



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS DE ERECHIM
CURSO DE GEOGRAFIA**

CARINE GALLINA FRANCESCHI

**A INFLUÊNCIA DO USO E COBERTURA DA TERRA NOS PARÂMETROS DA
QUALIDADE DE ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO DO MEIO-RS**

ERECHIM

2016

CARINE GALLINA FRANCESCHI

**A INFLUÊNCIA DO USO E COBERTURA DA TERRA NOS PARÂMETROS DA
QUALIDADE DE ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO DO MEIO-RS**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado ao Curso de Geografia da Universidade Federal da Fronteira Sul Campus Erechim, como requisito para a obtenção do título de licenciada.

Orientador: Prof.(a). Dr^a. Janete Teresinha Reis

ERECHIM

2016

DGI/DGCI - Divisão de Gestão de Conhecimento e Inovação

Franceschi, Carine Gallina

A Influência do Uso e Cobertura da Terra nos Parâmetros da Qualidade de Água na Bacia Hidrográfica do Arroio do Meio-RS./ Carine Gallina Franceschi. -- 2016. 63 f.:il.

Orientadora: Janete Teresinha Reis.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Geografia , Erechim, RS , 2016.

1. Qualidade de Água. 2. Uso e Cobertura da Terra. 3. Bacia Hidrográfica. I. Reis, Janete Teresinha, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

CARINE GALLINA FRANCESCHI

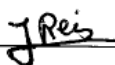
**A INFLUÊNCIA DO USO E COBERTURA DA TERRA NOS PARÂMETROS DA
QUALIDADE DE ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO DO MEIO-RS**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado ao Curso de Geografia da Universidade Federal da Fronteira Sul Campus Erechim, como requisito para a obtenção do título de licenciatura.

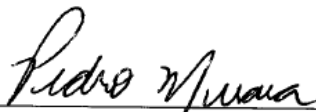
Orientador: Prof. Dr^a. Janete Teresinha Reis

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e
aprovado pela banca em: 30 / 06 / 2016

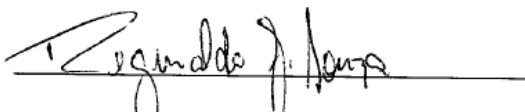
BANCA EXAMINADORA



Prof^a. Dr^a Janete Teresinha Reis



Prof. Me. Pedro Germano dos Santos Murara – UFFS



Prof. Dr. Reginaldo José de Souza – UFFS

Dedico esta pesquisa ao meu marido Cleocir que sempre me apoiou e me incentivou, aos meus pais Volmir e Eliane, a minha irmã Camila, que sempre me deram forças para continuar esta caminhada na realização dos meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade e pelo privilégio que me foi dado de existir e permitir que tudo isso acontecesse, proporcionando-me saúde e força para superar as dificuldades.

A Volmir Gallina meu pai e à Eliane Alves Gallina minha mãe, que estavam sempre torcendo para a concretização deste sonho, que certamente rezaram dias e noites para que Deus estivesse sempre comigo. Gostaria de agradecer em primeiro lugar pela educação, carinho, força, diálogo e o principal, união, e amor entre vocês. Obrigado por me ajudar a enfrentar as dificuldades, pelos conselhos diante das indecisões, pelas comemorações frente a cada vitória. Não poderia deixar de dizer que vocês são os melhores pais do mundo, exemplos de pessoas que levarei comigo para o resto da vida.

A minha irmã Camila Galina, pela amizade, pelos conselhos e pelo incentivo em continuar e nunca desistir da luta constante pela realização dos meus sonhos. Você é a melhor irmã do mundo!

A Cleocir Franceschi meu esposo, o qual sempre divido os meus planos e sonhos para o futuro. Obrigado pelo companheirismo, carinho, atenção, dedicação, incentivo e paciência comigo durante todos esses quatro anos e meio de curso. Pois, muitos momentos e horas de lazer foram trocadas por horas de estudo e dedicação à pesquisa.

A meu avô paterno Jandir Gallina, pela compreensão, paciência e carinho comigo, pois sei que em muitos momentos não tinha tempo nem para lhe dar um abraço.

A minha orientadora a Prof.^aDr^a. Janete Teresinha Reis, o meu muito obrigada pela amizade construída, paciência, confiança, força, e apoio. Sem palavras para agradecer pelas noites perdidas, pelos neurônios queimados e pelos cabelos arrancados para que este sonho pudesse se concretizar. Um exemplo de pessoa e uma profissional admirável, da qual jamais esquecerei e levarei como exemplo para vida inteira.

A todos os Professores do Curso de Geografia-Licenciatura da UFFS – Campus Erechim, pela aprendizagem e práticas pedagógicas que foram

desenvolvidas durante os quatro anos e meio de formação, as quais foram de suma importância para a minha formação acadêmica.

A todos os colegas do Curso de Geografia-Licenciatura, em especial a turma 2012, por dividirem comigo e acreditarem no mesmo sonho, pela amizade, união, força e pelos momentos maravilhosos que me proporcionaram.

A Banca Examinadora pelo tempo dedicado à análise deste trabalho. Enfim, a todos aqueles que diretamente ou indiretamente contribuíram e jamais deixaram de acreditar nos meus sonhos e na minha vitória.

MUITO OBRIGADO!!

RESUMO

A presente pesquisa teve como objetivo avaliar a influência do uso e cobertura da terra na qualidade de água da bacia hidrográfica do Arroio do Meio – RS. Para tanto, analisou-se os parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos por meio de coleta de água na bacia hidrográfica Arroio do Meio– RS, juntamente com os tipos de uso e cobertura da terra, relacionando os resultados das análises da água com os tipos de usos e cobertura da terra. A metodologia foi sistêmica com a análise por bacia de captação de forma integrada com a aquisição, análise e interpretação de dados dos parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos da água. Assim, para o mapeamento e classificação do uso e cobertura da terra utilizou-se da imagem de satélite Landsat-8. Como resultado constatou-se que o uso da terra que mais influenciou nos parâmetros da qualidade da água foi a lavoura, principalmente pelo elevado teor de TSS e a turbidez encontradas na água e a pouca presença de floresta na área de estudo. Diante dos resultados, torna-se evidente a necessidade de rever o uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica e propor a recuperação florestal por meio da mata nativa. Portanto, o gerenciamento do sistema terrestre reflete no sistema aquático de forma que estes sistemas estão interligados e as ações antrópicas podem acarretar sérios danos à manutenção da qualidade da água e da biota aquática na bacia hidrográfica Arroio do Meio – RS.

Palavras-chave: Bacia de captação. Meio terrestre. Meio aquático.

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the influence of use and land cover in the water quality of the watershed of Arroio do Meio - RS. Therefore, we analyzed physical, chemical and bacteriological parameters through collecting water in the basin of the Arroio Middle- RS, along with the types of land cover use, relating the results of water analyzes the types of uses and land cover. The methodology was systemic to the analysis by catchment and integrated with the acquisition, analysis and interpretation of data from physical, chemical and bacteriological water. Thus, for the mapping and classification of land use and land cover was used the Landsat-8 satellite image. As a result it was found that the use of land that most influenced the water quality parameters was farming, mainly the high TSS content and turbidity found in the water and the little presence of forest in the study area. Given the results, it becomes evident the need to review the use and land cover in the watershed and propose forest recovery through native forest. Therefore, the management of the terrestrial environment reflected in the water system so that these systems are interconnected and human actions can cause serious damage to the maintenance of water quality and aquatic biota in the watershed Arroio do Meio.

Keywords: Watershed. Terrestrial environmental. Aquatic environmental.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Localização da Área de Estudo.	14
Figura 2 - Etapas Metodológicas desenvolvidas na Pesquisa.	32
Figura 3 - Mapa dos Pontos de Coletas de Amostras de Água por Bacia de Captação na Bacia Hidrográfica Arroio do Meio – RS.	34
Figura 4 - Cenário encontrado nos pontos de coleta das amostras de água.	40
Figura 5 - Precipitação Pluviométrica no Município de São Valentim – RS.	40
Figura 6 - Variação da Temperatura Ambiente nos Pontos de Coleta.	41
Figura 7 - Variação da Temperatura da Água nos Pontos de Coleta.	42
Figura 8 - Variação do Potencial Hidrogeônico da Água nos Pontos de Coleta.	43
Figura 9 - Variação do Oxigênio Dissolvido da Água nos Pontos de Coleta.	44
Figura 10 - Variação da Turbidez da Água nos Pontos de Coleta.	45
Figura 11 - Variação do Total de Sedimentos da Água nos Pontos de Coleta.	46
Figura 12 - Mapa de Uso e Cobertura da Terra na Bacia Hidrográfica Arroio do Meio, RS.	49
Figura 13 - Mapa de Uso e Cobertura da Terra por Bacia de Captação na bacia Hidrográfica do Arroio do Meio, RS.	51
Figura 14 - Mapa de Uso e Cobertura da Terra na bacia de Captação 2.	52
Figura 15 - Mapa de Uso e Cobertura da Terra na Bacia de Captação 3.	53
Figura 16 - Mapa de Uso e Cobertura da Terra na Bacia de Captação 4.	54
Figura 17 - Mapa de Uso e Cobertura da Terra na Bacia de Captação 5.	55
Figura 18 - Mapa de APPs da Bacia Hidrográfica Arroio do Meio, RS.	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características das bandas espectrais do Satélite Landsat-8.....	31
Tabela 2 - Classes do uso e cobertura da terra na Bacia Hidrográfica Arroio do Meio.	47

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 ÁREA DE ESTUDO	13
1.2 JUSTIFICATIVA.....	15
1.3 OBJETIVOS	17
1.3.1 Objetivo Geral.....	17
1.3.2 Objetivos específicos.....	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
2.1 A BACIA HIDROGRÁFICA COMO UNIDADE DE ANÁLISE AMBIENTAL.....	18
2.2 O USO E COBERTURA DA TERRA.....	19
2.3 INFLUÊNCIA DO USO E COBERTURA DA TERRA NA ÁGUA.....	20
2.4 QUALIDADE DA ÁGUA E SEUS PARÂMETROS	22
2.5 PARÂMETROS FÍSICOS	23
2.5.1 Total de sedimentos em suspensão (TSS).....	24
2.5.2 Temperatura (T)	24
2.5.3 Turbidez	25
2.6 PARÂMETROS QUÍMICOS	26
2.6.1 Potencial hidrogeniônico (pH)	26
2.6.2 Oxigênio dissolvido (OD).....	27
2.7 PARÂMETROS BACTERIOLÓGICOS.....	28
2.7.1 Coliformes Totais	28
2.8 SENSORIAMENTO REMOTO.....	28
2.8.1 Satélite Landsat.....	30
3 METODOLOGIA	32
3.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA.....	32
3.2 MEIO AQUÁTICO.....	33
3.2.1 Parâmetros físicos.....	34
3.2.2 Parâmetros químicos.....	36
3.2.3 Parâmetros bacteriológicos	36
3.3 MEIO TERRESTRE.....	37
3.3.1 Uso e cobertura da terra.....	37
3.3.2 Áreas de preservação permanente	38
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4.1 ANÁLISE DOS PARÂMETROS DA QUALIDADE DE ÁGUA	39
4.2 LEVANTAMENTO DO USO E COBERTURA DA TERRA	47
4.3 ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO USO E COBERTURA DA TERRA NA QUALIDADE DA ÁGUA POR BACIA DE CAPTAÇÃO.....	49
4.3.1 Bacia de Captação 1 – Foz	50
4.3.2 Bacia de Captação 2	51
4.3.3 Bacia de Captação 3	52
4.3.4 Bacia de Captação 4	53
4.3.5 Bacia de Captação 5	54
4.4 ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE E CONFLITO DE USO E COBERTURA DA TERRA	55
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	58
REFERÊNCIAS.....	60

1 INTRODUÇÃO

Ao considerar a influência do uso e cobertura da Terra sobre a qualidade da água percebe-se uma relação direta entre o sistema aquático e terrestre, tendo em vista a troca de energia entre os dois sistemas. O homem no momento da retirada da vegetação inicia um processo de rompimento onde as vertentes ficam sujeitas a ação abrasiva da água.

A água é um recurso natural essencial para a vida dos seres vivos e do ser humano. Além de ser utilizada para o consumo, tem um papel fundamental para o equilíbrio dos ecossistemas e das atividades socioeconômicas, desde o momento de sua retirada dos lagos, represas, rios e aquíferos, passa a influenciar diretamente sobre a saúde, qualidade e o desenvolvimento das populações (SOUZA, 2000 apud SCURACCHIO, 2010).

A água é renovada constantemente por meio do ciclo hidrológico que precipita devido à ação gravitacional e pode se depositar ou infiltrar na superfície terrestre na forma de chuva, neve, granizo, neblina e orvalho. A água pode apresentar alterações quanto as suas características físicas, químicas e bacteriológicas. O ciclo hidrológico varia de uma região para outra, devido a quantidade de água presente em cada região que é de fundamental importância, pois sua ação contínua permite a disponibilidade e movimentação da água nas regiões, assim como a intensidade de ocorrência do ciclo hidrológico que depende das características e dos processos físicos que atuam sobre cada região (ROSA; PETRY; CARLESSO, 2000).

Assim, o homem pode gerar grandes transformações e modificar esse ciclo. Estas transformações podem trazer uma série de impactos tanto, positivos ou negativos que repercutem na vida do ser humano ou na própria natureza (SCHNEIDER, 2011).

Silva et al (2005 apud VANZELA; HERNANDEZ; FRANCO 2010, p.56) destaca que entre “os fatores que influenciam no aporte de sedimentos em bacias hidrográficas tem-se os relevos, tipos de solos, climas e usos e ocupação dos solos; [...]”. O uso e cobertura da terra têm uma influência direta na qualidade de água e com a disponibilidade deste recurso, pois os fatores naturais associados à ação humana podem causar alterações em toda a dinâmica existente em uma bacia hidrográfica.

O homem possui uma grande relação com o meio ambiente, tanto no que se refere a ocupação, como na exploração para garantir formas de rentabilidade, para o aumento de seu capital. Desse modo, todo processo inicia-se pela retirada da cobertura vegetal de forma não planejada que pode provocar grandes alterações ambientais e repercutir sobre o sistema aquático. A expansão urbana de forma desordenada, assim como a expansão agrícola visando o uso intensivo da terra pode ocasionar danos severos sobre as bacias hidrográficas.

O “uso da terra” pode ser compreendido como a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem, enquanto a “cobertura da terra” se entende a todo seu revestimento (ESPINDULA, 2012). Neste contexto, o mapeamento do uso e cobertura da terra é de suma importância para o entendimento da organização do espaço, por permitir o monitoramento e conhecimento de todo o espaço tanto o utilizado como não utilizado pelo homem, assim como a descrição e localização dos diferentes tipos de vegetação natural que revestem o espaço (LEITE e ROSA, 2012).

Portanto, a influência do uso e cobertura da terra sobre a qualidade da água é de extrema importância por envolver os dois sistemas aquático e terrestre. Aliado a isto, a bacia hidrográfica pode ser considerada como a unidade planejamento e estudo confiável e útil, capaz de indicar as condições de qualidade de água para que os gestores possam intervir e promover a recuperação de seus ecossistemas aquáticos. Para tanto, escolheu-se como área de estudo a bacia hidrográfica do Arroio do Meio, RS.

1.1 ÁREA DE ESTUDO

A realização da pesquisa teve como área de estudo a bacia hidrográfica do rio Arroio do Meio, abrangendo pequena parte o município de São Valentim – RS. A área de estudo localiza-se na porção norte do estado do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas geográficas de 27° 33' 30" de latitude Sul e 52° 31' 25" de longitude Oeste (W), na Região norte do Alto Uruguai (figura 1). Segundo dados do IBGE (2010), faz parte da microrregião de Erechim, RS.

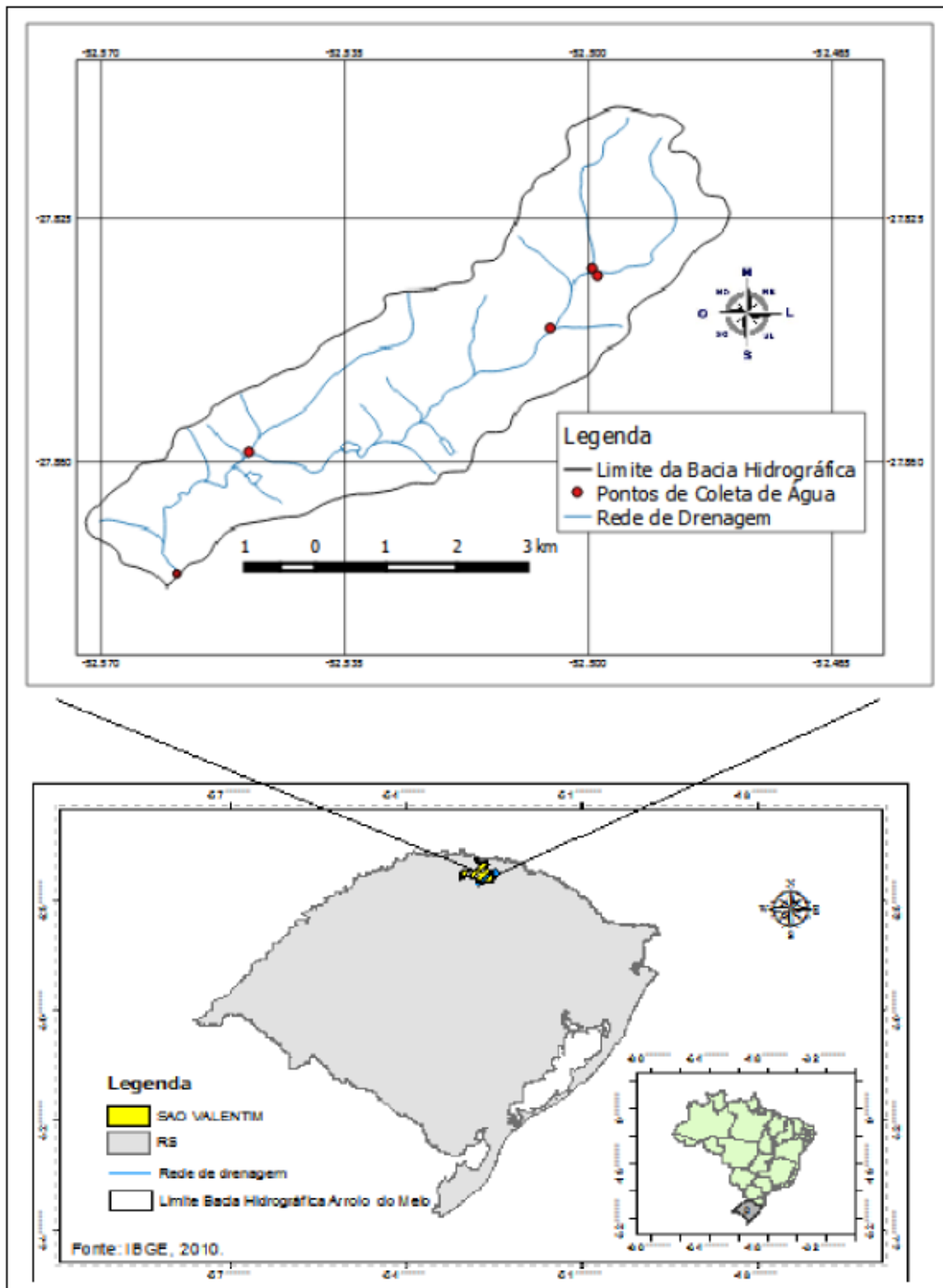


Figura 1 - Localização da Área de Estudo.
 Fonte: IBGE, 2010..
 Org: FRANCESCHI; REIS, 2016.

O município teve sua emancipação em 06 de junho de 1959, com uma área territorial de 550Km², pois abrangia as áreas pertencentes hoje aos municípios de

Benjamin Constant do Sul, Entre Rios do Sul e Faxinalzinho. Atualmente, após a emancipação destes municípios, São Valentim ficou com uma área territorial de 152,3 Km², situado sobre uma altitude de 836 metros. O município de São Valentim, que antes era distrito, pela divisão territorial de 2001, passou a ser sede, permanecendo até os dias atuais.

O povoamento e colonização do município até o ano de 1988 acontecia pela faixa Norte, na região do Votouro, pelas tribos indígenas Guarani e Kaingangues, e por migrantes da região de Nonoai, vindos pelo Passo do Goio-em, que nesta época era a principal via de acesso dos tropeiros de mulas que se descolavam até a feira em Sorocaba, no estado de São Paulo (IBGE, 2010).

Historicamente falando o município de São Valentim, começou a se desenvolver com a chegada Antônio Morro, dos irmãos Ártico e Nulli Marcos Faé, Alberto Deboni, José Rampenelli, Antônio Pascoal, Ângelo Baldissera e dos irmãos comerciantes Sonda e Zaffari. A primeira capela em São Valentim foi construída no ano de 1920, a partir de 1924, o município teve a sua primeira escola particular, vinculada ao município de Erechim.

Com relação às unidades geomorfológicas, o município de São Valentim, se encontra no Planalto Meridional, constituído por rochas basálticas, provenientes da atividade vulcânica, com derrames de lava, na era Mesozóica. (ATLAS SOCIOECONÔMICO DO RIO GRANDE DO SUL). A economia do município está baseada no setor agropecuário, principalmente voltado para a agricultura com o cultivo de soja, milho e trigo.

1.2 JUSTIFICATIVA

Os recursos hídricos possuem múltiplas finalidades, como por exemplo, geração de energia, navegação, abastecimento de água, harmonia paisagística e agricultura. A água é para todos os organismos vivos o principal constituinte. Entretanto, com o passar das décadas, este recurso hídrico está sendo comprometido, a partir das ações desencadeadas pelos seres humanos, repercutindo em prejuízos. (MORAES; QUINZANI, 2002 apud PEREIRA, 2008).

Ultimamente, com o aumento do crescimento populacional juntamente com o intenso desenvolvimento das atividades voltadas para a agricultura e indústria, promovem inúmeras transformações nos sistemas terrestres e aquáticos. Conforme

Oliveira (2013, p. 08), o rápido desenvolvimento dessas atividades desencadeou “[...] a preocupação da qualidade e disponibilidade dos recursos naturais, principalmente, da água, cuja quantidade e qualidade são de fundamental importância para a saúde e desenvolvimento de qualquer comunidade.”

Segundo Tundisi (2003) no Brasil há um aumento do crescimento populacional urbano, associado às demandas dos recursos hídricos, a contaminação, poluição e degradação dos mananciais. Tais aspectos vinculados ao uso e cobertura da terra, podem acarretar em fatores negativos na dinâmica existente em uma bacia hidrográfica. Pois dentre os fatores podemos destacar o assoreamento dos cursos d’água, aceleração dos processos erosivos, inundações e deslizamentos.

Deste modo, de acordo com Braga et al (2005 apud OLIVEIRA, 2013, p. 11) “o monitoramento da qualidade da água surge como um instrumento para se avaliar as características de um corpo d’água afim de identificar, se houver, alterações nas mesmas.[...]”. Com o monitoramento da qualidade de água é possível identificar as alterações e, além disso, as consequências que estas alterações podem causar para a flora e a fauna do local, e para a saúde dos seres humanos.

Conforme Luz Netto et al (2011), citado por Oliveira (2013, p. 11) “a qualidade da água de um corpo d’água é o resultado de todos os fenômenos naturais e antrópicos presentes em uma bacia hidrográfica, ou seja, sua qualidade depende das condições naturais e do uso e ocupação da terra”.

Diante do exposto até o momento, e frente à preocupação com a preservação dos recursos hídricos e com a qualidade de água que serve de abastecimento para da população do Município de São Valentim – RS, na qual estou incluída, torna-se relevante e indispensável esta pesquisa, pois até a presente data não encontrasse nenhum estudo no município referente ao tema proposto. A escolha da bacia hidrográfica do Arroio do Meio, ocorreu devido a realização da captação de água pela Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN) que serve para o abastecimento da população local. Deste modo, o presente estudo pretende formular uma base de dados e uma síntese de informações para o município de São Valentim auxiliando assim, os gestores públicos no planejamento e gerenciamento das bacias hidrográficas, contribuir para com estudos futuros que serão desenvolvidos nesta área.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Avaliar a influência do uso e cobertura da terra na qualidade de água da bacia hidrográfica do Arroio do Meio – RS.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Avaliar parâmetros físicos, químicos e biológicos de qualidade da água na bacia hidrográfica do Arroio do Meio - RS;
- b) Identificar as formas de uso e cobertura da terra na área de estudo;
- c) Identificar as formas de uso e cobertura da terra e sua influência nos parâmetros de qualidade da água

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A BACIA HIDROGRÁFICA COMO UNIDADE DE ANÁLISE AMBIENTAL

Segundo Rosa et al (2004) a bacia hidrográfica pode ser definida por uma área delimitada topograficamente com vários canais interligados, no entanto, toda a água desta área é drenada e direcionada para uma única saída.

Para Tucci (1997apud FERREIRA; FILHO, 2009, p. 22) a bacia hidrográfica pode ser entendida como “área de captação natural da água da precipitação onde os escoamentos convergem para um único ponto de saída, que é o seu exutório”. Neste ponto contribui para a discussão, Rocha (1997 apud FERREIRA; FILHO, 2009) destacando que o termo bacia hidrográfica se refere a uma área de drenagem da água proveniente da chuva pelos canais, ravinas ou tributários, levando toda a água para um curso principal e conseqüentemente se direcionando para uma única saída, seja em um grande lago ou no mar.

Neste mesmo entendimento, Alberti (2016, p. 20) destaca que uma bacia hidrográfica é “uma área delimitada na superfície terrestre e composta por um conjunto de terra e, de canais de escoamento de água.” Além disso, o autor comenta que os principais elementos topográficos que compõe uma bacia consistem no divisor de águas, pelo qual é realizada a delimitação da bacia hidrográfica, as vertentes que auxiliam no escoamento e no transporte de sedimentos juntamente com a na declividade do terreno, e esta por sua vez, na velocidade com que os sedimentos são transportados, e rede hidrográfica que é constituída por vários afluentes, os quais deságuam todos em um rio principal.

É importante salientar que a bacia hidrográfica integra ecossistemas aquáticos e terrestres, cujo corpo hídrico pode sofrer grandes transformações a partir das alterações provocadas pelas dinâmicas geológicas ou por elementos oriundos da ação humana (ALBERTI, 2016). Pois, a retirada da cobertura vegetal para a construção de uma moradia ou para a expansão agrícola, pode causar inúmeras mudanças não somente no ponto da retirada da cobertura vegetal, mas sim em toda a dinâmica existente na bacia hidrográfica.

Para compreender como a ação antrópica pode influenciar na qualidade e

quantidade de água, é importante analisar a bacia hidrográfica como uma unidade de planejamento. Assim, verifica-se o grau de influência dos fenômenos provocados pela ação humana ou por fenômenos naturais sobre a bacia hidrográfica em análise (VON SPERLIN, 2005 apud PAULA, 2016).

Neste contexto, o “planejamento de recursos hídricos é de fundamental importância para o gerenciamento da água da bacia hidrográfica, e para tanto, deve-se considerar diversos processos naturais e sociais interligados, [...]” (LEAL, 2012 apud PAULA, 2016, p. 14). Além disso, deve ser utilizada uma abordagem sistêmica e holística, visando conciliar o desenvolvimento social, econômico e ambiental com os tipos de usos da terra e disponibilidade de água na bacia hidrográfica.

Portanto, a bacia hidrográfica assume grande importância como unidade de planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos, pois a partir da análise dos parâmetros da água é possível qualificá-la, constatar os principais fatores que interferem na sua qualidade e obter informações necessárias que auxiliem os gestores públicos e os próprios planejadores locais a instigarem soluções a partir da elaboração de um plano de manejo que vise amenizar ou recuperar as áreas comprometidas e auxiliar na conservação das áreas de preservação e recuperação de áreas desprovidas de vegetação ripária.

2.20 USO E COBERTURA DA TERRA

Rosa (1992 apud ESPINDULA, 2012, p. 23) coloca que o termo “‘uso da terra’ pode ser compreendida como a maneira pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem, já o termo ‘cobertura da terra’ compreende todo seu revestimento [...]”. A autora ainda relata que acompanhar e analisar a distribuição espacial do uso e cobertura da terra é de suma importância, pois irá auxiliar nos estudos de uma determinada região.

Ferreira; Filho (2009, p.20) analisando o termo diz que “‘uso da terra’ é a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem. O levantamento do uso da terra é de grande importância na medida em que os efeitos do uso desordenado causam deterioração do ambiente [...]”. Ou seja, para estes autores, para se compreender os padrões de organização do espaço, é necessário se fazer a classificação do uso da terra daquele determinado espaço analisado.

Conforme Espindula (2012) em várias partes do Brasil a cobertura da terra

aconteceu de forma desordenada, causando muitos danos ao meio ambiente, como por exemplo, poluição dos recursos hídricos e a extinção de florestas nativas. Para tanto, em uma bacia hidrográfica o mapeamento do uso e cobertura da terra é um fator primordial e determinante na degradação da águas. Desta maneira, a partir dos usos e cobertura da terra em uma bacia hidrografia é possível definir os seus usos prioritários. Estas informações auxiliam na compreensão das formas de usos da terra e quais tipos de usos estão causando problemas ao meio ambiente.

Atualmente, nas pesquisas de cunho Geográfico, o uso e cobertura da terra se tornou um elemento indispensável para o entendimento da organização espacial terrestre, além de garantir a sustentabilidade diante das questões vinculadas à aspectos econômicos, sociais e ambientais (ESPINDULA, 2012).

2.3 INFLUÊNCIA DO USO E COBERTURA DA TERRA NA ÁGUA

No momento da retirada da vegetação natural, se inicia o processo de transformação da paisagem, tendo em vista que os principais componentes como solo, água, vegetação e fauna, que até então, estavam em permanente e dinâmica interação, sofrem interferência e passam a responder as intervenções antrópicas. Neste sentido, ressalta-se as palavras de Reis (2012, p. 17), que neste momento ocorre a transformação da “primeira em segunda natureza e se estabelece o rompimento do equilíbrio natural do ambiente”.

Assim, os ecossistemas, aquático e terrestre estão em permanente integração e não podem ser vistos de forma isolada, tendo a bacia hidrográfica como unidade de planejamento. A atual tendência na gestão dos recursos hídricos consiste ao desenvolvimento sustentado das bacias hidrográficas, que buscam o aproveitamento racional dos recursos, com o mínimo de danos ao ambiente (REIS, 2006). Adotando a bacia hidrográfica como unidade de planejamento, a relação entre ecossistema aquático e terrestre, vão além do planejamento e gestão de recursos hídricos, pois envolve todo conjunto de transformações e suas respectivas consequências sobre o ambiente.

As atividades antrópicas podem provocar a desestabilização dos sistemas. Entre as atividades antrópicas que podem provocar alterações na estabilidade e no equilíbrio dinâmico do sistema tem-se o desmatamento, queimadas, atividades agropecuárias predatórias, mineração, indústrias poluentes, urbanização e outras

formas de uso e cobertura da terra sem planejamento ambiental. Osaki (1994), afirma que as mudanças e alterações qualitativas e quantitativas na água dos rios são resultantes das atividades antrópicas oriundas dos usos, do manejo e da gestão, que podem ser detectadas através do monitoramento, controle e análise das vazões dos rios.

Com o crescimento das cidades altera-se a cobertura vegetal e provoca a alteração no ciclo hidrológico natural, pois a vegetação original é substituída por áreas impermeáveis e são introduzidos condutos para escoamento pluvial (TUCCI, 2002), dentre as principais alterações do ciclo hidrológico pode-se citar: a redução da infiltração no solo, o aumento do escoamento superficial, pelo acúmulo de água que deixa de infiltrar, a diminuição do nível do lençol freático por falta de alimentação e a redução da evapotranspiração.

Consta-se que no passado, os impactos sobre as bacias hidrográficas eram menores devido ao baixo volume de esgoto despejado nos rios e a natureza se encarregava de realizar a autodepuração. Mas, com o aumento da urbanização e o uso de produtos químicos, nas indústrias e na agricultura, assim como, no ambiente em geral, a água utilizada retorna aos rios contaminada e passa a repercutir em toda a cadeia que envolve a bacia hidrográfica, abrangendo os sistemas aquáticos, superficiais e subterrâneos.

Para Tundisi (2003) entre as principais causas da deterioração dos recursos hídricos do planeta podemos destacar o crescimento populacional e a rápida urbanização; diversificação dos usos múltiplos; gerenciamento não coordenado dos recursos hídricos disponíveis; o não reconhecimento de que a saúde humana e a qualidade da água são interativas; o peso excessivo das políticas governamentais nos “serviços de água”; na degradação do solo por pressão da população, no aumento da erosão e a sedimentação de rios; problemas sociais, ambientais e econômicos referentes aos recursos hídricos são tratados separadamente e de forma pouco eficiente.

Conforme Von Sperling (1995) a qualidade de determinada água é de acordo com os usos e ocupação do solo na bacia hidrográfica, pois a qualidade responde de acordo com tipo de uso. Em decorrência dos impactos nos recursos hídricos um dos principais problemas que o setor de recursos hídricos enfrenta na atualidade é a redução da disponibilidade hídrica devido à degradação da qualidade da água dos

rios, lagos e aquíferos. Portanto, o uso e cobertura da terra exerce influência direta sobre a qualidade da água. Este fato pode ser constatado por meio de análise dos parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos que indicam a qualidade de água (VON SPERLING, 1995).

2.4 QUALIDADE DA ÁGUA E SEUS PARÂMETROS

A Política Nacional de Recursos Hídricos, implantada em 08 de janeiro de 1997, pela Lei nº 9.433, foi uma iniciativa em âmbito da preservação dos recursos hídricos, garantindo a qualidade das águas (PEREIRA, 2008). A referida Lei nº 9.433, tem como objetivos:

I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável; III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

A partir da análise dos objetivos desta lei, percebemos a preocupação com a preservação e uso correto dos recursos hídricos, a fim de garantir a todas as gerações existentes e futuras, uma boa qualidade de água.

A criação da resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama) nº 357 de dezessete de março de 2005, considera que:

- ✓ “a classificação das águas doces, salobras e salinas essencial a defesa de seus níveis de qualidade, são avaliados por condições e padrões específicos, de modo a assegurar seus usos preponderantes;”
- ✓ “o enquadramento dos corpos de água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender as necessidades da comunidade;”
- ✓ “a saúde e o bem-estar humano, bem como o equilíbrio ecológico aquático, não devem ser afetados pela deterioração da qualidade das águas;”.

Esta resolução do Conama nº 357, além de permitir uma classificação das águas, expressa a necessidade de preservação e equilíbrio dos ecossistemas aquáticos, e sua preocupação com a qualidade de água destinada ao consumo humano. Para assegurar a qualidade da água, a resolução estabelece um conjunto de parâmetros e níveis considerados satisfatórios. Deste modo, ao se analisar um

corpo hídrico a partir dos parâmetros propostos na resolução, será possível verificar a qualidade da água.

De acordo com Larantis (2004 apud OLIVEIRA, 2013, p.20) “as águas de um rio são caracterizadas pelos parâmetros físicos, químicos e biológicos. Estes parâmetros servem como indicadores do estado do corpo hídrico e podem ser relacionados às suas características naturais ou fontes poluidoras [...]”. Este autor ainda destaca que durante o ciclo hidrológico, a água entra em contato com elementos como solo, rochas e vegetação que são incorporados a sua composição, caracterizando assim a sua qualidade e são responsáveis pelo equilíbrio do ecossistema existente em determinada bacia hidrográfica. No entanto, com o desenvolvimento de muitas atividades humanas ocorre uma poluição dos rios ocasionando modificações imediatas no ecossistema.

Para Braga et al (2005 apud FARIA, 2012, p. 09) “a qualidade da água depende diretamente da quantidade de água existente para dissolver, diluir e transportar as substâncias benéficas e nocivas para os seres que compõem a cadeia alimentar”.

Portanto, considera-se que as análises dos parâmetros da água são de extrema importância para identificar a qualidade de água da bacia hidrográfica do Arroio do Meio – RS, possibilitando assim, identificar os tipos de uso e cobertura da terra que mais influenciam na qualidade de água, sejam eles elementos naturais ou pela ação humana.

Desse modo, a presente pesquisa analisou os parâmetros físicos de total de sólidos em suspensão, temperatura e turbidez. Com relação aos parâmetros químicos potencial de hidrogênio e oxigênio dissolvido. E por último, o parâmetro bacteriológico referente aos coliformes totais.

2.5 PARÂMETROS FÍSICOS

Os parâmetros físicos se referem às características físicas da água e se relacionam aos aspectos estéticos. Tais parâmetros analisados são ótimos indicadores das características de águas superficiais. (OLIVEIRA, 2013).

2.5.1 Total de sedimentos em suspensão (TSS)

Para Prado (2004) dentro de um curso de água o total de sólidos em suspensão pode apresentar diferentes índices dependendo da quantidade de esgotos industriais e domésticos são despejados na água. Sendo que a variação desta concentração de sólidos em suspensão interfere na turbidez da água.

Silva (2006 apud OLIVEIRA, 2013) reforça que os sólidos suspensos podem carregar consigo elementos tóxicos, como metais pesados e pesticidas, os quais depositados no fundo dos lagos e rios pode causar um assoreamento nos rios, prejudicar a reprodução dos peixes e demais espécies existentes naquele determinado curso de água.

Conforme Cerreta (2004) os sólidos suspensos em águas naturais são constituídos por sedimentos da erosão, plâncton e detritos orgânicos, a presença de sólidos suspensos podem impedir a penetração de luz nos corpos hídricos e conseqüentemente reduz o oxigênio dissolvido e o aquecimento deste corpo hídrico. No entanto, Arraut (2005 apud ALBERTI, 2016, p. 31 e 32) afirma que a quantidade de sólidos em suspensão é representada “por todos os sólidos em suspensão tanto substâncias inorgânicas quanto matéria orgânica, microrganismos e fitoplâncton presentes na água e que são retidos em filtros. [...]”.

Os sólidos que estão presentes na água podem ser sólidos inorgânicos ou sólidos orgânicos. O primeiro é representado por partículas de minerais, como argila e silte e o segundo é composto por matéria orgânica particulada, zooplâncton e fitoplâncton. Ou seja, todo o material em suspensão na água, que não passe pelo filtro de 0,45 um. é a regra para se obter o total de sólidos em suspensão. (ESTEVEES, 2011).

2.5.2 Temperatura (T)

De acordo com a Cetesb (2009) a temperatura da água sofre influência da altitude, latitude, das estações do ano, taxa de profundidade, fluxo e períodos do dia. A variação da temperatura durante o ano ocorre devido ao regime climático que determinada região está submetida.

Fellenberg (1980 apud ALBERTI, 2016, p. 28) contribui destacando que a temperatura de um corpo hídrico está vinculada aos fenômenos climáticos, mas

também possui relação com a ação humana, a partir de “lançamento de efluentes industriais, como descargas de torres das usinas térmicas alimentadas ou com combustíveis fósseis (carvão e petróleo) ou por energia nuclear.”

Segundo Braga et al. (2005) afirmam que a variação da temperatura na água interfere nas taxas de reações químicas e na vida aquática. Pois, quando ocorre um aumento da temperatura na água, há uma aceleração nas reações químicas e um aumento na solubilidade dos sais e uma diminuição na solubilidade dos gases, ocasionando a morte dos peixes. No entanto, quando a temperatura na água diminui, favorece o crescimento de fungos e plantas propiciando a nitrificação e a eutrofização do corpo hídrico.

2.5.3 Turbidez

A turbidez é um parâmetro importante para determinar a qualidade da água e está relacionada com a passagem de luz em um corpo hídrico, ou seja, sem passagem de luz na água, pode tornar a aparência turva. Assim, a passagem de luz pode ter interferência de algumas partículas, como as orgânicas relacionadas as bactérias e algas, ou as partículas inorgânicas que se referem a argila e areia que são os sólidos em suspensão (CETESB, 2009).

Neste contexto, a presença de partículas em suspensão podem ter origem naturais em virtude do processo de erosão, onde a partir de solo exposto e sem a presença de mata ciliar (ripária) convergem diretamente em direção ao curso de água, ou mesmo pelos esgotos industriais e domésticos que são lançados nos cursos de água. Porém, o alto índice das precipitações também auxiliam na turbidez da água, que com o aumento das chuvas podem provocar maior movimentação das águas e um aporte maior de sedimentos para dentro dos corpos hídricos (ESPINDULA, 2012).

Von Sperling (1996 p. 33) citado por ALBERTI, (2016) salienta que o parâmetro da turbidez é importante no estudo da qualidade da água, pois como é influenciado por elementos naturais e antrópicos, podem trazer alguns problemas. Portanto, quando a sua origem está relacionada com elementos naturais “não traz inconvenientes sanitários diretos, somente esteticamente desagradável a água potável, e os sólidos em suspensão podem servir de abrigo para microrganismos patogênicos. Porém, ressaltam, quando sua origem está relacionada com elementos

antrópicos podem conter organismos patogênicos e compostos tóxicos que merecem maior atenção.

Para tanto, o aumento da turbidez da água acarreta na redução de penetração de luz na água, que por sua vez, prejudica a fotossíntese da vegetação aquática submersa e das algas, além disso, ocorre o soterramento no fundo dos rios, a partir de materiais que se depositam e impedem a desova dos peixes e todos os organismos existentes neste corpo hídrico serão prejudicados (CERETTA, 2004).

2.6 PARÂMETROS QUÍMICOS

A água em seus estados líquido, gasoso e sólido, consegue dissolver um elevado número de substâncias inorgânicas e orgânicas, assim a água é considerada um solvente (BRANCO, 2003). Oliveira (2013, p.22 e 23) acrescenta que este “processo de diluição natural da água é chamado de autodepuração, na qual os microorganismos consomem o material lançado e logo após ocorre à reintrodução de oxigênio no meio que foi diminuído com a respiração dos organismos.” Tais substâncias são indispensáveis para o equilíbrio de um ecossistema e para a sobrevivência de algumas espécies, porém o excesso dessas substâncias dissolvidas na água pode acarretar em um efeito totalmente contrário. A partir da análise de parâmetros químicos é possível estabelecer o grau de contaminação, além de definir a origem dos principais poluentes.

2.6.1 Potencial hidrogeniônico (pH)

Para Lima (2001 apud OLIVEIRA, 2013) o potencial hidrogeniônico é composto pela presença de gases e sólidos dissolvidos no ambiente hídrico provenientes de rochas, emissão e absorção de gases da atmosfera, fotossíntese e oxidação de matéria orgânica. Este autor ainda destaca que a medida da concentração do pH na água pode variar de 0 (zero) a 14 (quatorze), na qual podemos considerar um pH abaixo de 7 (sete) uma água ácida, maior que 7 (sete) é alcalina e quando a medida se mantém na faixa de 7 (sete) é considerada uma água neutra.

Von Serling (1996 apud ALBERTI, 2016) destaca que as origens do pH são naturais ou antropogênicas, a primeira origem diz respeito a fotossíntese, dissolução

das rochas, oxidação da matéria orgânica e absorção de gases da atmosfera, já a segunda origem está relacionada com os despejos industriais e domésticos.

Segundo Odum (1988 apud ALBERTI, 2016) as águas e os solos que apresentam um pH baixo (ácidos), possuem baixa produtividade, e apresentam deficiências em nutrientes. Portanto, os valores de pH são determinantes para a disponibilidade de substâncias de nutrientes.

Mota (1997) citado por Alberti (2016, p.29) afirma que “valores baixos de pH permitem que alguns metais se tornam mais solúveis. Em condições de pH elevado, o ferro está menos disponível para algumas plantas, interferindo na produção de toda comunidade aquática. [...]”. Este autor, também destaca que elevados níveis de pH em corpos hídricos podem ocasionar a morte de comunidades de peixes e de outros tipos de vida aquática ou até mesmo o desaparecimento dos seres vivos presentes.

Com relação as águas que servem para o abastecimento humano, alterações do pH podem afetar o gosto da água e comprometer o processo de tratamento. A água com um baixo pH se torna corrosiva, já quando apresenta um alto pH, causa problemas nas tubulações de tratamento e de distribuição (CERRETA, 2004).

A resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama) nº 357 de dezessete de março de 2005, prevê no artigo 14, que as águas doces da classe 1 para apresentarem condições de qualidade de água devem ficar entre os níveis de pH de 6,0 a 9,0.

Para Esteves (1998) este parâmetro é o mais difícil de ser analisado é muito importante, pois normalmente os ecossistemas aquáticos que apresentam pH com níveis baixos, tem uma maior concentração de ácidos orgânicos dissolvidos.

2.6.2 Oxigênio dissolvido (OD)

Segundo Von Sperling (1996) o oxigênio dissolvido tem sua principal origem da atmosfera e pelos organismos que produzem fotossíntese. Este parâmetro é essencial para a sobrevivência dos organismos, além disso, com a alta concentração de oxigênio num corpo hídrico auxilia na estabilização da matéria orgânica que é descartada nos leitos dos rios.

Para Braga et al. (2005 apud OLIVEIRA, 2013, p. 25)“ os fatores que influenciam a concentração desse gás no meio hídrico são a temperatura da água, a

pressão atmosférica, a respiração e a fotossíntese das plantas aquáticas, além das demandas por oxigênio na água [...]”. O fator que mais influencia neste parâmetro é a temperatura, pois quanto menor a temperatura, maior a concentração de oxigênio, o que propicia um equilíbrio no corpo hídrico. No entanto, quando ocorre o inverso neste corpo hídrico, dentre os impactos que são causados podemos citar o mau odor e proliferação das algas na superfície da água, além de prejudicar as espécies que vivem neste ambiente aquático (ESPINDULA, 2012).

A unidade de medida utilizada na medição do oxigênio dissolvido é miligrama por litro (mg/l). Para tanto, a resolução do Conama nº 357 de dezessete de março de 2005, prevê no artigo 14, que as águas doces da classe 1 em qualquer amostra, o valor de oxigênio dissolvido não deve ser inferior a 6mg/L.

2.7 PARÂMETROS BACTERIOLÓGICOS

2.7.1 Coliformes Totais

Os parâmetros bacteriológicos são responsáveis por indicar os microorganismos existentes na água, tais microorganismos podem trazer ao ser humano uma série de doenças. Os microorganismos podem ser naturais oriundos do próprio sistema de uma bacia hidrográfica ou transitórios provenientes do solo e despejos de esgoto domésticos e industriais (OLIVEIRA, 2013).

A análise dos coliformes totais inclui microorganismos de origem não fecal, os coliformes totais auxiliam no diagnóstico da quantidade de matéria orgânica existente em determinado corpo de água, por isso, quando identificamos uma grande quantidade de matéria orgânica em um sistema aquático, maior a probabilidade do aumento de bactérias patogênicas que são prejudiciais à saúde do ser humano.

2.8 SENSORIAMENTO REMOTO

O crescimento populacional e urbano juntamente com o crescimento econômico a partir da expansão agrícola acarreta em danos ambientais nos ecossistemas e prejudicar a qualidade de vida de todos os seres vivos envolvidos.

Diante deste conjunto de circunstâncias se faz necessário o emprego de novas tecnologias como o Sensoriamento Remoto (CONCEIÇÃO, 2004).

De acordo com Novo (2008) a utilização do sensoriamento remoto como meio de aquisição de imagens surgiu a partir de 1960, mais recentemente muitos são os autores que trazem definições sobre o Sensoriamento Remoto e cada vez mais a sua utilização se torna indispensável para estudos voltados para as áreas de monitoramento ambiental.

Conceição (2004, p. 01) destaca que:

A utilização de técnicas de Sensoriamento Remoto constitui uma poderosa ferramenta para realizar o planejamento de uma unidade ambiental. Os mapeamentos obtidos com o auxílio de técnicas de Sensoriamento Remoto podem integrar toda a região de estudo, podendo ademais utilizar metodologias adaptadas às condições específicas de cada área [...].

As técnicas de sensoriamento remoto são aplicadas em vários países, com a sua utilização do mapeamento e monitoramento dos recursos naturais, protegendo e prevenindo deste modo a degradação e exploração dos ambientes. (BRAGANÇA et al 1987 apud CONCEIÇÃO, 2004)

Conforme Steffen (1996 apud CONCEIÇÃO, 2004, p. 11) o sensoriamento remoto pode ser compreendido como um “conjunto de técnicas relacionadas com a aquisição e a análise de dados de sensores remotos, [...] capazes de detectar e registrar, sob forma de imagens, o fluxo de radiação eletromagnética refletida ou emitida por objetos terrestres.”

Novo (1992) afirma que o sensoriamento remoto sobre o ambiente terrestre é possível a partir do uso de equipamentos e sensores modernos que registram as interações eletromagnéticas com os objetos da atmosfera e da superfície terrestre.

Conforme Mendes (2000) citado por Conceição (2004, p. 12), o sensoriamento remoto é de fundamental importância para se obter uma série de dados temporais. Ainda destaca que além do sensoriamento remoto ser um sistema designado a aquisição de dados, pode ser subdividido em cinco componentes diferentes: “Fonte de energia eletromagnética, meio de transmissão, alvo na superfície da Terra, sensor e plataforma, e sistema de processamento [...].”

Para Curran (1985) o Sensoriamento Remoto permitiu ao homem uma ampliação na obtenção de informações sobre o meio ambiente e os recursos

naturais, tornando-se uma ferramenta fundamental, facilitando os levantamentos de dados e os trabalhos temáticos. De acordo com Novo (1998 apud FERREIRA; FILHO, 2009, p. 21) as vantagens da utilização dos programas de Sensoriamento Remoto são:

[...] estímulo as pesquisas multidisciplinares; informações de áreas de difícil acesso; universalização dos dados e das técnicas de tratamento e análise de dados digitais; facilidade do recobrimento de grandes áreas (visão sinóptica); cobertura repetitiva com mesma hora e local; grande quantidade de dados pontuais, sobre uma mesma área; transferência de dados Satélite/Terra em tempo real; e o aspecto multiespectral, isto é, a capacidade dos sistemas de sensores gerarem produtos em diferentes faixas espectrais, [...].

A captação de imagens a partir das técnicas do sensoriamento remoto vão permitir realizar o levantamento dos tipos de usos e cobertura da terra da bacia hidrográfica do Arroio do Meio – RS e, desta maneira, como mapeamento realizar uma análise dos tipo de usos que influenciam nos parâmetros de água da bacia hidrográfica. Desta forma, os levantamentos de uso e cobertura da terra são de fundamental importância, pois auxiliam no planejamento, monitoramento dos recursos naturais existentes na superfície Terrestre. Para o presente estudo utilizou-se do sensoriamento remoto, cujos produtos referem-se a imagem de satélite oriundo do satélite Landsat 8 recentemente colocado em órbita.

2.8.1 Satélite Landsat

O satélite Landsat-8 foi lançado pela NASA no dia 11 de fevereiro de 2013, na Califórnia (EUA) e opera a uma altitude de 705 Km (USGS, 2013 apud COELHO; CORREA, 2013). De acordo com Coelho e Correa (2013) com exceção das latitudes polares mais altas, a imagem obtida através desse satélite é de praticamente todo o globo, tem uma resolução temporal de 16 dias, ou seja, a cada 16 dias este satélite passa novamente sobre a mesma área para obter uma nova imagem. A imagem desse satélite possui um tamanho de 183 Km a leste – oeste e de 170 Km de norte – sul.

O satélite Landsat-8 possui em sua plataforma dois tipos de sensores imageadores. O primeiro representado pelo sensor Operational Land Imager (OLI) que contem nove bandas espectrais integrando a banda pancromática. E o segundo

sensor representado pelo ThermalInfrared Sensor (TIRS), que possui duas bandas de pixel de 100 metros, processadas e disponibilizadas em 30 metros, para coincidir com a maioria das bandas multiespectrais do sistema imageador OLI” (USGS, 2013 apud COELHO; CORREA, 2013, p. 33).

A seguir a tabela (01) exemplifica as características das bandas espectrais do Landsat-8.

Tabela 1 - Características das bandas espectrais do Satélite Landsat-8

Bandas: Landsat – 8	Sensor	Resolução em metros
Banda 1: Ultra – Azul	OLI	30m
Banda 2: Azul	OLI	30m
Banda 3: Verde	OLI	30m
Banda 4: Vermelha	OLI	30m
Banda 5: Infravermelho Próximo	OLI	30m
Banda 6: Infravermelho Médio	OLI	30m
Banda 7: Infravermelho Médio	OLI	30m
Banda 8: Pancromática	OLI	15m
Banda 9: Cirrus	OLI	30m
Banda 10: Infravermelho Termal	TIRS	100m (processadas e disponibilizadas em resolução de 30 m)
Banda 11: Infravermelho Termal	TIRS	100m (processadas e disponibilizadas em resolução de 30 m)

Fonte: Adaptado de May (2015)

A partir dos produtos oriundos, deste satélite obtem-se o levantamento do uso e cobertura da terra e o mapa de uso e cobertura da terra por bacia de captação, juntamente com o mapa das áreas de preservação permanente da bacia hidrográfica do Arroio do Meio no município de São Valentim, RS.

3 METODOLOGIA

3.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA

A presente pesquisa teve como foco de estudo o meio aquático e terrestre. Para o meio aquático foi realizada a coleta de água e posteriormente a análise dos parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos conforme segue na figura 2.

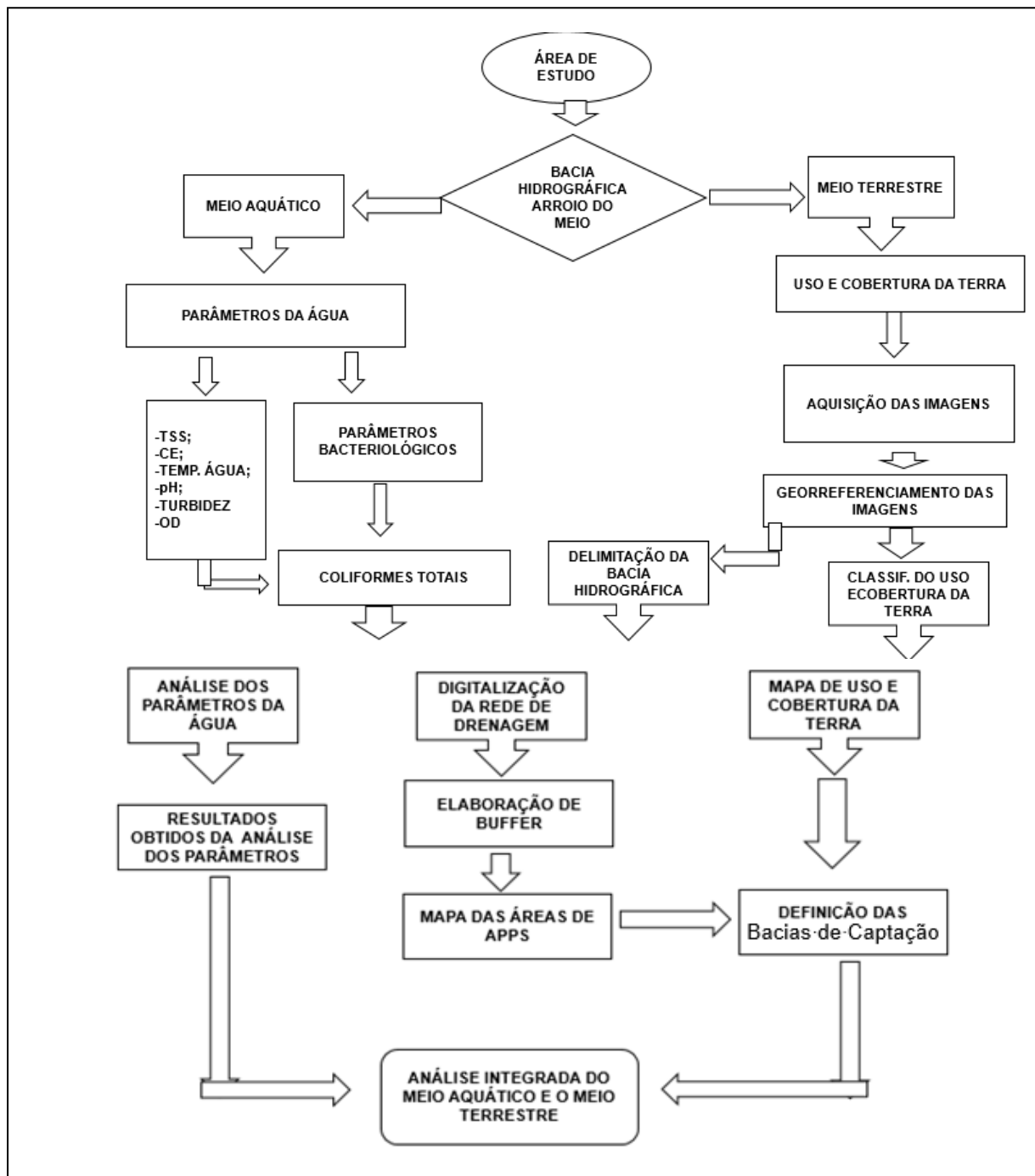


Figura 2 - Etapas Metodológicas desenvolvidas na Pesquisa.
Org: FRANCESCHI, Carine Gallina, 2016.

Aliado a estes foram adquiridos dados pluviométricos junto a Emater do município para agregar informação aos referidos parâmetros. Quanto ao meio terrestre foram elaborados mapas de uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica Arroio do Meio – RS, mapas de uso e cobertura da terra por bacia de captação da bacia hidrográfica, assim como o mapa das Áreas de Preservação Permanentes (APPs).

A abordagem metodológica utilizada nesta pesquisa está relacionada a análise sistêmica, que propicia uma “[...] análise dos fenômenos de maneira mais aprofundada através de um princípio de reciprocidade que aproxima a visão de dois elementos quando combinados entre si” (RABAIOLLI, 2013, p. 27).

Segundo Rabaiolli (2013) a metodologia sistêmica nos auxilia na compreensão dos sistemas através de vários elementos que o compõem e suas inter-relações com outros elementos. Ou seja, a partir de uma análise sistêmica dos parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos juntamente com o uso e cobertura da terra, será possível compreender as inter-relações entre os sistemas aquático e terrestre, sendo que o homem se organiza nesses sistemas e provoca várias mudanças em seus elementos constituintes.

3.2 MEIO AQUÁTICO

Inicialmente foram definidos cinco pontos amostrais, de acordo com alguns critérios como facilidade ao acesso, locais próximos as áreas de cultivo agrícola, na foz da bacia hidrográfica, locais com presença de mata ripária. Posteriormente realizou-se o trabalho de campo no dia 20 de maio de 2016, onde as amostras foram coletadas em duas embalagens distintas para posterior análise em laboratório.

Para contemplar as análises de água foram selecionados previamente cinco pontos de coleta de água, abrangendo 5 (cinco) bacias de captação ou contribuição que integram a bacia hidrográfica do arroio do Arroio do Meio, RS (Figura 3).

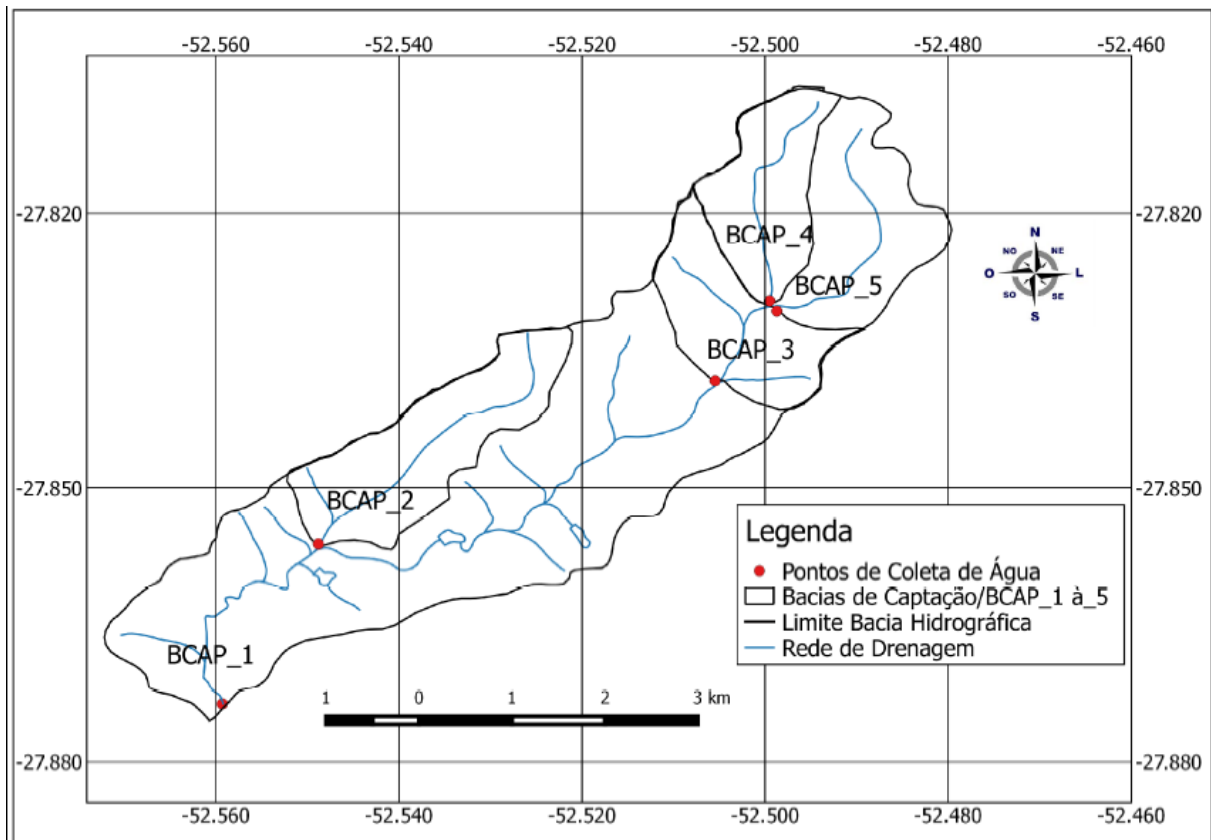


Figura 3 - Mapa dos Pontos de Coletas de Amostras de Água por Bacia de Captação na Bacia Hidrográfica Arroio do Meio – RS.
Org: FRANCESCHI; REIS, 2016.

3.2.1 Parâmetros físicos

a) Total de sólidos em suspensão

Inicialmente para a análise deste parâmetro foi coletada amostras de água de cada ponto de coleta em garrafas plásticas lavadas com capacidade para 500 ml de água, as quais foram devidamente identificadas de acordo com cada ponto de coleta, ou seja, numeradas de 01 a 05. Além disso, durante a realização das coletas tomou-se um cuidado especial para coletar a água com a garrafa plástica totalmente submersa na água, para deste modo, a amostra coletada não ter contato com o ar, para posteriormente realizar a análise em laboratório.

Em laboratório para a análise deste parâmetro foram adotados alguns procedimentos como os filtros inicialmente foram colocados em placas de Petri, numeradas conforme todos os pontos de coleta, em seguida, foram para a Estufa de esterilização com uma temperatura média de 50° C a 60° C, por 24 horas, para que deste modo, os filtros não fiquem úmidos e interferir na pesagem.

Realizada esta primeira etapa, os próximos passos foram a pesagem dos filtros em uma balança de precisão, para a obtenção dos valores do peso inicial dos filtros. Logo após, foi realizada a filtragem das amostras, para isto, os filtros foram colocados em funis de vidro apoiados em tubos de ensaios, posteriormente, as amostras de água foram agitadas e adicionadas nas profetas 100ml da amostra de água coletada. Ao término da filtragem da água os filtros foram retirados dos funis e colocados novamente nas placas de Petri e na Estufa de esterilização para a secagem, por um período de 24 horas.

A penúltima etapa consistiu na pesagem dos filtros, para a obtenção do peso final (AGUDO et al, 1988). Todos os valores referente ao peso inicial e peso final foram devidamente anotados em um papel para realizar os cálculos.

A última etapa, consiste na execução dos cálculos com a aplicação da equação abaixo elaborada por Agudo et al (1988), que para chegar ao resultado em mg do total de sólidos suspensos temos que calcular a diferença entre o peso inicial (PIG) e do peso Final (PFG) do filtro de cada amostra coletada de água.

$$\text{TSS} = \frac{\text{PFG} - \text{PIG} \times 1000}{\text{VOL. (L)}}$$

b) Turbidez

Para a análise da turbidez, realizou-se primeiramente a calibragem do aparelho Turbidímetro, inserindo o tubo padrão do aparelho e girando o botão da calibragem. Logo após, as amostras de água de cada ponto de coleta foram agitadas para misturar os materiais que estavam depositados no fundo da amostra, em seguida, foi despejada a amostra de água até a marca indicada em outro tubo esterilizado e fechado a sua tampa, introduzido este tubo no aparelho e fechado a tampa do aparelho para obter o valor da turbidez, quando leitura exposta no aparelho se estabilizou foi anotado o valor na unidade de medida NTU em um papel, para posterior análise de cada ponto. Este procedimento foi realizado para todas as amostras de cada ponto de coleta de água.

3.2.2 Parâmetros químicos

a) Potencial Hidrogeônico

Para a análise do pH, inicialmente realizou-se a calibragem do aparelho Phmetro, selecionando a opção “calibrar” no aparelho, em seguida a base do aparelho e o tubo, no qual a amostra de água é despejada foram esterilizados e lavados, para não interferir na obtenção do resultado. Em seguida, a amostra de água foi despejada no tubo e a base do aparelho foi introduzida na amostra para obter o valor do pH da amostra, neste momento, o aparelho inicia a leitura do pH, quando a leitura do pH estabilizou foi anotado o valor no papel de cada ponto de coleta.

b) Oxigênio dissolvido e Temperatura da água e do ambiente

Durante a realização do trabalho de campo foi efetuada a medição ponto a ponto de coleta dos parâmetros de temperatura e oxigênio dissolvido da água e temperatura do ambiente, a partir do uso do aparelho oxímetro. Para a obtenção dos valores, chegando ao local do ponto de coleta de cada amostra de água, foi necessário ligar o aparelho oxímetro, esperar ocorrer a sua calibragem. Inicialmente foi realizada a medição da temperatura do ambiente e anotado em um papel o seu valor, em seguida, era necessário calibrar novamente o aparelho e colocar a sua base submersa na água a uma profundidade de aproximadamente 10 cm, até toda a base estar totalmente submersa na água, deste modo, o aparelho inicia a leitura da temperatura da água e do oxigênio dissolvido, ao mesmo tempo, é necessário esperar a leitura estabilizar para anotar os valores de cada parâmetro.

3.2.3 Parâmetros bacteriológicos

a) Coliformes totais

Para a análise dos coliformes totais, durante o trabalho de campo as amostras de água foram coletadas em tubos específicos e esterilizados com

capacidade para 100 ml de água e numerados de 01 a 05, para identificar cada ponto de coleta. Para a realização da coleta das amostras de água tomou-se alguns cuidados como usar luvas para pegar os frascos esterilizados, abrir os frascos esterilizados somente após estarem submersos na água, no sentido contrário da corrente da água, encher os tubos completamente com os 100 ml de água e fechá-los submersos na água.

Após o término das coletas das amostras os frascos foram colocados em uma caixa térmica para garantir a conservação da água e levados ao Laboratório FV Química Ambiental, situado no município de Getúlio Vargas (RS) para dar início aos procedimentos de análise deste parâmetro. Além dos cuidados já relatados anteriormente, para a coleta e entrega das amostras de água para a análise é necessário realizar todo este procedimento em um prazo de no máximo 12 horas, visando garantir os resultados obtidos, pois segundo informações laboratoriais, após este período, podem ocorrer mudanças nas propriedades da amostra da água.

3.3 MEIO TERRESTRE

3.3.1 Uso e cobertura da terra

Para a elaboração do mapa de uso e cobertura da terra delimitou-se a área de estudo na carta topográfica denominada do Barão Hirschvia tela do computador gerando-se o Shapefile do limite da bacia hidrográfica. Posteriormente realizou-se a extração da Imagem de satélite Landsat-8, do dia 6 de janeiro de 2016, prevendo a ausência total de nuvens, a que melhor identificasse os diferentes tipos de uso e cobertura da terra, além da melhor imagem e mais próxima dos dias de coleta de água. A imagem foi adquirida junto ao site do Serviço de Levantamento Geológico Americano (USGS, 2016). A rede de drenagem utilizada como base cartográfica foi da Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável/SEMA.

A composição das bandas foi no programa do ArGis 10.2.1. Após importação da imagem de satélite já georreferenciada, realizou-se a composição das bandas e a aplicação da falsa cor (R, G, B) para as bandas 4 (R), 3(G) e 2(B). Em seguida a coleta de amostras de cada classe de uso.

- 1) Lavoura: áreas destinadas ao cultivo;
- 2) Solo exposto; área descoberta.
- 3) Floresta: vegetação densa;
- 4) Campo: vegetação arbustiva, gramado.
- 5) Água

Para tanto, realizou-se a classificação supervisionada, onde coletou-se em torno de 10 amostras e aplicou-se para toda área de estudo.

Assim, identificou cinco classes de uso e cobertura da terra e o Layout foi elaborado no QGis 2.8.2.

3.3.2 Áreas de preservação permanente

A partir da rede de drenagem foi gerado um bufer de 30 metros de ambas as margens do rio e um bufer de 50 metros para as cabeceiras do rio, de acordo com limite estabelecido para as áreas de preservação permanente (APPs) pelo Código Florestal vigente a Lei nº 12.651 de vinte e cinco de maio de 2005. A base cartográfica foi o limite da bacia hidrográfica extraída da carta e a drenagem adquirida junto a SEMA, RS.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE DOS PARÂMETROS DA QUALIDADE DE ÁGUA

O primeiro ponto amostral (P1) foi localizado na foz do rio Arroio do Meio, a uma altitude de 549 m. Neste ponto de coleta há uma porção de mata ripária ao redor do percurso do rio, no entanto, as demais áreas ao redor do rio são áreas de lavoura destinadas principalmente para a cultura de milho e soja. No dia da realização da coleta das amostras as áreas de lavoura estavam sem cobertura, pois foi feita a colheita da soja e as áreas não foram plantadas novamente. Deste modo, com pouca cobertura da terra, ocorre uma maior probabilidade de aporte de sedimentos para o rio em dias com um alto volume de precipitação pluviométrica.

O segundo ponto amostral (P2) foi localizado próximo a uma residência com a altitude de 618 m. Neste ponto de coleta verificou-se áreas intercaladas de campo destinadas para a criação de gado leiteiro e áreas de lavouras, pouca ou quase nenhuma presença de mata nativa as margens do rio.

O terceiro ponto amostral (P3) foi localizado próxima a outra residência a uma altitude de 627 m. Neste ponto de coleta o uso e cobertura da terra que pode ser observado foi áreas de campo intercaladas com pequenas áreas de mata ripária.

O quarto ponto amostral (P4) foi localizado a uma altitude de 684 m. Neste ponto de coleta o uso e cobertura da terra que pode ser observado foi áreas de vegetação secundária intercaladas com árvores nativas em certas porções do rio, áreas destinadas à lavoura, um pequeno desvio do curso do rio com tubos, por causa da estrada, pela qual os agricultores tem acesso as áreas de lavoura para realizar o plantio.

O quinto ponto amostral (P5) foi localizado a altitude de 642 m. Neste ponto de coleta a área de cobertura da terra era de campo, destinado basicamente para a criação de bovinos, quase não havia presença de mata ripária, apenas alguns resquícios, o local de coleta era próxima a moradias.

Podemos verificar na figura 4, a partir das fotografias obtidas no dia do trabalho de campo o cenário encontrado em cada ponto amostral.



Figura 4 - Cenário encontrado nos pontos de coleta das amostras de água.
 Fonte: Trabalho de Campo, FRANCESCHI, Carine Gallina, 20/05/2016.

Diante das análises apresentadas a precipitação pluviométrica é um importante dado para ser levado em consideração na análise dos parâmetros de qualidade de água, pois o registro de uma precipitação muito elevada próximo ao dia do trabalho de campo, pode interferir nos resultados obtidos, principalmente no parâmetro referente ao TSS um elevado índice de precipitação pluviométrica auxilia no transporte de sedimentos para os corpos hídricos.

Cabe destacar que analisando a figura (05), no município de São Valentim – RS, choveu 38 mm no dia 15 de maio, e o trabalho de campo foi realizado cinco dias após esta precipitação dia 20 de maio. Este fato, pode ter pequena interferência na presença de TSS e Turbidez da água.

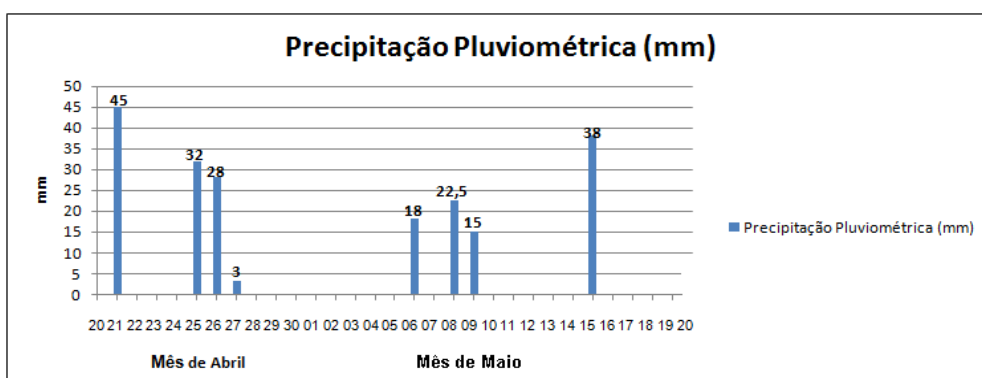


Figura 5 - Precipitação Pluviométrica no Município de São Valentim – RS.
 Fonte: Associação Riograndense de Empreendimento e Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER), São Valentim.
 Org: FRANCESCHI, Carine Galina, 2016.

Com relação a análise da temperatura do ambiente nos pontos de coletas das amostras de água, percebe-se que não houve muita variação de temperatura, o P5 e o P3 foram os pontos de coletas de amostras de água que apresentaram as temperaturas ambientes mais baixas (Figura 6), apesar destes pontos apresentarem apenas resquícios de mata ripária, este tipo de vegetação pode influenciar na temperatura ambiente, pois dificulta a penetração dos raios solares na água. Outro aspecto que deve ser salientado o trabalho de campo ocorreu na estação do outono, na qual os raios solares tem menos incidência e as temperaturas já se apresentam menores, além disso, o dia estava alternando entre períodos de sol e nublado.

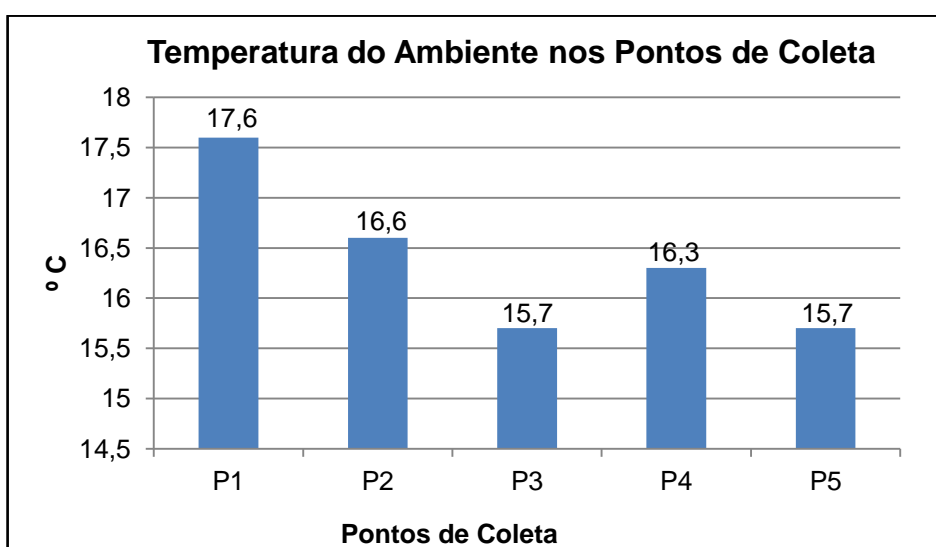


Figura 6 - Variação da Temperatura Ambiente nos Pontos de Coleta.
Fonte: Trabalho de Campo, São Valentim (20/05/2016)
Org: FRANCESCHI, Carine Galina, 2016.

Em análise ao parâmetro de temperatura da água percebe-se que não ocorreu uma variação de temperatura significativa de um ponto de coleta para outro. Observando a figura 7, da variação da temperatura da água verificamos que o P3 apresentou a menor temperatura, seguido do P5, o P4 e o P1 apresentaram as mesmas temperaturas e a temperatura mais elevada foi registrada no P2. Em confrontação com a figura 6, da variação da temperatura do ambiente nota-se que os pontos de coleta das amostras (P3 e P5) apresentaram as menores temperaturas, conseqüentemente na variação de temperatura da água os pontos de coleta (P3 e P5) foram os pontos que registraram as menores temperaturas. Ou seja, a temperatura do ambiente tem influência sobre a temperatura da água.

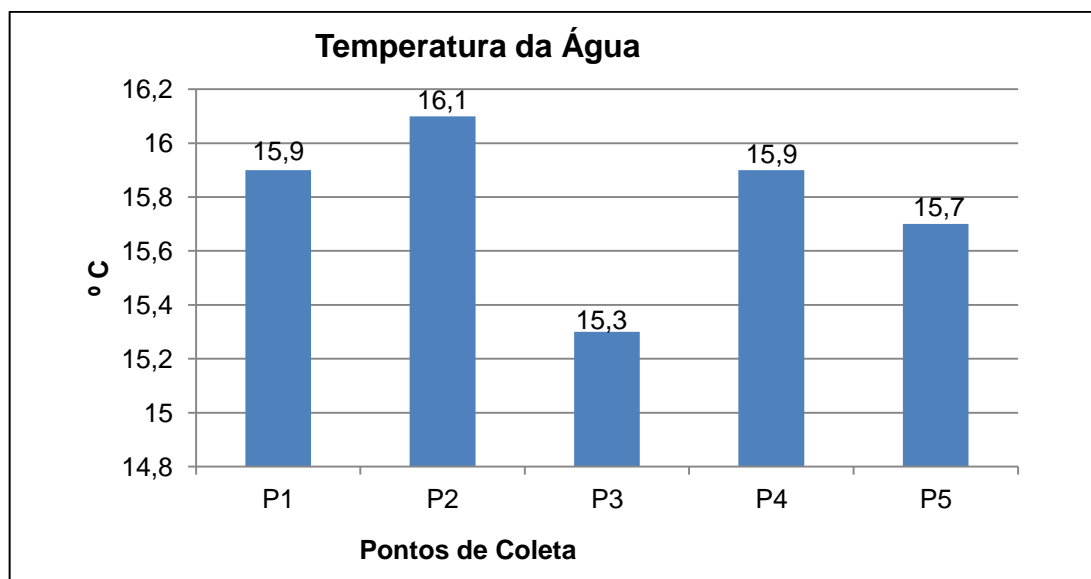


Figura 7 - Variação da Temperatura da Água nos Pontos de Coleta
Fonte: Trabalho de Campo, São Valentim (20/05/2016)
Org: FRANCESCHI, Carine Galina, 2016.

Em análise ao parâmetro referente ao pH da água, os valores não tiveram muita variação e distinção entre um ponto de coleta e outro. O P5 foi o ponto que registrou o maior valor de pH na amostra, seguido do P3, P2, P1 e o P4 foi o ponto que apresentou o menor valor de pH 6,45.

De acordo com a Resolução do CONAMA nº 357/2005 no artigo 14, que as águas doces da classe 1, a classe que inclui o abastecimento da água para o consumo humano, para a água apresentar condições de qualidade o nível de pH deve ficar entre 6,0 a 9,0, todas as amostras analisadas da água coletada estão dentro dos níveis desejáveis de qualidade de água.

Já na visão do autor Lima (2001 apud OLIVEIRA, 2013) que considera a medida da concentração do pH na água em níveis de 0 a 14, na qual podemos considerar um pH abaixo de 7 uma água ácida, maior que 7 é alcalina e quando a medida se mantém na faixa de 7 é considerada uma água neutra. Deste modo, nos pontos de coleta P1, P2, P3 e P4 a água seria ácida, pois apresentou um pH menor que 7, já no ponto P5 a água seria neutra, pois o valor do pH se manteve na faixa do 7 (Figura 8).

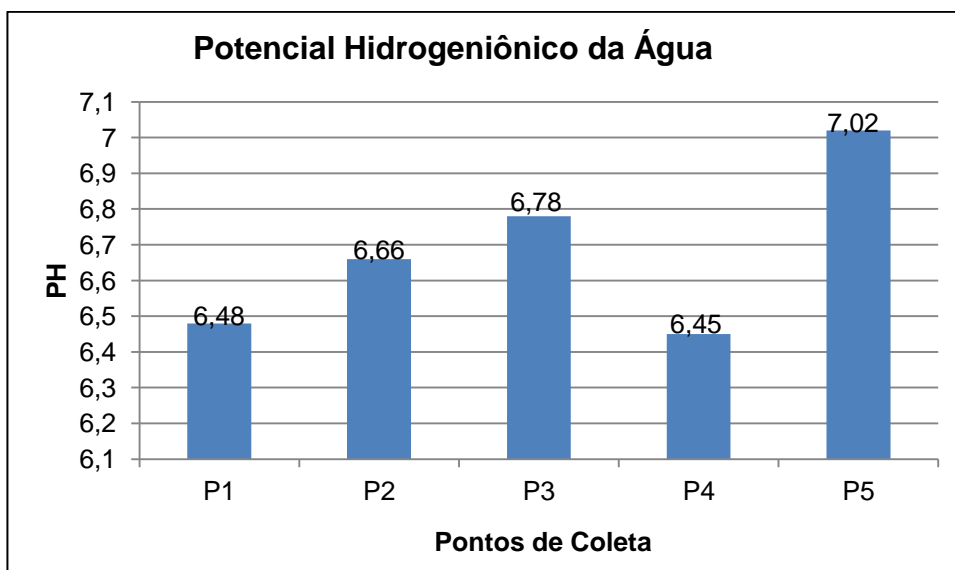


Figura 8 - Variação do Potencial Hidrogeniônico da Água nos Pontos de Coleta.
 Fonte: Trabalho de Campo, São Valentim (20/05/2016).
 Org: FRANCESCHI, Carine Galina, 2016.

Na análise realizada referente ao parâmetro de Oxigênio Dissolvido, percebe-se que o ponto com o maior valor registrado de OD foi o P3, seguido do P4, P1, P5 e por último o P2 que apresentou o menor valor de OD. Levando em consideração a Resolução do CONAMA nº 357/2005 no artigo 14, que relata sobre as águas doces da classe 1, a classe que inclui o abastecimento da água para o consumo humano, o nível de OD em cada amostra de água não deve ser inferior a 6 mg/L, ou seja, todas as amostras de água analisadas estão dentro do padrão estabelecido pela resolução, pois nenhuma amostra registrou valores menores que 6,0 mg/L, os valores registrados de OD nas amostras se manteve entre os níveis de 7,02 8,75 MG/L.

Nas palavras de Braga et al. (2005 apud OLIVEIRA) o fator que mais influencia neste parâmetro é a temperatura, pois quanto menor a temperatura, maior a concentração de oxigênio, o que propicia um equilíbrio no corpo hídrico. Fazendo esta correlação entre a análise do parâmetro da temperatura da água (figura 7) com a análise do parâmetro de oxigênio dissolvido (figura 9), fica evidente as palavras deste autor, pois o P3 que registrou a menor temperatura da água (15,3°C) consequentemente apresentou o maior valor de oxigênio dissolvido (8,75 mg/L).

Já o P1 e o P4 que registraram a mesma temperatura de água (15,9°C), não apresentaram o mesmo valor de oxigênio dissolvido, mas a variação do valor não apresentou resultados muito divergentes, pois o P1 (8,11 mg/L) e o P4 (8,16 mg/L). O P2 que registrou o maior valor de temperatura da água (16,1°C) obteve o menor

valor de oxigênio dissolvido (7,02 mg/L).

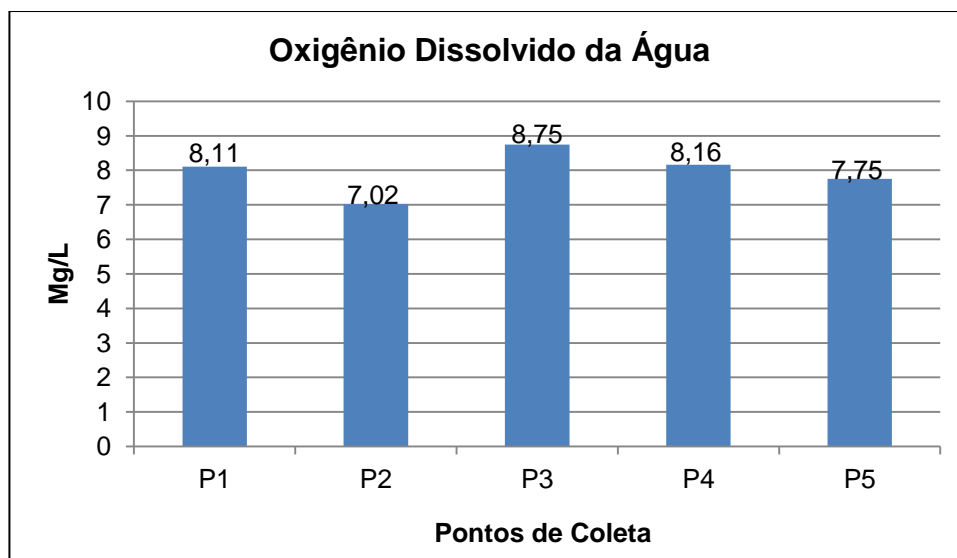


Figura 9 - Variação do Oxigênio Dissolvido da Água nos Pontos de Coleta.
Fonte: Trabalho de Campo, São Valentim (20/05/2016)
Org: FRANCESCHI, Carine Galina, 2016.

Nos resultados obtidos na análise da turbidez o ponto que apresentou o maior valor foi o P4, seguido do P2, P1, P5 e por último o P3, que apresentou o menor valor de turbidez (Figura 10). Este parâmetro pode sofrer influências naturais ou antrópicas, no caso analisado P3 que apresentou o maior valor de turbidez pode estar relacionado com os fatores naturais, como concentração maior de sedimentos e matérias inorgânicas, por causa do tipo de uso e cobertura da terra no local.

Von Sperling (1996 apud ALBERTI, 2016) salienta que o parâmetro da turbidez é importante no estudo da qualidade da água, pois como é influenciado por elementos naturais e antrópicos, podem trazer alguns problemas. Ou seja, nos locais dos pontos de coleta que apresentaram valores elevados é necessário um estudo detalhado, para verificar quais dos elementos naturais como, por exemplo, a pouca presença de mata ripária ou quais dos elementos antrópicos como, por exemplo, as áreas de lavouras estão exercendo maior influência.

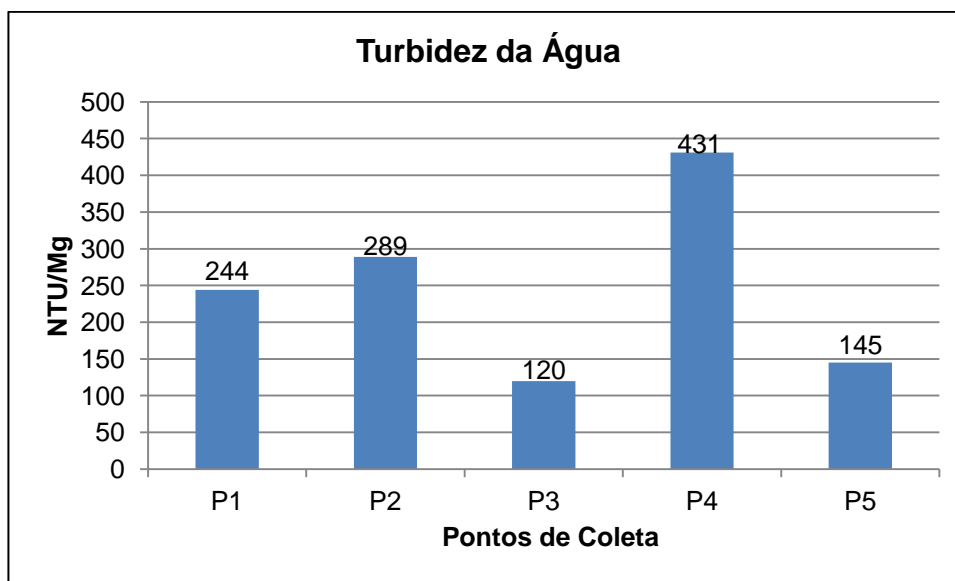


Figura 10 - Variação da Turbidez da Água nos Pontos de Coleta.
Fonte: Trabalho de Campo, São Valentim (20/05/2016)
Org: FRANCESCHI, Carine Galina, 2016.

Conforme análise do total de sólidos em suspensão destaca-se que o maior valor obtido foi no P1 da foz, com 4.700 mg/L, o qual deve estar relacionado a toda a água da bacia hidrográfica ser direcionada a este ponto, pois é o único ponto de saída da água. Outro aspecto que pode influenciar na quantidade de TSS obtido é a presença de uma faixa muito estreita de mata ripária as margens do rio e depois o uso e cobertura da terra destinado a lavoura, pois na realização do trabalho de campo não havia áreas cultivadas, o que auxilia no transporte e maior quantidade de sedimentos presentes na água. Pois, cinco dias antes do trabalho de campo, obteve-se na área de estudo um índice de 38 mm, como pode ser observado (figura 5).

O ponto P4 também apresentou um valor expressivo de total de sólidos em suspensão (3.400 mg/L), pode estar com a vegetação secundária, pois pouca presença de mata ripária auxilia no deslocamento dos sedimentos para o curso de água (Figura 11). Além disso, temos um pequeno desvio do curso de água para a abertura da estrada, deste modo, com a presença da estrada e com um índice de chuvas elevado, todo o material presente na estrada é transportado para o rio.

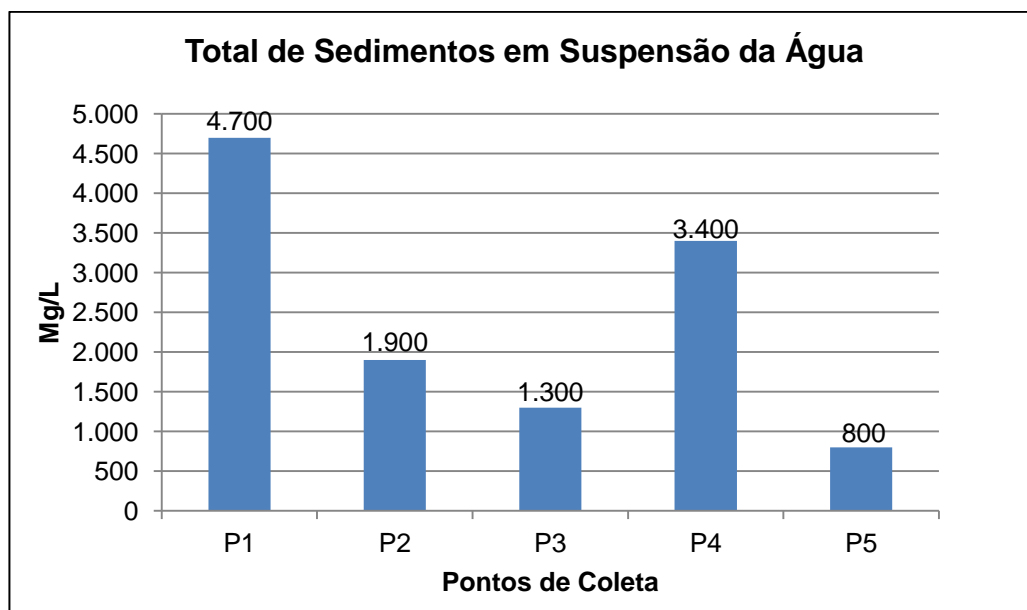


Figura 11 - Variação do Total de Sedimentos da Água nos Pontos de Coleta.
Fonte: Trabalho de Campo, São Valentim (20/05/2016)
Org: FRANCESCHI, Carine Galina, 2016

Os pontos P3 e P5 apresentaram índices menores de total de sólidos em suspensão que está relacionado ao uso e cobertura da terra nestes pontos de coleta, pois nestes pontos se tinha mais presença de mata ripária, que auxilia na contenção de sedimentos transportados e ajuda a “filtrar” a água, e áreas de campo, as quais possuem certo tipo de cobertura da terra (gramas/pastagens) que diminuem o processo de transporte de sedimentos e auxiliam na contenção dos processos erosivos.

Aliado a estes parâmetros, também foi realizada a análise bacteriológica de coliformes totais. Segundo dados obtidos no Laboratório FV Química Ambiental, todas as amostras registraram a presença de coliformes totais, sendo que para esta análise o padrão seria a ausência em 100 ml de água coletada em cada amostra. Ou seja, com relação a este parâmetro analisado a água pode ser destinada somente para o consumo de animais, como as criações de gado leiteiro, a água não apresenta uma boa qualidade para o consumo humano, podendo ser distribuída e consumida pelo ser humano, após a realização de seu tratamento, cujo órgão responsável é a CORSAN do município.

Em conversa com um morador que reside próximo ao ponto de coleta P4, o mesmo informou que os moradores da comunidade utilizam a água somente para o consumo dos animais que estão soltos nas áreas de campo, ou para animais que estão em aviários e chiqueiros. Nenhum morador da comunidade utiliza a água do

Arroio do Meio para o consumo humano, todos os moradores possuem em suas residências água de poço drenado.

4.2 LEVANTAMENTO DO USO E COBERTURA DA TERRA

Com a realização do trabalho de campo na bacia hidrográfica Arroio do Meio fica comprovado as classes dos tipos de uso e cobertura da terra obtidos no mapeamento. Além disso, o mapeamento do uso e cobertura da terra da área de estudo permite a aquisição de dados precisos e posteriormente a classificação dos usos e cobertura da terra.

Como a área de estudo se localiza no interior do município, pode ser observado na tabela (2) que a área mais expressiva de uso e cobertura da terra é a classe de lavoura.

Tabela 2 - Classes do uso e cobertura da terra na Bacia Hidrográfica Arroio do Meio.

Classes	Área (Km²)	%
Floresta	5,47	20,75
Campo	3,01	11,42
Solo Exposto	1,02	3,86
Lavoura	16,82	63,80
Água	0,043	0,17
Totais	26,363	100

Org: FRANCESCHI, Carine Galina, 2016.

Sendo que este tipo de uso e cobertura da terra de lavoura deve ter um cuidado especial e um manejo adequado, pois caso contrário, o uso intensivo de agrotóxicos pode contaminar a água do Arroio do Meio, além de ocorrer um desgaste da terra ocasionando um processo erosivo e transportando essas partículas de terra para o corpo hídrico causando o assoreamento do rio.

Com relação às áreas de campo temos pontos positivos e negativos. Podemos destacar como pontos positivos que a cobertura da terra por áreas de

campos auxilia na diminuição do transporte de sedimentos e nos processos erosivos, por outro lado, como pontos negativos podemos destacar que as áreas de campo são destinadas a criação de gado leiteiro que tem livre acesso ao Arroio do Meio, a partir de seus deslocamentos diários, os animais podem transportar e carregar as partículas de seu esterco na água, influenciando na presença de coliformes.

Nota-se que as áreas de solo exposto são pouco expressivas, assim como as áreas de florestas, pois de toda a área de estudo da bacia hidrográfica Arroio do Meio as áreas de florestas correspondem apenas a 5,47 Km² (tabela 2).

De acordo com estabelecido no Código Florestal vigente a Lei nº 12.651 de vinte e cinco de maio de 2005, os cursos de água quando menores de 10 metros de largura, como a área de estudo do Arroio do Meio, devem apresentar uma faixa de 30 metros de APPs. Sendo assim, fica visível a não obediência ao que está estabelecido na lei, pois tanto no mapeamento como no trabalho de campo realizado não é visto áreas extensas de florestas. Deste modo, a ausência das áreas de florestas podem influenciar diretamente na qualidade da água alterando suas propriedades físicas, químicas e bacteriológicas.

Cabe ressaltar, que a rede de drenagem já está incluída nas classes de uso e cobertura da terra, representando uma área de (0,043 Km²) da área de estudo (Figura 12).

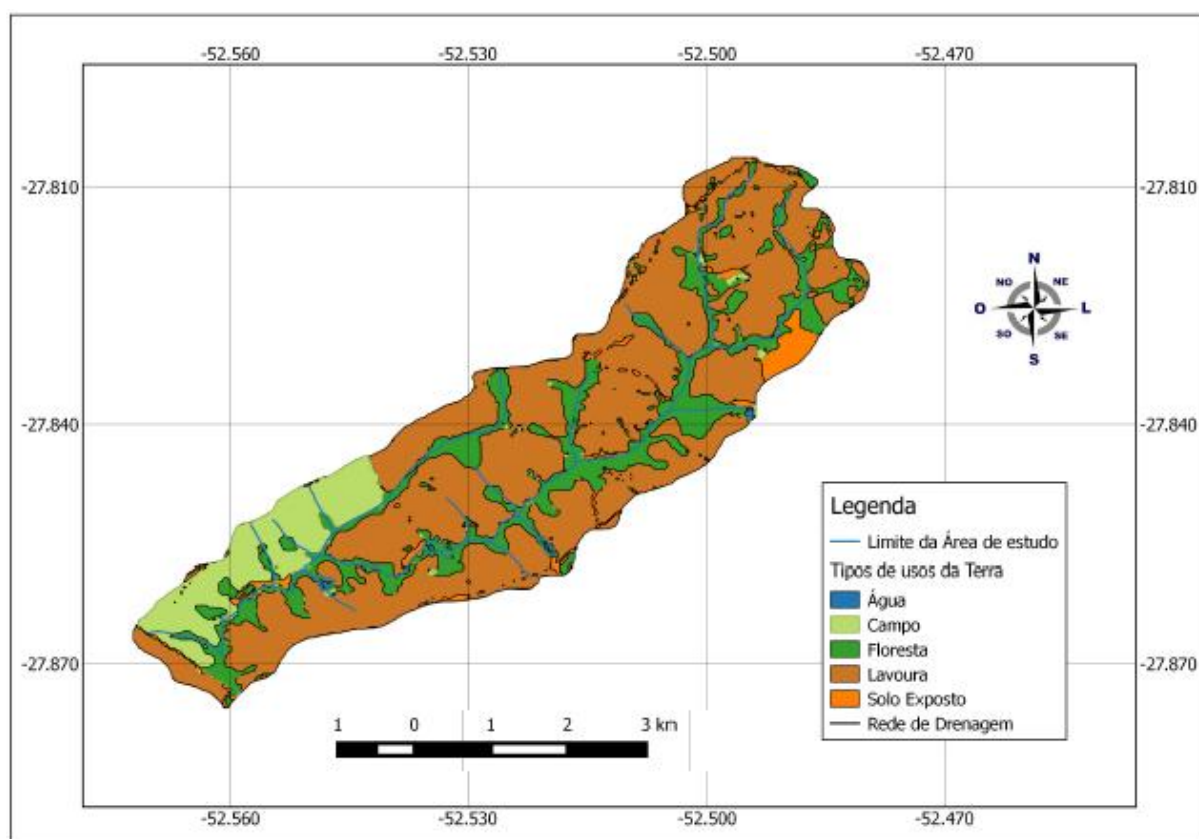


Figura 12 - Mapa de Uso e Cobertura da Terra na Bacia Hidrográfica Arroio do Meio, RS.
 Fonte: Landsat, Janeiro de 2016.
 Org: FRANCESCHI; REIS, 2016

4.3 ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO USO E COBERTURA DA TERRA NA QUALIDADE DA ÁGUA POR BACIA DE CAPTAÇÃO

Para a análise do uso e cobertura da terra estabeleceu-se bacias de contribuição a partir de cada ponto de coleta de água. Portanto, os tipos de uso e cobertura da terra que estiver a montante da bacia de captação vão contribuir para que a água, daquele ponto apresente as características físicas, químicas e biológica do ambiente em que está inserido.

No ponto de coleta 1, que envolve toda a bacia hidrográfica do Arroio do Meio, consiste da integração de todas as bacias de contribuição. Deste modo optou-se em analisar inicialmente toda a bacia para uma visão geral dos usos e cobertura da terra e sua influência no meio aquático.

4.3.1 Bacia de Captação 1 – Foz

Na bacia de contribuição 1, o uso e cobertura da terra que mais influenciou na qualidade da água foram as lavouras. As lavouras representam 63,80% da área total da bacia hidrográfica perfazendo um total 16,82 km² de área, ou seja, mais da metade da área da bacia hidrográfica (tabela 2). Este percentual significativo destinado a lavoura repercute significativamente nas análises da qualidade da água, principalmente no que se refere ao total de sedimentos em suspensão que foi elevado de 4.700 mg/L e a turbidez que foi de 244 NTU/mg. De acordo com as normas do CONAMA (2005), resolução 357, a turbidez até 40 unidades nefelométricas está dentro das normas para ser inserida nas condições de qualidade das águas.

Desse modo, a presença elevada de sedimentos na água, e elevado índice de turbidez, estão relacionados a quantidade de sedimentos que são carregados para dentro do leito do rio, em virtude do grau de desmatamento da bacia hidrográfica. Cabe salientar que a bacia hidrográfica apresenta somente 20,75% de cobertura florestal e o volume transportado de sedimentos está ligada ao grau de cobertura vegetal e ao desmatamento.

Por outro lado, o oxigênio dissolvido atendeu as normas estabelecidas pelo CONAMA, com 8,11 mg/L. Pois, o Oxigênio Dissolvido em qualquer amostra não pode ser inferior a 6 mg/l para a sobrevivência da biota aquática. Por outro lado, o pH de 6,48 abaixo de 7 é considerada ácida.

De modo geral, a bacia de captação 1 não está dentro das normas adequadas do Conama, não apresentando boa qualidade, tanto no que se refere as características física, químicas e inclusive bacteriológicas pela presença de coliformes totais na água, segundo análise de água realizada em laboratório.

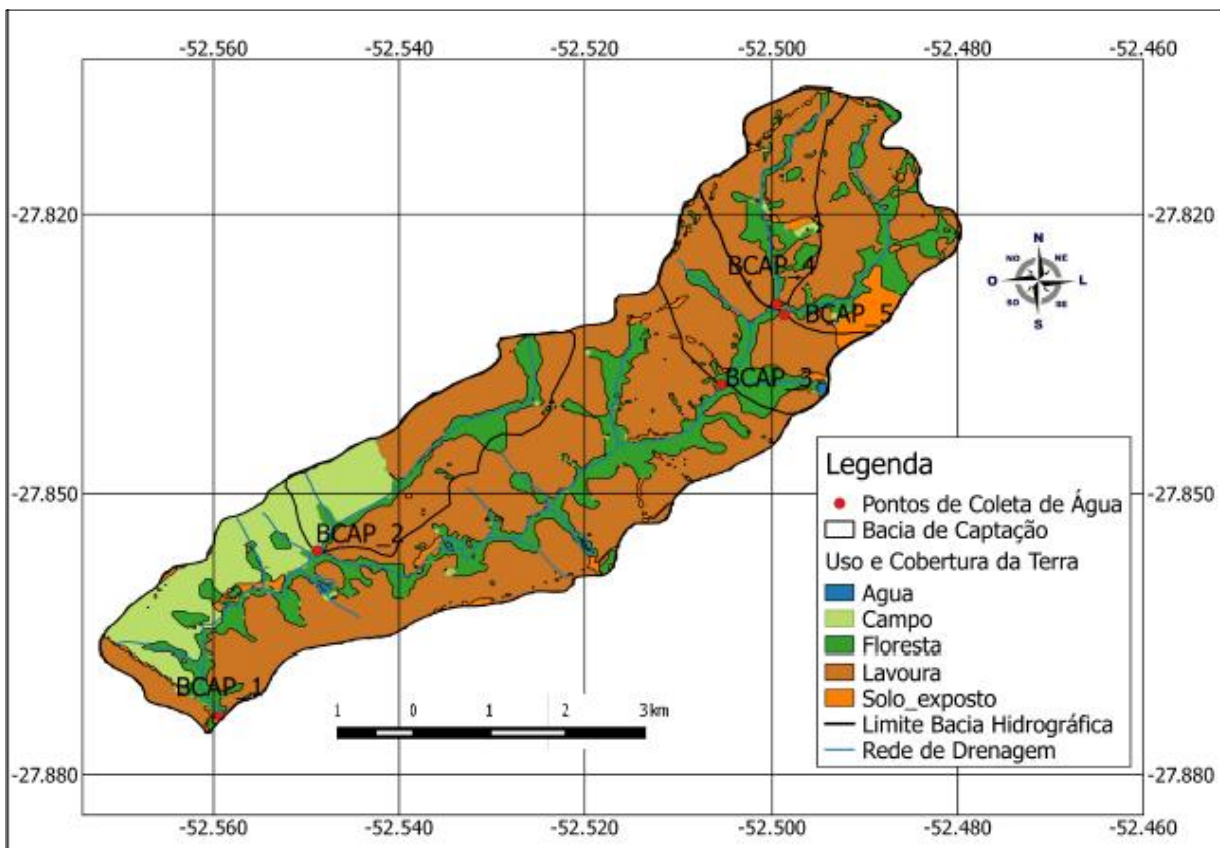


Figura 13 - Mapa de Uso e Cobertura da Terra por Bacia de Captação na bacia Hidrográfica do Arroio do Meio, RS.

Fonte: Landsat, Janeiro de 2016.

Org: FRANCESCHI; REIS, 2016.

4.3.2 Bacia de Captação 2

Na bacia de contribuição 2, o uso da terra que mais interfere nos parâmetros da qualidade da água também são as lavouras (figura 14). Este uso interfere diretamente na qualidade da água, uma vez que apresentou 1.900mg/L e turbidez de 289 NTU/mg, sendo que no máximo pelo CONAMA é de 40 unidades nefelométricas. O oxigênio dissolvido que foi de 7,02 atende as normas exigidas pelo Conama. Porém, o pH demonstra que a água apresenta acidez.

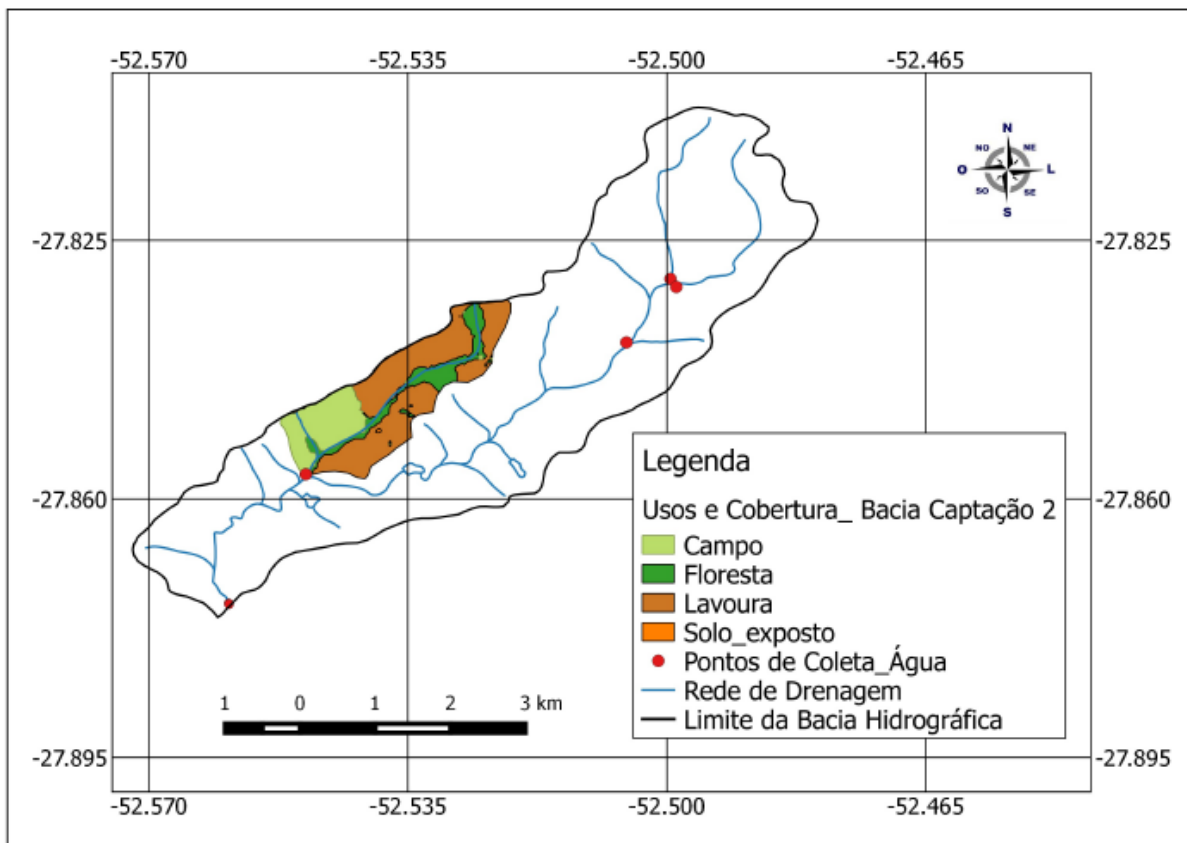


Figura 14 - Mapa de Uso e Cobertura da Terra na bacia de Captação 2.

Fonte: Landsat, Janeiro de 2016.

Org: FRANCESCHI; REIS, 2016.

4.3.3 Bacia de Captação 3

Na bacia de captação 3 a lavoura também é o uso que mais influência nos parâmetros da qualidade da água (figura 15). Pois, o total de sedimentos em suspensão de 1.300 mg/L e a turbidez de 120 NTU/ mg comprovam o desmatamento presente nesta área o conseqüente uso inadequada da terra.

Desta forma, tanto o total de sedimentos presentes na água quanto a turbidez elevada comprovam que o uso não ocorre de forma adequada e, que o grau de desmatamento da bacia hidrográfica permite que os sedimentos sejam transportados para dentro do leito fluvial, contendo um a pequena franja de floresta no seu entorno.

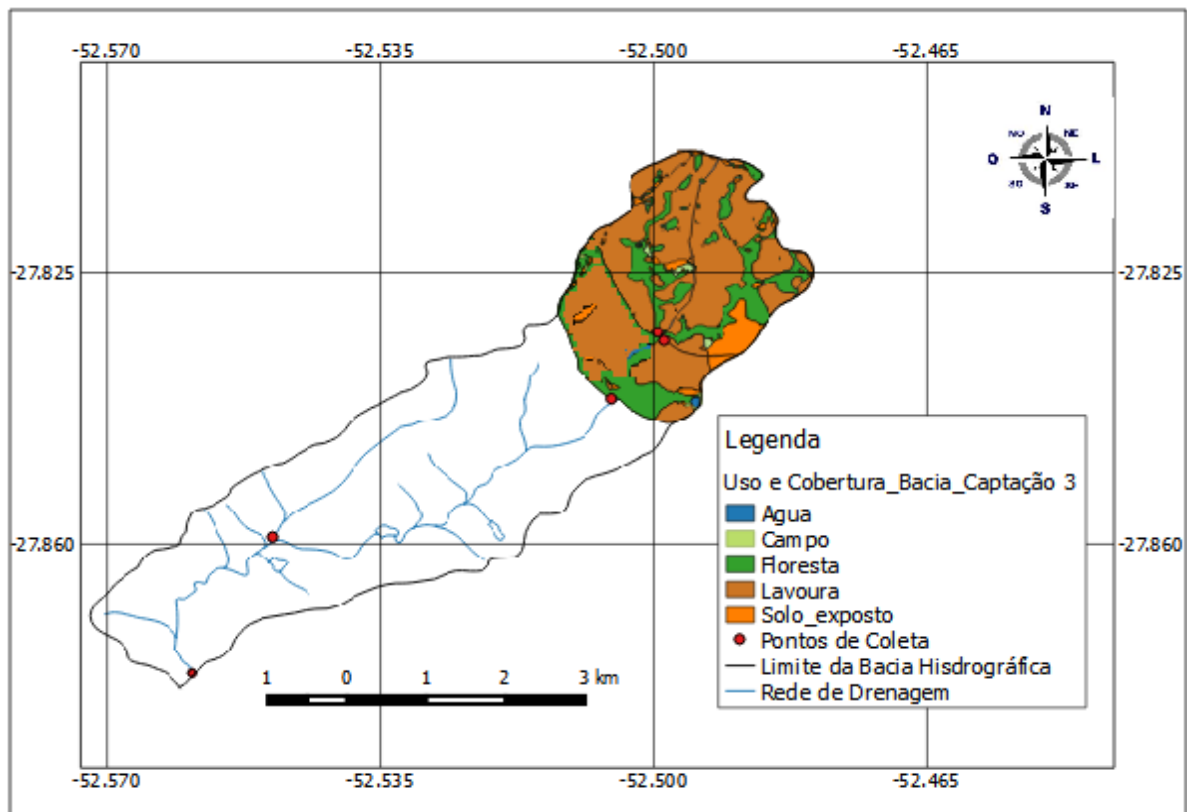


Figura 15 - Mapa de Uso e Cobertura da Terra na Bacia de Captação 3.
 Fonte: Landsat, Janeiro de 2016.
 Org: FRANCESCHI; REIS, 2016.

4.3.4 Bacia de Captação 4

Ao analisar os usos e a cobertura na bacia de contribuição 4, também verifica-se que as lavouras assumem maior contribuição, influenciando diretamente na qualidade da água (figura 16). Neste contexto, o total de sedimentos em suspensão de 3.400mg/L e a turbidez de 431 NTU/mg, superam muito os índices máximos toleráveis para compor os padrões de qualidade da água.

Quanto ao pH, constata-se que a água apresenta certa acidez e o oxigênio dissolvido atende as normas do Conama.

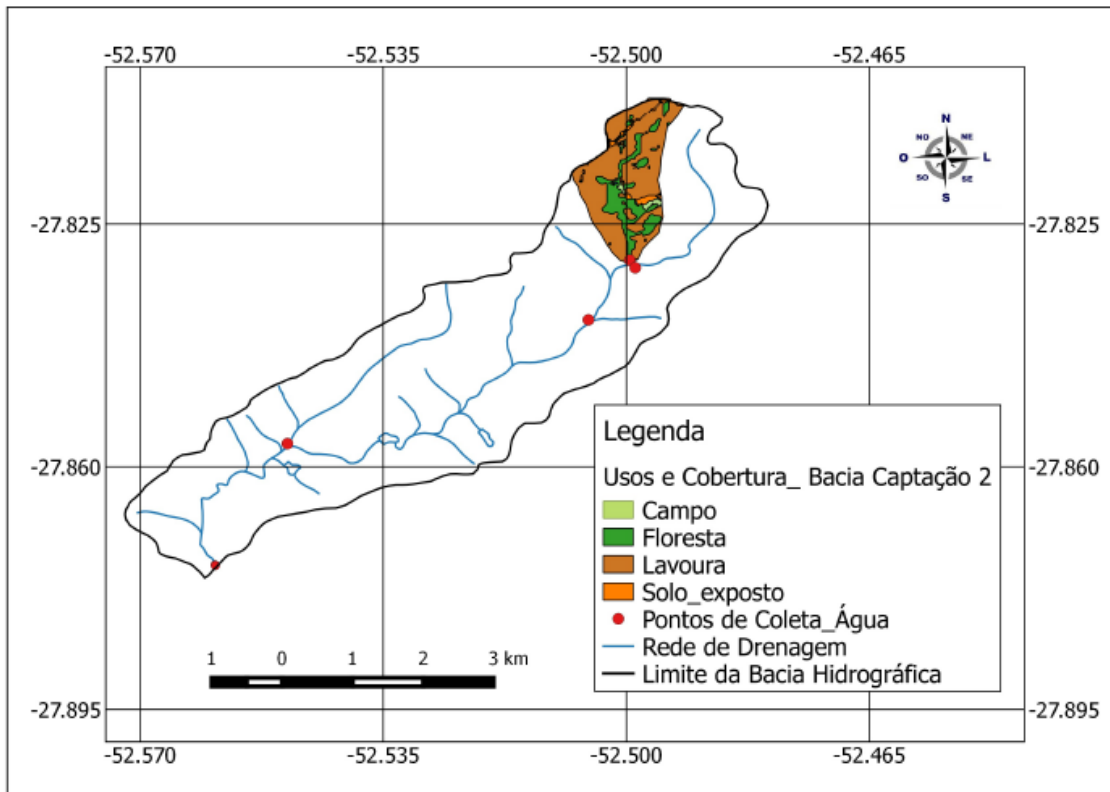


Figura 16 - Mapa de Uso e Cobertura da Terra na Bacia de Captação 4.
 Fonte: Landsat, Janeiro de 2016.
 Org: FRANCESCHI; REIS, 2016.

4.3.5 Bacia de Captação 5

Na bacia de captação 5, embora tendo presença de floresta o total de sedimentos em suspensão e a turbidez também são elevados e, portanto, não atende as exigências máximas toleráveis. Ao verificar o uso da terra fica evidente que a lavoura influencia diretamente na qualidade da água, de forma que apresenta a maior parcela de uso nesta unidade de análise (Figura 17).

Quanto ao pH e oxigênio dissolvido atende as normas estabelecidas que refere 7,02 e 7,75 sequencialmente. Ao considerar todas as bacias de contribuição, a referida bacia apresenta índices mais toleráveis, embora a turbidez e o total de sedimentos estejam muito superiores de acordo com o CONAMA.

Portanto, percebe-se que a recuperação da bacia hidrográfica na sua totalidade carece de floresta que possa servir de filtro ou reter parte dos sedimentos transportados até o rio principal. Para tanto, necessita de recuperação ou regeneração de floresta nativa, tendo em vista os elevados índices de sedimentos

presentes na água associada a turbidez, configuram em uma bacia hidrográfica com uso intensivo da terra e o consequente carregamento de sedimentos para dentro do rio, em decorrência do desmatamento.

Em decorrência, da necessidade de averiguação quanto ao uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do Arroio do Arroio do Meio, elegeu-se a elaboração do mapa das APPs que atenda as normas do Código Florestal Federal, onde as margens de ambos os lados da drenagem principal e afluentes deve abranger 30 metros de vegetação nativa e nas cabeceiras 50 metros.

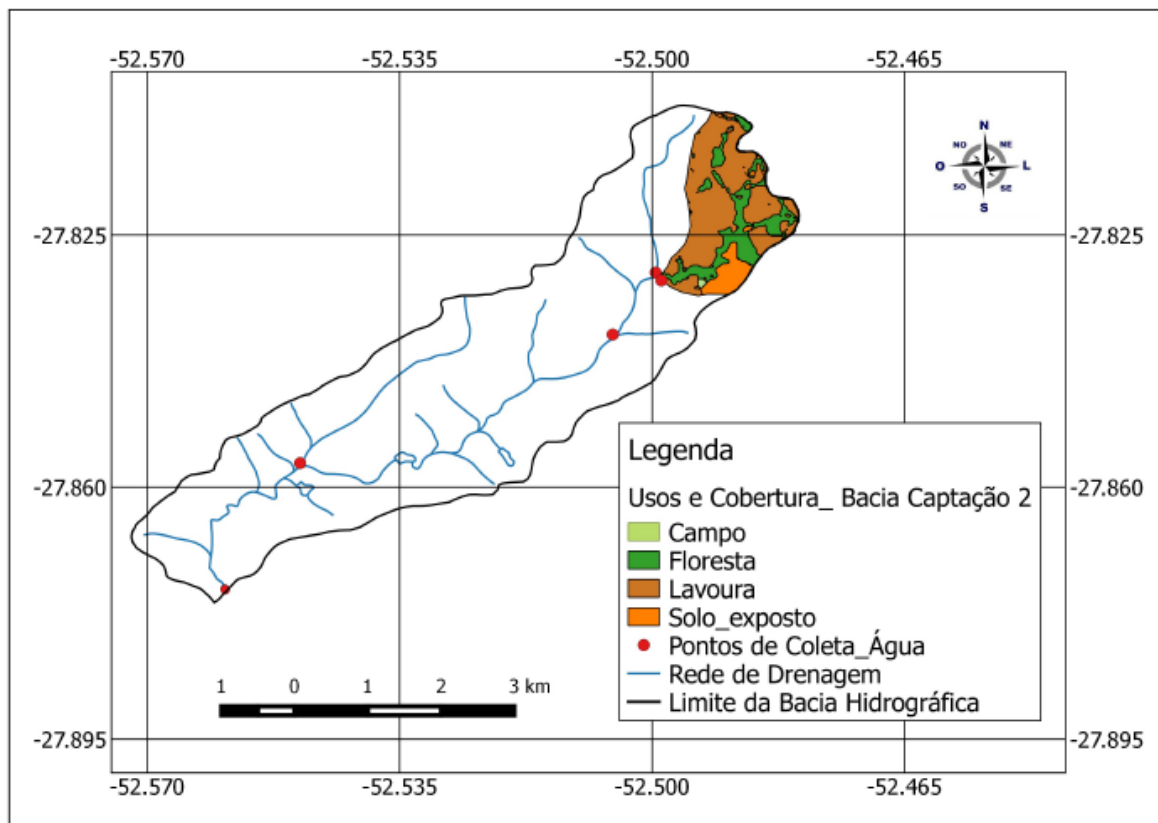


Figura 17 - Mapa de Uso e Cobertura da Terra na Bacia de Captação 5.
 Fonte: Landsat, Janeiro de 2016.
 Org: FRANCESCHI; REIS, 2016.

4.4 ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE E CONFLITO DE USO E COBERTURA DA TERRA

Retomando as exigências do Código Floresta vigente a Lei nº 12.651 de vinte e cinco de maio de 2005, em seu 3º artigo, no segundo parágrafo, entende-se que a

Área de Preservação Permanente (APP) é toda área que esteja protegida ou não por vegetação nativa.

Esta lei estabelece em seu 4º artigo, que os limites desejados para a delimitação das APPs, deve ser as faixas de preservação que respeitam qualquer curso d'água. Para tanto, se o curso d'água for menor de 10 metros de largura a faixa de APP deve ser de 30 metros, para os cursos d'água de 10 metros como pode ser observado na bacia hidrográfica do Arroio do Meio e uma faixa de 50 metros para as nascentes (Figura 18).

Para atender as exigências do Código Florestal Federal a bacia hidrográfica do Arroio do Meio que apresenta um total de 5,47 km² de floresta, incluindo nativa e exótica, deveria ter 5,02 km² somente de mata ciliar nativa no entorno dos cursos de água e nas cabeceiras das nascentes. Neste caso, sem contar os topos de morros que também devem ser atendidas pelas normas.

Ao confrontar visualmente o uso e cobertura da terra com o mapa das APPS, constatou-se que o conflito de uso da terra encontra-se principalmente nas cabeceiras dos cursos de água, junto as nascentes, mas ressalta-se que a maior parte da bacia hidrográfica encontra-se preservada. Porém, analisando por trechos, superior, médio e inferior observa-se que no trecho médio inferior do curso principal encontra-se conflito com o uso de campo e lavoura. Neste caso, onde deveria existir mata ciliar encontra-se na margem direita campo e no entorno dos afluentes lavouras, em parte do seu curso principal.

No trecho médio da bacia hidrográfica constata-se conflito de uso da terra com o uso da lavoura, principalmente em dois afluentes da margem direita da bacia hidrográfica. No trecho superior o uso da terra apresenta conflito com lavoura e solo exposto, porém em proporção reduzida.

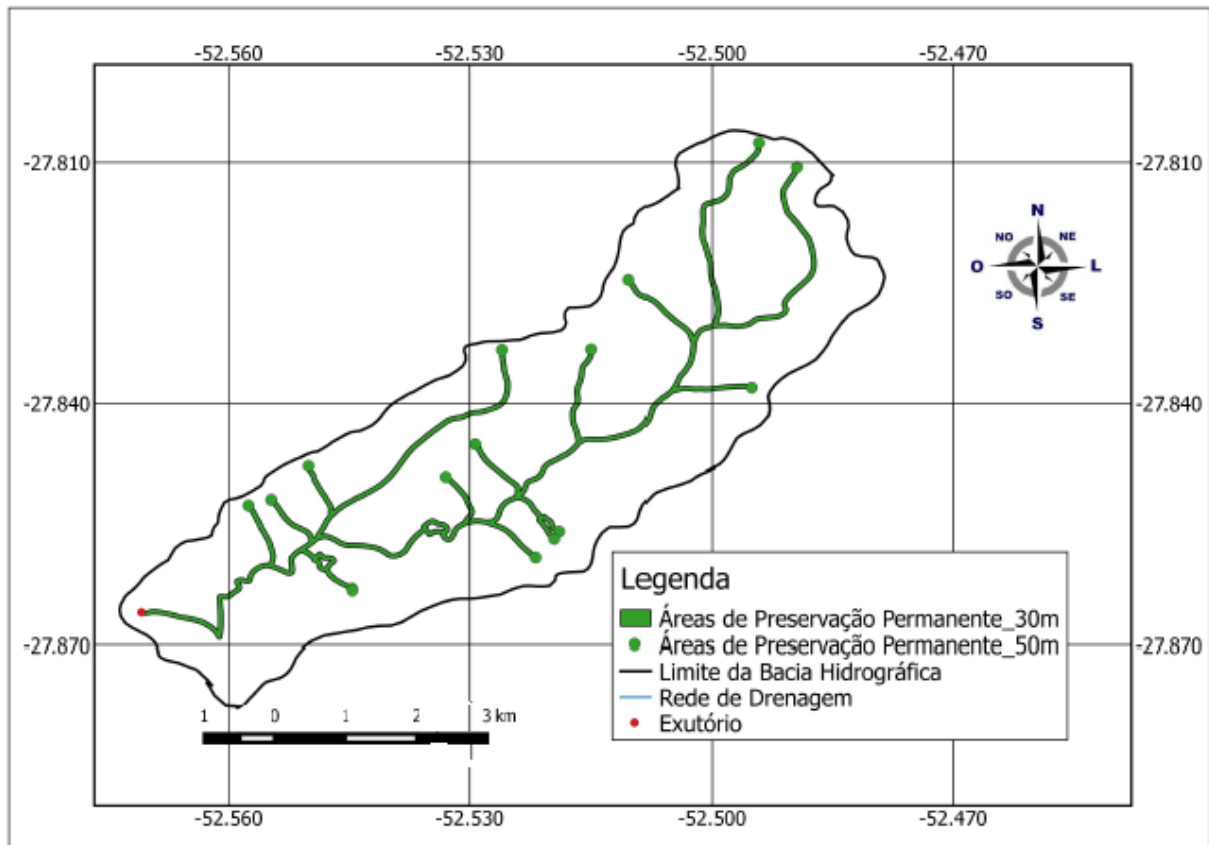


Figura 18 - Mapa de APPs da Bacia Hidrográfica Arroio do Meio, RS.

Fonte: Landsat, Janeiro de 2016.

Org: FRANCESCHI; REIS, 2016.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa objetivou analisar o sistema aquático e terrestre da bacia hidrográfica Arroio do Meio, para determinar a qualidade de água. A partir da análise integrada dos dois sistemas verificou-se que o tipo de uso e cobertura da terra que mais influência na qualidade de água é a lavoura, evidenciando-se a partir das práticas realizadas pela ação humana.

Os pontos que apresentaram maior índice de total de sólidos em suspensão P1 e P4, seguidos dos pontos P2 e P3, ou seja, os pontos de coleta que evidenciam os piores índices de qualidade de água (P1, P4), ambos localizados em áreas de maior influência de lavouras, praticamente desprovidos de presença de mata ripária.

Cabe ressaltar que com o avanço das práticas agrícola e o uso intensivo de agrotóxicos, a remoção da cobertura vegetal, de forma não planejada pelos seres humanos, intensifica o desgaste do solo e conseqüentemente aumenta as probabilidades de erosão na terra, que por sua vez, auxilia no transporte de sedimentos para a bacia hidrográfica. O ponto de coleta P1 (Foz), de todos os pontos analisados na execução da pesquisa foi o que apresentou pior índice de qualidade de água na bacia hidrográfica.

As técnicas de uso do sensoriamento remoto permitiram identificar o uso e cobertura da terra presentes na área de estudo, além de contribuir para a verificação das áreas de APPs que não estão sendo respeitadas pelos proprietários das terras de entorno do rio.

Portanto, recomenda-se um planejamento adequado para as áreas de intensa atividade agrícola, e um cuidado maior com as margens do rio que apresentam pouca mata ripária, sendo necessário até a realização de um estudo detalhado de recuperação e manutenção das APPs da bacia hidrográfica Arroio do Meio.

É importante salientar que diante da preocupação da preservação dos recursos hídricos e da qualidade de água que serve de abastecimento para a população do município de São Valentim, esta pesquisa visa fornecer aos órgãos governamentais municipais uma fonte de dados, informações, pontos críticos e áreas de conflito, sobre a atual situação da bacia hidrográfica.

Portanto, cabe a estes órgãos e profissionais competentes a realização e execução de um plano de manejo adequado para cada tipo de uso e cobertura da

terra que a área de estudo contempla. A fim, de prevenir o desgaste da cobertura da terra e dos recursos hídricos que são de extrema importância para o desenvolvimento da vida de todos os seres vivos.

REFERÊNCIAS

- AGUDO, E.G. et al. **Guia de Coleta e Preservação de Água**. São Paulo: CETESB, 1988.
- ALBERTI, E. A. **Influência do Espaço Rural e Urbano em Variáveis Limnológicas na Microbacia Hidrográfica do Arroio Alberti – RS**, 2016. 56f. Monografia de Especialização em Geomática – Programa de Pós – Graduação em Geomática, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016. Disponível em: www.ufsm.br/ccr/index.php/pos-graduacao/especializacao. Acesso em: 30 maio 2016.
- ATLAS** Socioeconômica do Estado do Rio Grande do Sul. Secretaria da Coordenação e Planejamento, 1998. Disponível em: <http://www.scp.rs.gov.br/atlas/atlas.asp>. Acesso em 15 de maio de 2016.
- BRAGA, B. et al. **Introdução à Engenharia Ambiental**. São Paulo: Prentice Hall, 2005.
- BRANCO, S. M. **Água: Origem, Uso e Preservação**. 2º Ed. São Paulo. Moderna. 2003
- BRASIL, Código Florestal Federal. Lei nº 12.651, de 25 de março de 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em 12 abril 2016.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. **POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/legislacao/agua/category/116-recursos-hidricos>. Acesso em 12 abril 2016.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA. **Resolução CONAMA nº 357/2005**. Disponível em: www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf. Acesso em: 25 maio. 2016.
- CERETTA, M. C. **Avaliação dos aspectos da qualidade da água na sub-bacia hidrográfica do arroio Cadena: município de Santa Maria - RS**. 2004. 132 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)–Universidade Federal Santa Maria, Santa Maria, 2004
- CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade das águas interiores no 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: CETESB, 2009. 44 p. (série relatórios). Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/variaveis.pdf>. Acesso em: 05 maio 2016.
- COELHO, A. L. N. CORREA, W. de S. C. Temperatura da Superfície Celsius do Sensor Tirs/Landsat-8: Metodologias e Aplicações. **Revista de Geográfica Acadêmica**, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 31-45, dez. 2013. Disponível em: <http://revista.ufr.br/index.php/rga/article/view/2996>. Acesso em: 30 mar. 2016.
- CONCEIÇÃO, L. A. B. da S. **Diagnóstico Ambiental Através do Uso de Técnicas de sensoriamento Remoto como Apoio para o Planejamento de Unidades Administrativas: o Caso de Osório, RS**, 2004, 72f. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto Aplicado aos Recursos Naturais e ao Meio Ambiente. Programa de Pós - Graduação em Sensoriamento Remoto, Universidade Federal do Rio Grande do Sul,

- Porto Alegre, 2004. Disponível em: www.ufrgs.br/srm/ppgsr/publicacoes/Dissert_LucianedaSilva.pdf. Acesso em: 15 abril 2016.
- ESPINDULA, N. L. **Influência do Uso e Cobertura da Terra na Qualidade da Água na Bacia Hidrográfica do Rio Bubu, Município de Cariacica – ES**. 2012. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Centro de Ciências Humanas e Naturais – Departamento de Geografia, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2012. Disponível em: <http://www.geo.ufes.br/sites/geografia.ufes.br/files/field/anexo/NEIVA.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2015.
- ESTEVES, F. A. **Fundamentos da Limnologia**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.
- ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.
- FARIA, D. A. **Influência do Uso e Ocupação do Solo na Qualidade da Água da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Guaratinguetá (SP)**. 2012. 134 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental – Programa Interunidades, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2012. Disponível em: http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/98296/faria_da_me_bauru.pdf?sequence=1. Acesso em: 18 nov. 2015.
- FERREIRA, A. B.; FILHO, W. P. Análise do Uso e Cobertura da Terra de Três Sub-bacias Hidrográficas – Rio Grande do Sul/Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v.2, n. 3, p. 20-36, set./dez. 2009. Disponível em: www.revista.ufpe.br/rbge/index.php/revista/article/viewFile/63/53. Acesso em: 05 abril 2016.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)**. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>. Acesso em: 18 jan. 2016.
- LEITE, E. F; ROSA, R. Análise do Uso, Ocupação e Cobertura da Terra na Bacia Hidrográfica do Rio Formiga, Tocantins. **OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia**, [S.l.], v. 4, n. 12, p. 90-106, dez. 2012. Disponível em: <http://www.observatorium.ig.ufu.br/pdfs/4edicao/n12/05.pdf>. Acesso em: 20 out. 2015.
- MAY, G.C. **Análise das Alterações do Uso e Cobertura do Solo no Município de Centenário – RS, com o Auxílio do Sensoriamento Remoto, no Período de 1995 – 2014**. 2015. 61f. Trabalho de Conclusão de Curso em Geografia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim, 2015.
- NOVO, E. M. L. de M. **Sensoriamento Remoto - Princípios e Aplicações**. 2ª ed. , São Paulo, Editora Edgard Blücher, 1992.
- NOVO, E. M. L. de M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. 3. ed. São Paulo:Blucher, 2008. 387 p.
- OLIVERIA, B. S. S. **Qualidade da Água associada à Vulnerabilidade Climática e Riscos Sanitários no Baixo Rio Jarí – AP**. 2013. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Pró-Reitoria de Ensino e Graduação – Curso de Ciências Ambientais, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2013. Disponível em: http://www2.unifap.br/cambientais/files/2014/01/TCC-BRUNNA_CIENCIAS-AMBIENTAIS-2009.pdf. Acesso em: 18 nov. 2015.
- OSAKI, F. **Microbacias: práticas de conservação dos solos**. Curitiba: Agris, 1994.
- PAULA, M. R. de. **Influência do Uso e Cobertura da Terra na Qualidade da Água da Bacia Hidrográfica do Rio Ingaí – RS**, 2016. 44f. Monografia de Especialização em

Geomática – Programa de Pós – Graduação em Geomática, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016. Disponível em: www.ufsm.br/ccr/index.php/pos-graduacao/especializacao. Acesso em: 30 maio 2016.

PEREIRA, L. S. **Evolução Espaço-Temporal do Uso e Cobertura da Terra e Qualidade da Água do Ribeirão Piancó-Anápolis –Goiás**. 2008. 100f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola – Programa de Pós – Graduação em Engenharia Agrícola – Sistema de Produção. Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2008. Disponível em: www.unucet.ueg.br/biblioteca/arquivos/DISSERTACAO_LYNE.pdf. Acesso em: 22 fev. 2016.

PRADO, R.B. **Geotecnologias Aplicadas à Análise Espaço Temporal do Uso e Cobertura da Terra e Qualidade da Água do Reservatório de Barra Bonita, SP, Como Suporte de Gestão de Recursos Hídricos**. 2004. 158f. Tese de Doutorado em Engenharia da Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos, 2004. Disponível em: ftp://ftp.sp.gov.br/_ftpcomitepcj/TeseRachel.pdf. Acesso em: 30 mar. 2016.

RABAIOLLI, J. A. **Propriedades Familiares Multifuncionais no Meio Rural nos Distritos Arroio Grande e São Valentim – Santa Maria/RS**. 2013. 118f. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós – Graduação em Geografia e Geociências, Análise Ambiental e Dinâmica Espacial, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013. Disponível em: w3.ufsm.br/ppggeo/images/Joel%20Albino%20Rabaiolli.pdf. Acesso em: 06 jun. 2016.

REIS, J. T. **Análise de Fragilidade Ambiental em Bacia Hidrográfica Urbana para Subsidiar uma Avaliação Ambiental Integrada**. 2012, 227f. Tese de Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – Programa de Pós – Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/77919>. Acesso em: 15 jan. 2016.

REIS, J. T. **Influência do Uso e Ocupação da Terra no Ecossistema Aquático da Sub-Bacia hidrográfica do Arroio Cadena, em Santa Maria - RS**. 2006. 110 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Rural - Centro de Ciências Rurais - Programa de Pós-Graduação em Geomática, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006. Disponível em: http://cascavel.ufsm.br/tede/tde_arquivos/21/TDE-2007-08-24T135654Z-787/Publico/janete.pdf. Acesso em: 18 nov. 2015.

ROSA, G. M. da; PETRY, M. T.; CARLESSO, R. Disponibilidade, eficiência e racionalidade na utilização de recursos hídricos. **Ciência & Ambiente**, v. 1, n. 21, p. 103-118, jul./dez. 2000.

SCHNEIDER, R. M. Estudo da Influência do Uso e Ocupação de Solo na Qualidade da Água de Dois Córregos da Bacia Hidrográfica do Rio Pirapó. **Acta Scientiarum Technology**, Maringá, v. 33, n. 3, p. 295-303, 2011. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/article/viewFile/8385/8385>. Acesso em: 18 out. 2015.

SCURACCHIO, P. A. **Qualidade da Água Utilizada para Consumo em Escolas no Município de São Carlos – SP**. 2010. 57 f. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara, 2010. Disponível em: <http://www2.fcfar.unesp.br/Home/Pos-graduacao/AlimentoseNutricao/PaolaAndressaScuracchioME.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2015.

TUCCI, C. A. M. Gerenciamento da drenagem urbana. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, ABRH, Porto Alegre, v.7, n.1, Jan./Mar.2002, p.5-28, 2002.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: Enfrentando a Escassez**. São Carlos: Rima, IIE, 2003.

VANZELA, L. S; HERNANDEZ, F. B. T; FRANCO, R. A. M. Influência do Uso e Ocupação do Solo nos Recursos Hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 1, p. 55-64, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v14n1/v14n01a08.pdf>. Acesso em: 30 out. 2015.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Editora do Depto de Eng. Sanitária UFMG, 1995.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2ª ed. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1996.