrogênio amoniacial	<LD	<LD	<LD			
8	Fenol total	0,23	0,25	0,26	0,25	0,02	6,19%
	Fósforo total	0,66	0,38	0,42	0,49	0,15	31,12%
	DQO	79,59	72,66		76,13	4,90	6,44%
	Nitrogênio amoniacial	<LD	<LD	<LD			
10	Fenol total	0,20	0,22	0,22	0,21	0,01	5,41%
	Fósforo total	0,19	0,26	0,35	0,27	0,08	30,08%
	DQO	155,85	129,74	138,44	141,34	13,29	9,41%
	Nitrogênio amoniacial	0,16	0,16	0,17	0,16	0,01	3,53%
19	Fenol total	0,22	0,22	0,24	0,23	0,01	5,09%
	Fósforo total	0,38	1,27	0,27	0,64	0,55	85,68%
	DQO	117,17	92,15	185,62	131,65	48,39	36,76%
	Nitrogênio amoniacial	0,10	<LD	<LD	0,10		
20	Fenol total	0,38	0,38	0,39	0,38	0,01	1,51%
	Fósforo total	0,52	1,01	0,38	0,64	0,33	51,96%
	DQO	102,35	91,84	115,73	103,31	11,97	11,59%
	Nitrogênio amoniacial	0,43	0,43	0,45	0,44	0,01	2,64%
21	Fenol total	0,45	0,38	0,37	0,40	0,04	10,90%
	Fósforo total	0,83	0,74	0,33	0,63	0,27	42,08%
	DQO	179,15	109,15		144,15	49,50	34,34%
	Nitrogênio amoniacial	0,52	0,53	0,54	0,53	0,01	1,89%
22	Fenol total	0,39	0,37	0,38	0,38	0,01	2,63%
	Fósforo total	1,38	0,96	1,67	1,34	0,36	26,71%
	DQO	117,56	149,40	144,80	137,25	17,21	12,54%
	Nitrogênio amoniacial	0,21	0,22	0,21	0,21	0,01	2,71%
23	Fenol total	2,08	2,08	2,07	2,08	0,01	0,28%
	Fósforo total	3,22	4,22	4,22	3,89	0,58	14,85%
	DQO	224,89	264,03	277,33	255,42	27,26	10,67%

Pontos	Análises	Leituras			Média	DP	CV
24	Nitrogênio amoniacal	26,20	24,70	25,00	25,30	0,79	3,14%
	Fenol total	0,44	0,43	0,44	0,44	0,01	1,32%
	Fósforo total	0,65	0,78	0,65	0,69	0,08	10,83%
	DQO	174,65	150,39		162,52	17,15	10,56%
25	Nitrogênio amoniacal	1,23	1,24	1,26	1,24	0,02	1,23%
	Fenol total	0,40	0,42	0,44	0,42	0,02	4,76%
	Fósforo total	0,59	0,14	0,15	0,29	0,26	87,60%
	DQO	247,17	122,09	144,88	171,38	66,62	38,87%
26	Nitrogênio amoniacal	0,93	0,95	0,95	0,94	0,01	1,22%
	Fenol total	0,39	0,40	0,41	0,40	0,01	2,50%
	Fósforo total	0,11	1,83	0,30	0,75	0,94	126,29%
	DQO	158,37	86,51	209,13	151,34	61,61	40,71%
	Nitrogênio amoniacal	0,80	0,81	0,83	0,81	0,02	1,88%