

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA CENTRO DE
CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA E GEOCIÊNCIAS
MESTRADO EM GEOGRAFIA**

**QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL EM MICROBACIAS COM DIFERENTES
USOS DE SOLO NO MUNICÍPIO DE ITAARA – RS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Josiéle Madeira de Oliveira

Santa Maria, RS, 2013

**QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL EM MICROBACIAS COM DIFERENTES
USOS DE SOLO NO MUNICÍPIO DE ITAARA – RS**

Por

Josiéle Madeira de Oliveira

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia e Geociências – Mestrado em Geografia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito para a obtenção do grau de **Mestre em Geografia**

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Eliane Maria Foletto

Santa Maria, RS,

2013

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS PROGRAMA
DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA E GEOCIÊNCIAS
MESTRADO EM GEOGRAFIA**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
Aprova a Dissertação de Mestrado

**QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL EM MICROBACIAS COM DIFERENTES
USOS DE SOLO NO MUNICÍPIO DE ITAARA – RS**

elaborada por

Josiéle Madeira de Oliveira

Como requisito parcial para obtenção do grau de

Mestre em Geografia

Comissão Examinadora:

**Eliane Maria Foletto (UFSM)
(Presidente/Orientadora)**

Waterloo Pereira Filho (UFSM)

Rosangela Lurdes Spironello (UFPEL)

Santa Maria, 01 de novembro de 2013

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me permitiu chegar até aqui, que me iluminou nos momentos mais difíceis e me deu forças.

Agradeço aos meus pais, João e Cleiva, que sempre me apoiaram e não pouparam esforços para que eu realizasse esse mestrado e a todos que fazem parte da minha família.

Agradeço também ao meu co-orientador Prof. Rafael Cabral Cruz, que me acompanha desde a graduação, sempre me incentivando, ensinando e repassando seus conhecimentos.

Agradeço a Prof. Eliane Maria Foletto, minha orientadora, que não desistiu de me ajudar, obrigada pela sua paciência, compreensão, e seus ensinamentos.

Agradeço todos os meus amigos e colegas que tive o prazer de conhecer na Geografia, à Gabriela Dambros e à Graci, pela ajuda com a elaboração dos mapas e a todos os outros.

Agradeço a Prof. Jussara Cabral Cruz pelo empréstimo dos equipamentos levados a campo.

Ao Prof. Waterloo por ceder os equipamentos e o laboratório para as análises de sólidos.

Ao Felipe Correa, que me ajudou nas análises de laboratório.

Agradeço aos queridos Mirian, Elvis e Henrique, que me acompanharam no dia da saída de campo e me auxiliaram no momento das coletas.

Por fim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA E GEOCIÊNCIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL EM MICROBACIAS COM DIFERENTES USOS DE SOLO NO MUNICÍPIO DE ITAARA – RS

AUTORA: JOSIÉLE MADEIRA DE OLIVEIRA

ORIENTADORA: ELIANE MARIA FOLETO

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 01 de novembro de 2013

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo principal de analisar a qualidade da água em microbacias com diferentes usos e ocupação do solo no município de Itaara - RS. O município apresenta características de uso rural e urbano, e devido à grande preocupação nos últimos anos com os problemas de escassez de recursos naturais, principalmente o recurso hídrico optou-se por esta abordagem que poderia estar contribuindo nas discussões que dizem respeito aos problemas ambientais. Para alcançar os objetivos propostos, primeiramente, delimitou-se as microbacias contempladas no estudo. Através do uso de ferramentas de geoprocessamento elaborou-se o mapa de uso do solo a partir das imagens de satélite CBERS 2B, bandas 2, 3, 4 e 5, de 21 de dezembro de 2008, onde houve a identificação de cinco classes: corpos d'água; área urbana; campo; floresta e solo exposto. Depois de delimitados os pontos amostrais, foram estabelecidos quatro pontos de coletas, distribuídos em áreas com diferentes usos do solo, onde foram analisadas algumas variáveis das condições físicas e químicas e microbiológicas da água como: Oxigênio Dissolvido, pH, Condutividade Elétrica e temperatura da Água, totais de sólidos dissolvidos e coliformes totais e *Escherichia Coli*. A partir da análise do mapa de uso e cobertura vegetal e dos resultados dos parâmetros observou-se a influência dos usos na qualidade da água, no entanto as concentrações apresentaram-se dentro dos limites estabelecidos com base na Resolução número 357 de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

Palavras-chave: Itaara, Uso do solo, Bacias Hidrográficas, Qualidade da água,

ABSTRACT

Master Thesis
Post-Graduation Program in Geography and Geosciences
Federal University of Santa Maria

WATER QUALITY IN WATERSHEDS WITH DIFFERENT LAND USE IN THE CITY OF ITAARA - RS

AUTHOR: Josiéle Madeira de Oliveira

ADVISER: Eliane Maria Foletto

Date and Place of Defense: Santa Maria, November 01, 2013.

This work was developed with the main objective to analyze the water quality in watersheds with different uses and land use in the municipality of Itaara - RS . The municipality characteristics of rural and urban use, and due to great concern in recent years with the problems of scarcity of natural resources, especially water resources opted for this approach that could be contributing in discussions that relate to environmental issues to achieve the objectives, firstly, the basin was delimited included in the study. Through the use of geoprocessing tools developed to map land use from satellite images CBERS 2B, bands 2 , 3, 4 and 5, from December 21, 2008, which was the identification of five classes: bodies water, urban area , field, forest and bare soil . After delimited sampling sites were established four collection points distributed in areas with different soil where some variables were analyzed the physical conditions and chemical and microbiological water as dissolved oxygen pH, Electrical Conductivity and water temperature, total dissolved solids and total coliforms and Escherichia coli. From the analysis of the map and use cover and the results of the parameters observed the influence of the uses on water quality, however the concentrations were within the limits established on the basis of Resolution 357 of 2005 of the National Council the Environment (CONAMA).

Key-words: Itaara, Land Use, Watershed, Water Quality,

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da área de estudo	47
Figura 2: Mapa de drenagem de Itaara e ponto de coleta.....	54
Figura 3: Ponto 1 de coleta.....	55
Figura 4: Ponto 2 de coleta.....	55
Figura 6: Ponto 4 de coleta.....	56
Figura 5: ponto 3 de coleta	56
Figura 7: Equipamentos de análise	59
Figura 8: Peagômetro utilizado em campo.....	61
Figura 9: Mapa de uso e cobertura do solo em Itaara.....	67

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	8
1. OBJETIVOS	12
1.1 Objetivo geral.....	12
1.2 Objetivos específicos.....	12
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
2.1 O Meio Ambiente e as águas.....	13
2.1.1 Contexto da gestão dos Recursos Hídricos no Brasil	16
2.1.2 A gestão dos recursos hídricos no Rio Grande do Sul	20
2.1.3 A problemática que envolve a água: poluição e escassez	23
2.2. Usos do solo e qualidade da água.....	27
2.3 Qualidade da Água.....	32
2.3.1. Parâmetros Físicos	37
2.3.1.1 Condutividade elétrica	38
2.3.1.2 Sólidos.....	38
2.3.1.3 Temperatura	40
2.3.2 Parâmetros Químicos.....	41
2.3.2.1 Potencial Hidrogeniônico (pH).....	41
2.3.2.2 Oxigênio Dissolvido (OD)	43
2.3.3 Parâmetros biológicos	44
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	46
3.1 Caracterização da Área de Estudo.....	46
3.1.1 Localização da área de estudo.....	46
3.1.2 Contexto sócio-econômico da área de estudo	47
3.1.3 Contexto físico da área de estudo	49
3.2 Procedimentos Metodológicos.....	50
3.3 Análises de Qualidade da Água.....	52
3.3.1 Delineamento dos pontos amostrais	52
3.3.2 Coleta e Preservação das Amostras	57
3.3.3 Variáveis físico-químicas e microbiológicas da água	57
3.3.3.1 Oxigênio dissolvido (OD).....	58
3.3.3.2 Temperatura.....	58
3.3.3.3 Condutividade elétrica.....	59
3.3.4 Análises Laboratoriais	61
3.3.4.1 Total de Sólidos em Suspensão (TSS).....	62
3.3.4.2 Coliformes	62
3.4 Elaboração de mapas.....	63
4. análise dos resultados.....	64
4.1 Parâmetros de qualidade estabelecidos pelo CONAMA (Resolução 357/2005).....	64
4.2 Parâmetros de Qualidade da água e Usos do solo.....	66
5. Considerações Finais e Sugestões	74
6. Referências Bibliográficas.....	77

INTRODUÇÃO

Água, sem dúvidas, um dos mais importantes recursos naturais existentes no planeta Terra, um bem vital para a sobrevivência de todas as espécies. Há décadas atrás, a humanidade a tratava como um bem infinito, em regiões de aparente abundância este recurso era considerado como inesgotável e infelizmente, na maioria das vezes, não eram tomados os devidos cuidados com o uso ao qual era destinado. Conforme Rebouças (2002) prevalecia a cultura do desperdício, sem haver investimentos em preservação de mananciais e aplicação de leis e técnicas destinadas a proteção e manutenção destes recursos.

No entanto, ultimamente, a intensa atividade antrópica, o rápido desenvolvimento industrial, o crescimento demográfico e a produção agrícola trouxeram como consequência a preocupação com a qualidade e disponibilidade dos recursos naturais, principalmente, a água, cuja quantidade e qualidade são de fundamental importância para a saúde e desenvolvimento de qualquer comunidade.

Por outro lado, mesmo conhecendo a importância ecológica, econômica e social da água, esta vem se tornando escassa e poluída nos últimos anos, principalmente nos grandes centros urbanos, devido à ação do homem, uma vez, que utiliza água para atividades como: navegação, recreação, abastecimento público, lançamento de esgotos sanitários, além de compostos industrialmente sintetizados e pesados e ainda irrigação. Para Tundisi (2006), parte desse problema está relacionada com a falta de planejamento e gestão de bacias hidrográficas, que se materializa no uso indiscriminado da água, desmatamento de áreas de nascentes e poluição de rios e lagos.

Salienta-se que as atividades de agricultura e pecuária são indispensáveis para a geração de alimentos, no entanto, necessitam fundamentalmente de espaço físico e suprimento de água, o que acaba conduzindo o desenvolvimento destas atividades nas proximidades de rios, lagos, devido à necessidade de irrigação. Esta demanda por terras traz como consequência principal, o desmatamento, prejudicando o meio ambiente, uma vez que o solo desnudo fica exposto à lixiviação superficial, carreamento de matéria orgânica, promovendo uma lavagem dos nutrientes, processos que resultam em empobrecimento do solo e conduzem o

material para áreas mais baixas, que em geral convergem para rios e lagos, desequilibrando e expondo-os à contaminação (CARVALHO, 2000)

Quanto às fontes de poluentes da água, podem ser classificadas em pontuais ou difusas, dependendo da facilidade com que se visualiza o ponto em que estão sendo lançadas no rio, lago ou corpo d'água receptor. Cargas pontuais são introduzidas por lançamentos facilmente identificáveis e individualizados, como os despejos de esgoto de residências ou de uma indústria. Poluentes difusos são lançados de forma distribuída e não é fácil identificar como são produzidos, como no caso das substâncias provenientes de áreas agrícolas, ou dos poluentes associados à drenagem pluvial urbana (Mota 1995).

Segundo Merten e Minella (2002) existe um consenso geral que a atividade agropecuária rege uma importante função na contaminação dos mananciais, sendo uma atividade com alto potencial degradador, e que a qualidade da água é um reflexo do uso e manejo do solo na bacia hidrográfica. Os poluentes resultantes de escoamento superficial agrícola são constituídos de sedimentos, nutrientes, agroquímicos e dejetos animais.

No entanto, as mudanças na distribuição espacial e na estrutura das atividades humanas relacionadas com o aumento da urbanização trouxeram na opinião de Lee (2000), sérias repercussões em se tratando de água tanto em termos de sua quantidade como de sua qualidade. As cidades grandes ou pequenas da América Latina possuem características comuns em relação aos seus recursos hídricos. Ao mesmo tempo em que muitas passam por deficiências graves na prestação de serviços relacionados a água, são crescentes as descargas de resíduos e poluentes sem um prévio tratamento.

Para Lee (2000) apenas em algumas cidades da América Latina, toda a população pode desfrutar de uma conexão centralizada de rede de abastecimento de água em sua casa, e em menos ainda, a população obtém serviços de esgotos.

A consequência da ausência de tratamento de esgoto e da drenagem de águas pluviais é a poluição de todos os corpos de água, incluindo águas superficiais, subterrâneas, aquíferos. Repetidamente, os relatórios mostram que os níveis de poluição, tal como medido pelos níveis de coliformes fecais, é extremamente alto em todos os corpos d'água próximos a áreas urbanas. Exemplos incluem o rio Bogotá,

na Colômbia, a montante e jusante de Bogotá, o rio Maipo e seus tributários no Chile, o Tietê na cidade de São Paulo região metropolitana do Brasil, e qualquer corpo de água, em Buenos Aires, entre outros. (Lee, 2000)

Embora existam divergências de opiniões quanto à definição de uma água poluída, Branco (2003) e Margalef (1994) concordam ao considerar poluída a água que tem alteradas as suas condições físicas, químicas e biológicas, de tal forma que prejudique seus usos múltiplos.

Branco (2003) afirma que se deve conhecer a natureza geológica do terreno, cobertura vegetal e, principalmente, o uso do solo, relacionado à agricultura, habitações, indústrias, urbanização, ressaltando que são fatores que sintetizam a ação antrópica e determinam a quantidade e a qualidade das águas que irão convergir ao receptor final. Neste contexto, as características de qualidade e quantidade de água no exutório refletem tudo o que ocorre na área da bacia hidrográfica. Os diferentes usos ao longo das vertentes, e os processos de escoamentos superficiais e subterrâneos têm potencial para alterar estas características, devido ao acúmulo de materiais e energias que influenciam nas propriedades físicas, químicas, biológicas e ecológicas de um rio.

Para auxiliar na gestão, controle e preservação dos recursos hídricos algumas das ações efetivas, conforme Rebouças (2006) é a prática de programas de monitoramento ambiental. Para ele, este é o primeiro passo importante para obter um banco de dados confiável, que futuramente vai auxiliar em um conjunto de informações capazes de verificar tendências, avaliarem impactos, prevenir catástrofes e orientar ações, visando à preservação do local em estudo.

Merten e Minella (2002) compartilham da mesma idéia, uma vez que afirmam que a qualidade da água vem piorando devido ao aumento da população e à ausência de políticas públicas voltadas para a sua preservação. Ressaltam que o comprometimento da qualidade da água é decorrente da poluição causada por diferentes fontes, tais como, efluentes domésticos, por exemplo, constituídos por contaminantes orgânicos, nutrientes e microorganismos, que podem ser patogênicos.

Como não há um indicador de qualidade de água único, mas, existem padrões como os determinados na Resolução 357 do Conselho Nacional de Meio

Ambiente (CONAMA), conforme Toledo e Nicolella (2002), uma forma de avaliar objetivamente essas variações é a combinação de parâmetros de qualidade da água em índices que os reflitam conjuntamente a situação das águas de rios ou lagos. O Brasil apresenta uma legislação ambiental, que estabelece algumas regras para o lançamento de efluentes industriais e a tendência é de existir um maior controle sobre esses poluentes (Merten e Minella, 2002).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) é o órgão responsável pela classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, e ainda estabelece as condições e padrões para o lançamento de efluentes. Este órgão está diretamente ligado ao Ministério do Meio Ambiente. A Resolução de nº 357, de 17 de Março de 2005 (Brasil, 2005) é aplicada para normatizar os usos dos recursos hídricos no país e dispõe de alguns parâmetros indicativos de qualidade da água, considerados Índices de Qualidade de Água (IQA). O CONAMA é quem estabelece um grande número de parâmetros para estudos de qualidade de água

Neste trabalho foi realizado um estudo avaliando alguns parâmetros de qualidade da água em microbacias do município de Itaara, que conforme estudo realizado por Dietrich (2011) sobre as potencialidades do município, o mesmo apresenta atividades econômicas ligadas basicamente à agricultura, com o cultivo de soja em pequenas e grandes propriedades, sendo comuns na região as culturas que melhor se adaptam ao relevo declivoso, como os hortifrutigranjeiros, milho, trigo, e feijão, pecuária e mineração. Em função das belezas naturais encontradas na região é também caracterizada pelas atividades de turismo, contribuindo para o aumento da população urbana em determinadas épocas do ano, principalmente no verão.

Portanto, nesta pesquisa há um interesse em avaliar se atividades antrópicas, sejam elas, de origem urbana, agrícola ou industrial exercem algum tipo de influência na qualidade dos recursos hídricos, através de análises físicas químicas e microbiológicas da água, utilizando como referência os usos e cobertura vegetal do solo no município de Itaara-RS.

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo geral

Analisar a qualidade da água em diferentes microbacias no município de Itaara – Rio Grande do sul.

1.2 Objetivos específicos

Delimitar as microbacias de estudo pertencentes às subbacias das nascentes do Rio Vacacaí – Mirim;

Definir os pontos para as coletas de água;

Avaliar os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da água;

Conhecer as possíveis relações entre a qualidade da água e a ocupação do solo nas microbacias hidrográficas de Itaara - de acordo com normas estabelecidas pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) resolução nº 357/2005.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O Meio Ambiente e as águas

De acordo Branco (2003) além das funções essenciais para o surgimento e manutenção da vida, a água está diretamente ligada ao desenvolvimento de atividades criadas pelo ser humano e a produção de alimentos. No entanto, na maioria dos países, inclusive no Brasil, os gestores municipais e grande parte dos cidadãos comuns, possuem pouca ou nenhuma compreensão sobre a manutenção deste recurso, considerando que, com o passar dos anos a escassez e a degradação da qualidade da água se agravam, comprometendo o bem estar de uma fração muito grande da população no planeta (CETESB, 1993).

Segundo Berbert (2003), as estimativas mais otimistas das Organizações das Nações Unidas (ONU) é que a população mundial em 2050 seja de 9,3 bilhões de pessoas. Certamente, educação de qualidade, saúde e saneamento, transportes, criminalidades continuarão sendo desafios a vencer, mas, produção de alimentos, moradia, geração de energia limpa e a água serão muito maiores. A água, entre estes será o maior de todos os desafios, não somente pelo seu volume, mas por sua distribuição irregular no planeta, acrescida do desperdício, poluição e degradação.

Atualmente, 70% da utilização da água no mundo é destinada para atividades agrícolas, considerando que o seu uso aumentou duas vezes mais que as taxas de crescimento populacional no último século e muitas áreas de água doce já foram perdidas, estima-se que em 2025 aproximadamente 20% da população mundial enfrentará problemas de disponibilidade de recursos hídricos (BERBERT, 2003). O autor aponta que 120.000 km³ de água já se encontram contaminados e se o ritmo de degradação for mantido, este número aumentará, comprometendo os ecossistemas e a saúde das populações.

No entanto, apesar da pressão exercida pelas atividades antrópicas nos recursos hídricos, existe um consenso de que sem água e alimentos não há manutenção da vida. Nessa perspectiva, os seres humanos perceberam os riscos

para sua sobrevivência, caso o meio ambiente em geral continue em processo de degradação. (IORIS, 2006).

Esta relação de interdependência entre sociedade e recursos hídricos transforma o que se conhece por ciclo hidrológico em um ciclo “hidrosocial”. Os problemas advindos da gestão dos recursos hídricos, como poluição e escassez de água, são gerados por um estranhamento entre sociedade e natureza, ou seja, como se a relação socionatural estivesse ocorrendo em dois campos separados e estranhos. (IORIS, 2006).

O ciclo da água se caracteriza por um fluxo entre energia, matéria e rochas nessa visão reúnem-se hidrologia, biologia, geologia, meteorologia, física, química, em um contexto chamado de visão sistêmica. Para que ações efetivas ocorram em relação à preservação de nossos mananciais, esse ciclo da água deve ser considerado:

A visão sistêmica reconhece a interdependência de todos os ciclos de energias e matérias da Terra e o fato de que, enquanto indivíduos e sociedade estão encaixados nesses processos cíclicos da natureza. Atualmente o ciclo de água na Terra, é um sistema aberto, afastado do equilíbrio, caracterizado por um fluxo constante de energia e matéria. (Rebouças, 2002. Pg. 6)

A propósito, no que se refere aos rios, como enfatiza Maier (1983) esses sistemas considerados abertos trocam energia e matéria com os meios terrestres e aéreos. Desta forma, cada rio apresenta suas próprias características físicas, químicas e microbiológicas, dependendo, entre outros fatores, da geologia da bacia hidrográfica que drena. Na visão de Tucci (2005) o gerenciamento dos recursos hídricos é um campo multidisciplinar, em que o planejador deve reunir todo o processo quantitativo das diferentes fases de forma clara e sucinta, garantindo que sejam tomadas decisões que atendam a sociedade e protejam os recursos naturais.

Muitos autores, assim Branco (2003), afirmam que o uso inadequado das águas dos rios tornou-se mais grave a partir do século XVIII, com o advento da era industrial. Os rios a partir de então passaram a ser o destino final de resíduos industriais e esgoto sanitário, o que causou sua poluição e contaminação caracterizadas por transmissão de doenças e morte de peixes. Essa situação de

interferência antrópica nos ecossistemas aquáticos pode ser chamada de eutrofização, ou seja, maior quantidade de nutrientes como, nitrogênio e fósforo, oriundos de descargas de esgotos domésticos e industriais e das regiões agrícolas.

Sendo assim, um dos grandes desafios das ciências hidrológicas e ambientais da virada do século XX para o século XXI é entender a visão sistêmica nos processos cíclicos de energia e matéria das águas na Terra, de forma que o mundo seja visto como um sistema integrado e não com partes independentes, considerando, que indivíduos e sociedades também fazem parte desse ciclo.

No ano de 1972, ocorreu na Suécia, em Estocolmo, a primeira Conferência sobre o Meio Ambiente Humano, na ocasião houve debates sobre as questões ambientais de maneira generalizada, e a água foi tratada sem grande relevância, apenas discutida em reuniões, simpósios, congressos, etc., (BERBERT, 2003).

Passados 20 anos, na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, de Janeiro de 1992, conhecida como Agenda 21, é que discussões específicas sobre hidrologia tornaram-se mais frequentes e foram promovidas ou aprimoradas leis específicas para água em diversas nações. O Capítulo 18 da agenda contempla uma seção sobre a questão da água e desenvolvimento sustentável. Nesta seção, a discussão enfatiza a urgente necessidade de melhor gestão da água para uso urbano, de modo a contribuir para a redução da pobreza, para a melhoria da saúde e para o controle da poluição. A discussão acaba por estabelecer, como objetivo, a gestão ecologicamente racional dos recursos hídricos, bem como o estabelecimento de metas quantitativas de abastecimento de água, esgoto e controle de efluentes. (Lee, 2000)

Segundo dados do Ministério do Meio Ambiente (MMA), a gestão de qualidade dos Recursos Hídricos, ainda é inexistente em muitas bacias hidrográficas do País, porém, nove unidades da Federação possuem programas de monitoramento de qualidade da água considerados ótimos ou muito bons; e o Estado do Rio Grande do Sul faz parte destes. Dos Estados restantes, apenas cinco apresentam sistemas bons ou regulares e treze apresentam sistemas fracos ou inexistentes (MMA, 2002).

Sob esta perspectiva é que Berbert (2003) afirma que a divulgação dos assuntos referentes aos recursos hídricos é tão importante quanto a sua qualidade,

e a sociedade deve ser mobilizada. Juntamente com a degradação físico-química promovida pelas atividades antrópicas, o desperdício talvez seja o problema mais agravante. Esta divulgação deve atingir todos os níveis, desde escolas, sociedade e administrações municipais, de forma que a sociedade aprenda a prevenir e minimizar a degradação dos recursos hídricos.

2.1.1 Contexto da gestão dos Recursos Hídricos no Brasil

Com a crise do abastecimento de água no mundo, a preocupação com a preservação e melhor gestão dos recursos hídricos vem crescendo dia após dia. Assim, a água passou de um simples recurso a um bem precioso, despertando o interesse de diversos países e empresas na apropriação da mesma. Conseqüentemente, o estudo de áreas, como a bacia hidrográfica, torna-se cada vez mais importante neste contexto (FERNANDES, 2011).

Durante praticamente todo o século XX, a gestão de águas esteve inserida no modelo econômico de desenvolvimento e crescimento a qualquer custo, o que resultou em ações de caráter insustentável (MAGALHÃES JÚNIOR, 2011).

Apenas dois instrumentos eram utilizados no país para regulamentação dos recursos hídricos, o Código das Águas, de 1934 e a Constituição Federal de 1988. Com a criação do Ministério do Meio Ambiente, em novembro de 1992, algumas iniciativas foram efetivas para estruturar o setor de recursos hídricos no país. Foi instalada a Secretaria de Recursos Hídricos e criada a Agência Nacional de Águas (ANA), e o Fundo Setorial de Recursos Hídricos (Berbert, 2003). Dentro desta mesma abordagem, a Agência Nacional de Água - ANA também considera que a bacia hidrográfica deve ser adotada como unidade de levantamento para o planejamento do desenvolvimento no sentido da conservação dos recursos hídricos e, conseqüentemente, ambientais, tão necessários às demandas atuais e futuras (ANA, 2005).

Com a implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos amparada pela Lei 9433 de 08 de janeiro 1997, criaram-se princípios e normas de gestão dos recursos hídricos, e definiu-se a bacia hidrográfica como um recorte natural de

abrangência desse recurso. Esta lei veio consubstanciar a visão atual a respeito da água, tendo-se agora um mecanismo oficial que ampara a produção de pesquisas em função da crescente demanda por dados e informações ligados às bacias de drenagem.

Conforme Ioris (2006) essa nova estrutura institucional, foi criada visando resolver os problemas ambientais do passado. Na Lei 9.433 foi criado o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). A partir da aprovação dessa lei, o país passa a dispor de instrumentos legais que visam garantir às gerações futuras a disponibilidade dos recursos hídricos.

O SINGREH foi criado com o objetivo de coordenar os instrumentos essenciais à gestão integrada das águas, programarem a Política Nacional de Recursos Hídricos, de planejar, regular e controlar o uso, a preservação, a recuperação e a cobrança dos recursos hídricos. Os instrumentos para viabilizar sua implantação Gestão dos Recursos Hídricos estão no Art. 5º da Lei 9.344/ 97, são eles:

Art. 5º São instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos:

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

O enquadramento é um dos mais relevantes instrumentos de gestão. É nesse instrumento que estão definidos os aspectos relacionados a qualidade dos corpos hídricos, já que, visa assegurar a qualidade das águas em compatibilidade com os usos mais exigentes da bacia, reduzir custos associados a poluição das águas, mediante ações de prevenção e correção permanentes.

A Lei 9.433/1997 coloca o Brasil entre os países de legislação mais avançada do mundo no setor de recursos hídricos e a uma modernização do sistema. Um dos fundamentos da Lei da Política Nacional de Recursos Hídricos é adequar a água como um bem de domínio público, dotado de valor econômico, cujos usos prioritários são o abastecimento humano e a dessedentação de animais (Ioris 2006).

Contudo, foram criados ainda quatro organismos institucionais do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos: O Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRHG), instalado em 1997, ao qual cabe subsidiar a formulação de planos nacionais de recursos hídricos e eventuais conflitos; os comitês de bacias hidrográficas, as agências de água e as organizações civis de recursos hídricos (BERBERT, 2003)

De acordo com Foletto (2005) a Política Estadual de Recursos Hídricos define em seu Art. 12 que: “em cada bacia hidrográfica será instituído um comitê de gerenciamento, ao qual caberá a coordenação programática das atividades dos agentes públicos e privados, relacionados aos recursos hídricos, compatibilizando, no âmbito espacial de sua respectiva bacia, as metas do Plano Estadual de Recursos Hídricos com a crescente melhoria da qualidade dos corpos d’água”.

Diante do exposto, compreende-se a necessidade de efetivar ações de acompanhamento e de avaliação da situação dos recursos hídricos no país, referentes à sua qualidade e quantidade. Através de estudos em uma parceria estabelecida com a Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano (SRHU), do Ministério do Meio Ambiente (MMA), o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e órgãos gestores estadual de recursos hídricos e meio ambiente é divulgado anualmente, pela Agência Nacional de Águas (ANA), o Relatório de Conjuntura¹ dos Recursos Hídricos no Brasil. Nestes estudos podem-se verificar as condições em que se encontram as águas brasileiras. O relatório mais recente publicado no ano de 2011 traz alguns aspectos qualitativos da água em todo o país e avalia algumas características pertinentes para estudos que envolvem a qualidade da água. A elaboração do Relatório de Conjuntura esta prevista pela Resolução 58/2006, do Conselho Nacional de Recursos Hidricos.

Segundo alguns dados do relatório como é de conhecimento mundial, o Brasil apresenta uma situação confortável, globalmente falando, quanto à disponibilidade de recursos hídricos. Contudo, o fator preocupante diz respeito à distribuição espacial desigual dos recursos hídricos no território brasileiro. Isso se deve ao fato

¹ O Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos consiste em importante ferramenta de acompanhamento sistemático e periódico da condição dos recursos hídricos e de sua gestão em escala nacional (2011). Disponibilizado no endereço eletrônico: <http://conjuntura.ana.gov.br/conjuntura>

de 80% dos recursos disponíveis no Brasil, estarem concentrados da região hidrográfica amazônica, onde a população é em número reduzido.

No relatório apresentado, foram analisados 2.312 pontos de monitoramento em 17 Unidades da Federação (UF), sendo utilizados como indicadores de qualidade da água os valores médios para o ano de 2009 do Índice de Qualidade das Águas (IQA) e do Índice de Estado Trófico (IET). Para o cálculo do Índice de Qualidade das Águas (IQA), são utilizados parâmetros de qualidade, com algumas limitações, pois prioriza principalmente àqueles ligados a contaminação por lançamento de esgotos domésticos, considerando a qualidade da água bruta, visando o abastecimento público após tratamento, portanto, os usos como: recreação, preservação da vida aquática, entre outros não são diretamente contemplados no IQA.

Os valores médios do IQA em 2009 mostraram-se ótimos em 4% dos pontos de monitoramento, bons em 71%, regular em 16%, ruins em 7% e péssimos em 2%, sendo esta, a condição da qualidade da água atualmente. Foi considerada para a qualidade dos recursos hídricos a classe 2, pois esta é a classe mais frequente de enquadramento de corpos d'água no país. Os parâmetros que compõem o IQA são os coliformes termotolerantes, o fósforo total e o oxigênio dissolvido (OD). Os valores considerados péssimos e ruins, para a qualidade dos corpos d'água em 2009, encontram-se, nos pontos monitorados nas proximidades de Regiões Metropolitanas, em destaque para: São Paulo, Curitiba, Belo Horizonte, Porto Alegre, Rio de Janeiro, Salvador e cidades de médio porte como Campinas/SP, Juiz de Fora/MG.

Um dos grandes problemas que comprometem a qualidade da água no país é a eutrofização isso se deve, principalmente, a deficiência ou falta de Estações de Tratamento de Esgoto (ETE). Em geral a água utilizada para abastecimento humano e para o desenvolvimento de atividades econômicas é oriunda de rios, lagos, represas e aquíferos, estes mananciais encontram-se normalmente, em domínios terrestres, ilhas, continentes, conhecidos como "águas interiores", a partir de então, que se dá ênfase a conservação destes ambientes, (Rebouças, 2006).

O aumento excessivo de nutrientes, como nitrogênio e fósforo é um estímulo para a ocorrência deste tipo de poluição, as fontes de lançamento desses nutrientes

são esgoto doméstico, industrial, atividade agrícolas e drenagem. Os corpos d'água mais afetados, normalmente são lagos e represas, embora possa ocorrer também em rios.

Para Carvalho *et al* (2000) o gerenciamento de bacias busca a participação conjunta de autoridades locais, setores privados e a comunidade, incorporando a variante ambiental na expansão e melhoria da qualidade de vida da população. Atuação no suporte aos processos de decisão para desenvolvimento social e econômico, constituindo o marco para coordenar atividades ambientais entre setores, lugares e agentes. Como objetivo principal um processo de gestão deve tratar de maneira integrada os sistemas hídricos ou bacias buscando aproveitá-los, protegê-los e recuperá-los a fim de mantê-los para as gerações futuras e satisfazer as demandas da população atual.

2.1.2 A gestão dos recursos hídricos no Rio Grande do Sul

O gerenciamento dos corpos d'água, que por sua vez, que conforme exposto depende de ações conjuntas entre normas legais, esforço da sociedade, dos governos e dos usuários em geral, visa à garantia de resolução dos problemas quali e quantitativos da água. Atualmente, através da implantação de algumas ações com intuito de conservação dos ambientes aquáticos, percebe-se que há mais interesse por parte do poder público em reverter impactos já causados aos recursos hídricos e na execução de ações diretamente associadas a sua recuperação.

Um exemplo, de iniciativa são as redes estaduais de monitoramento da qualidade da água no país, que contam com 1500 pontos de monitoramento. São analisados de 3 a 50 parâmetros de qualidade, que variam de acordo com cada Estado. No Rio Grande do Sul as entidades responsáveis pelo monitoramento são a Fepam, Corsan e Dmae, a periodicidade de monitoramento dos pontos é trimestral, sendo analisados cinco parâmetros: pH, turbidez, condutividade elétrica, temperatura e oxigênio dissolvido (ANA, 2005).

Segundo informações da SEMA², através do Decreto nº 30.132, de 13 de maio de 1981 foi instituído no Estado, o primeiro Sistema Estadual de Recursos Hídricos (SERH), fundamentado em um modelo de gerenciamento caracterizado pela descentralização das decisões e pela ampla participação da sociedade organizada em forma de Comitês de Bacias. Foi criado também o Conselho de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul (CONRHIRGS), a este conselho cabe propor normas para a utilização, preservação e recuperação dos recursos hídricos; instituir alguns mecanismos de coordenação e integração no planejamento de atividades através do governos e compatibilizar a política estadual com a federal sobre a utilização da água no Estado. Em 30 de dezembro de 1994, o Sistema Estadual de Recursos Hídricos é então, instituído, através do artigo 171 da Constituição Estadual e regulamentado pela Lei 10.350/94.

Atualmente, mesmo que o Estado seja o detentor do domínio das águas, superficiais e/ou subterrâneas de seu território, conforme determina a Constituição Federal, ele compartilha a sua gestão com a população envolvida. Os integrantes destes sistemas são: o Conselho de Recursos Hídricos (CRH), o Departamento de Recursos Hídricos (DRH), os Comitês de Gerenciamento de Bacia Hidrográfica (CGBH) e as Agências de Região Hidrográfica (ARH), além do órgão ambiental do Estado, Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM). Através do interesse em conservar os recursos hídricos foi elaborado o Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH, desenvolvido de acordo com a Lei 10.350 / 94 e os seguintes objetivos são contemplados: Conhecer o cenário atual dos recursos hídricos do Rio Grande do Sul, mostrando as disponibilidades hídricas e as demandas por água.

- Em cada Bacia Hidrográfica, indicar as áreas com problemas de escassez ou conflito.
- Garantir a participação efetiva da sociedade, através dos Comitês de Bacias Hidrográficas e do Conselho Estadual de Recursos Hídricos, respeitando e exercendo a descentralização da decisão.
- Informar e sensibilizar a sociedade e o poder público sobre as mudanças necessárias para garantir o crescimento social e econômico do Estado.

² Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul. Informações obtidas no site da SEMA. Endereço eletrônico: www.sema.rs.gov.br

- Consolidar os instrumentos de gestão de recursos hídricos: a outorga e a cobrança pelo uso da água, os objetivos futuros de qualidade (Enquadramento - Resolução CONAMA 357/05) e o licenciamento ambiental.

De acordo com Foletto (2005), o Estado não possui uma estrutura hierárquica entre as instituições, mas sim, articula-se de maneira sistêmica, em que todos fazem parte do sistema gerencial. O SERH, neste sentido, representa um modelo Sistêmico de Integração, havendo participação democrática, quando envolve os diferentes usuários da água e onde o planejamento das bacias hidrográficas é estabelecido por instrumentos legais e financeiros.

A partir do Relatório³ Anual sobre a Situação dos Recursos Hídricos no Estado do Rio Grande do Sul, cabe ressaltar alguns dados importantes para área de estudo.

A Bacia Hidrográfica do Vacacaí Mirim está localizada na porção centro-ocidental do Estado, entre as coordenadas geográficas de 29°35' a 30°45' de latitude Sul; e 53°04' a 54°34' de longitude Oeste. Sua geomorfologia abrange a Depressão Central e Escudo Sul Rio-Grandense. Apresenta uma área de drenagem em torno de 11.136,17 km², sendo a 10.000,35 Km², para o Vacacaí, e 1.135,82 Km², para o Vacacaí-Mirim. As Unidades de Conservação existentes na Bacia abrangem áreas inseridas na Reserva da Biosfera da Mata Atlântica situadas nos municípios de Itaara, Ivorá, Júlio de Castilhos, Restinga Seca, Santa Maria, São João do Polêsine e Silveira Martins.

Quanto às Regiões e Bacias Hidrográficas o estado do Rio Grande do Sul fora dividido em três Regiões Hidrográficas com a finalidade de implantar a Política de Recursos Hídricos do Sistema estadual de Recursos Hídricos do Estado.

O município de Itaara, local de estudo desta pesquisa insere-se nas Região Hidrográfica do Guaíba, nas Bacias Hidrográficas do Vacacaí-Mirim.

Os afluentes do Arroio Grande e Vacacaí-Mirim nascem em Itaara e integram a Bacia Hidrográfica do Vacacaí-Mirim e Região Hidrográfica do Guaíba. Os usos consultivos da água na bacia são destinados principalmente: para consumo humano, abastecimento Industrial, nos ramos alimentício, laticínios, bebidas, hotelaria e química, que concentram-se principalmente nas cidades de Santa Maria, São

³ Fonte dos dados: Relatório Anual sobre a situação dos Recursos Hídricos do Estado do Rio grande do Sul. Endereço eletrônico: <http://www.upf.br/coaju/download/Relatorio.pdf>

Gabriel e Caçapava do Sul, e a fonte para abastecimento são os poços; a Irrigação é considerada como um dos maiores consumos na bacia, um outro uso importante é para dessedentação de animais de rebanho bovinos e ovinos.

Infelizmente existem problemas relacionados à gestão de Recursos Hídricos no Rio Grande do Sul, assim como nos demais Estados Brasileiros. Os instrumentos existem, basta haver mais comprometimento por parte dos governos e dos comitês de bacias hidrográficas em desenvolver ações que efetivem os planos de bacias hidrográficas, levando em conta as outorgas, licenças ambientais e cobrança pelo uso da água, pois este seria um passo importante para se obter uma Gestão integrada dos recursos hídricos de maneira eficiente em todo o Estado.

Desta maneira, a gestão dos recursos hídricos, conforme Carvalho *et al* (2000) ocupa um lugar importante na gestão ambiental, implicando em um processo contínuo de análise, tomada de decisão, organização, controle das atividades de desenvolvimento, bem como avaliação dos resultados para constantes melhorias na formulação de políticas e a sua implementação para o futuro.

2.1.3 A problemática que envolve a água: poluição e escassez

Um dos impactos de maior relevância sobre as questões ambientais é o consumo de recursos naturais em ritmo acelerado, não permitindo a sua renovação pela natureza, e não obstante, a grande geração de produtos residuais em grandes quantidades, ao ponto que não podem ser integradas ao ciclo natural de nutrientes. Aliado a esses dois impactos, como justificam Moraes e Jordão (2002) o homem introduz materiais tóxicos no sistema ecológico comprometendo ainda mais o meio ambiente.

A disposição de esgotos sanitários e industriais, o uso abusivo de defensivos agrícolas, o destino inadequado do lixo, a erosão e o desmatamento com a ausência ou insuficiência de medidas de proteção e conservação, têm gerado altos níveis de poluição e contaminação hídrica. (Rebouças, 2006)

De acordo com Motta (1995) a Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, define como poluição a

degradação da qualidade ambiental, que resulta de atividades diretas ou indiretas que prejudiquem saúde, segurança, bem estar de uma população, propiciem condições adversas a execução de atividades, sejam elas sociais ou econômicas, afetem a biota e as condições sanitárias e estéticas do meio ambiente. Diante disto percebe-se o impacto ambiental e social de ambientes propícios a poluição hídrica, e as alterações das características de um ambiente aquático, podem vir a prejudicar todas as formas de vida que ali estão abrigadas ou impedir a utilização do recurso.

Devemos considerar a origem e a forma que poluentes podem alcançar os mananciais, sendo que, Motta (1995) classifica em localizadas (fontes pontuais), que são aquelas oriundas de um local determinado ou conhecido de lançamento de água, normalmente vinculadas à esgotos domésticos, industriais ou galerias de águas pluviais; ou não localizadas, também conhecidas como difusas, que se caracterizam por uma aplicação de forma espalhada, de difícil identificação, como por exemplo: as águas de escoamento superficial, águas infiltradas e drenadas por sistemas de irrigação, ou lançamentos aleatórios resíduos sólidos e líquidos na água.

No entanto, para os diferentes usos da água, existem padrões e requisitos de qualidade, sendo assim, a variação de teores de impurezas nas águas podem considerá-la poluída para determinado uso e para outro não.

No que tange aos padrões de uso, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) através Resolução nº 357/2005, determina a atual classificação para as águas doces, salobras e salinas em esfera Nacional, de acordo com os seus usos preponderantes.

As seguintes classes para águas doces são determinadas pela norma citada:

Art. 4º As águas doces são classificadas em:

I - classe especial: águas destinadas:

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

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) a proteção das comunidades aquáticas;
- c) a recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, Conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;

- d) a irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película;
 - e
 - e) a proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
- III - classe 2: águas que podem ser destinadas:
- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
 - b) a proteção das comunidades aquáticas;
 - c) a recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;
 - d) a irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
 - e) a aqüicultura e a atividade de pesca.
- IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:
- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
 - b) a irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
 - c) a pesca amadora;
 - d) a recreação de contato secundário; e
 - e) a dessedentação de animais.
- V - classe quatro: águas que podem ser destinadas:
- a) a navegação; e
 - b) a harmonia paisagística (CONAMA, 2005)

Outra referência de padronização de qualidade da água é utilizada pela CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental), órgão de proteção ambiental do Estado de São Paulo, que utiliza alguns parâmetros físicos químicos (temperatura, oxigênio dissolvido, pH, fósforo, turbidez, sólidos, nitrogênio total, demanda bioquímica de oxigênio) e microbiológicos (coliformes totais e *E.coli*) para a classificação em termo de qualidade ecológico-sanitária. Mensurando esses parâmetros, considera os corpos d'água em: impróprio, impróprio para tratamento convencional, aceitável. Bom e ótimo.

Quando por exemplo, a poluição de um corpo d'água resulta em prejuízos a saúde humana, é considerada a existência de contaminação. As fontes de contaminação estão vinculadas ao recebimento de microorganismos patogênicos ou substâncias químicas e radioativas maléficas ao homem. Algumas destas fontes são destacadas por Motta (1995):

Fontes Naturais – os processos naturais de poluição não apresentam maiores problemas, quando não intensificados pela ação antrópica. São oriundos de decomposição vegetal e animal, erosão das margens de rios, que quando em condições normais, são absorvidas pelos processos naturais de equilíbrio na natureza, porém interferências no meio, como o desmatamento e represamento de

águas em áreas bastante vegetadas, ocasionam a decomposição mais intensa de vegetais e altos teores de produção de matéria orgânica, influenciando no rápido assoreamento dos rios e na presença de sólidos e poluentes nestes ambientes.

Esgotos Domésticos – a origem dos esgotos geralmente está associada às habitações, sendo proveniente de instalações sanitárias de lavagens de utensílios, pias, banheiro, lavagem de roupas, entre outros e também de atividades comerciais e industriais Mota (1995). São características de esgotos industriais a presença de compostos químicos tóxicos, altas temperaturas, alterações na cor, turbidez e odor, sólidos dissolvidos, ácidos, álcalis, óleos, graxas e similares.

Fontes agropastoris: há um reconhecimento crescente de que a poluição difusa, advinda da agricultura é uma das principais causas da degradação da qualidade da água de acordo com Monaghan *et al* (2007). Mota (1995) relaciona as principais fontes de poluição dos mananciais aos pesticidas, fertilizantes e excrementos de animais. Os pesticidas geralmente aplicados em lavouras para a extinção de larvas e insetos alcançam as águas através do ar, quando aplicados em equipamentos aéreos, e pelo carreamento da água da chuva através dos processos de escoamento superficial e infiltração.

Águas de escoamento: as águas pluviais em seu processo de escoamento carregam impurezas para os corpos d'água. Muitos fatores interferem nas concentrações destas impurezas, tais como: os usos do solo e atividades desenvolvidas, fatores hidrológicos, intensidade e frequência das chuvas, fatores naturais como movimentos de massa, cobertura vegetal, estrutura e composição do solo. O carreamento de partículas do solo para água ocasionado pelos processos erosivos contribui para as modificações na sua qualidade, principalmente vinculadas a elevação de turbidez e presença de sólidos. Tanto no meio rural quanto urbano as águas de escoamento podem carregar matéria orgânica, sólidos inorgânicos, pesticidas, fertilizantes, microorganismos patogênicos, microorganismos patogênicos entre outros. Na área urbana esta impurezas originam-se de poluentes atmosféricos carregados pela chuva, poeiras e lixo, uso de fertilizantes em jardins, ligação de esgoto clandestino às galerias pluviais. (MOTA, 1995)

Lixo: resíduos jogados às margens dos cursos d'água podem causar alterações de caráter físico, químico e biológico na qualidade da água. Em aterros

ou lixões onde os resíduos não são corretamente acondicionados, um grave problema de poluição hídrica ocorre devido ao lixiviamento de chorume. (MOTA, 1995)

Diante dos diferentes modos de ocorrência de poluição da água apontados, Rebouças (2006) ressalta que é necessária uma reversão urgente nos padrões de consumo, desperdício e poluição dos corpos d'água, para garantir níveis compatíveis com a sustentabilidade, considerando respostas em longo prazo. Estas ações são indispensáveis não só nos grandes centros, onde a disposição e coleta de resíduos não é realizada de maneira adequada, a ocupação urbana é caótica, há lançamento de efluentes domésticos e esgoto não tratado diretamente nas águas

2.2. Usos do solo e qualidade da água

Diversos estudos são realizados sobre a qualidade da água, através do monitoramento de variáveis físico químicas e microbiológicas associadas ao uso e ocupação do solo. Do ponto de vista de Scanlon *et al* (2007) o impacto das mudanças de uso da terra sobre os recursos hídricos depende de muitos fatores, incluindo a vegetação original, ou que está sendo substituída, se é uma mudança permanente ou temporária, o tipo de manejo que está sendo utilizado na terra, plantio direto, pousio e ainda aplicações de nutrientes, tais como o irrigação e adubação.

Nas palavras de Mota (1995) a grande maioria dos usos que o ser humano faz da água resulta na produção de resíduos e estes por sua vez, são incorporados aos recursos hídricos, causando um processo de poluição. Com isso, certos usos são conflitantes, principalmente quando, algumas atividades interferem na modificação da qualidade das águas. Afirma ainda, que a qualidade da água de um manancial, depende, não apenas de seus usos, mas de todas as atividades que se desenvolvem as suas margens, estando intimamente relacionada com os usos do solo ao seu redor.

Com isso, em áreas rurais, a poluição difusa origina-se, em grande parte, da drenagem pluviométrica de solos agrícolas, sendo associada aos sedimentos

carreados pela erosão do solo, aos nutrientes (nitrogênio e fósforo) e aos defensivos agrícolas, já em áreas de pecuária é associada, também, aos resíduos da criação animal, matéria orgânica e coliformes (CETESB, 2009)

Monaghan *et al* (2007), Lenat e Crawford (1994) afirmam que as atividades agropecuárias e urbanização são as principais causadoras de situações de degradação ambiental nos recursos hídricos, principalmente associadas às diferentes formas de usos e ocupação do solo, uma vez que transferem poluentes a partir do solo comprometendo a qualidade das águas e normalmente são oriundas de fontes não pontuais, ou seja, dispersas.

Lenat e Crawford (1994) realizaram um estudo em Piemonte uma ecorregião da Carolina do Norte, onde foram selecionadas três bacias hidrográficas. A intenção era de encontrar bacias comparáveis onde a diferença principal fosse o uso da terra dominante para posteriormente analisar os efeitos destes usos sobre a qualidade da água e da vida aquática nos ambientes. Cada bacia apresentava um tipo predominante de uso do solo, como: pastos e florestas, área agrícola e urbana. Foram realizadas coletas e as análises incluíram uma série de nutrientes, metais dissolvidos e ainda, pH, condutância específica, sólidos totais dissolvidos, oxigênio dissolvido e temperatura. As medidas de oxigênio nunca foram inferiores a 6 mg, os resultados para pH nunca foram inferiores a 5.7, e as temperaturas das águas nunca foram superiores a 25 °C. A condutância e os sólidos dissolvidos totais foram maiores na área urbanizada e na floresta. As concentrações de metais dissolvidos não mostraram qualquer grande diferença entre as ocupações, mas as concentrações de cromo, cobre e chumbo foram ligeiramente elevadas em local urbano em relação ao florestal e ao agrícola. A concentração de nutrientes apresentou-se mais consistente no local agrícola e menor no local da floresta. No entanto o estudo revelou que o resumo das variáveis analisadas não indicaram que a qualidade da água estivesse prejudicada em qualquer um dos córregos.

GERGEL *et al* (2002) partem também da afirmação que as relações entre uso do solo e a qualidade da água estão claramente evidenciadas, a partir do momento em que a conversão de áreas florestadas, principalmente para o uso agrícola ou urbano, tem influenciado na diminuição da sua qualidade.

Ainda que os efeitos de fatores naturais como hidrologia, geologia e classes de solo preponderem sobre a qualidade da água de uma bacia hidrográfica para McMahon & Harned (1998); as interferências antropogênicas têm afetado fortemente as características físicas e químicas do sistema fluvial e a estrutura dos ecossistemas aquáticos. Por sua vez, contribuições de áreas urbanas envolvem tipicamente efluentes domésticos, que afluem aos corpos d'água por lançamento direto ou após sistemas de tratamento com remoção de carga poluidora aquém da capacidade de depuração dos cursos d'água.

Conforme, Haupt (2009) o Brasil como país em desenvolvimento e com recursos financeiros limitados, quando comparado aos países desenvolvidos, não pode incorrer no equívoco de investir somente na recuperação da qualidade da água dos rios, mas sim, agir de forma preventiva, no controle do lançamento de efluentes nestes recursos. Para tanto, existe a necessidade de se avaliar as cargas de poluição dos corpos d'água para se ter subsídios técnicos para o gerenciamento da bacia hidrográfica.

Desta maneira é possível detectar quais áreas são consideradas mais críticas em termos de qualidade dos recursos hídricos e decidir onde e em que grau de eficácia são requeridas medidas de controle. Para o mesmo autor, as avaliações de poluição, principalmente difusa podem orientar a elaboração de Planos Diretores Municipais, considerando que as cargas difusas estão intimamente relacionadas ao uso e ocupação do solo.

Um estudo realizado na bacia hidrográfica da Guarapiranga, região metropolitana do estado de São Paulo concluiu que a situação de deterioração da qualidade das águas é oriunda do crescente despejo de esgotos e da poluição difusa, que resulta na grande concentração de nutrientes, principalmente, nitrogênio e fósforo. O monitoramento da qualidade da água foi realizado em 30 pontos e 20 destes, localizavam-se em rios e tributários. Analisando uma média para 11 pontos, através dos parâmetros DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio, Fósforo Total e Nitrogênio Total e separando os resultados em concentrações mais elevadas e moderadas, concluiu-se que os resultados para concentrações mais elevadas relacionavam-se diretamente com o uso e ocupação da área drenada, considerando que em todos eles havia alta densidade de urbanização. Nos pontos com

concentrações moderadas, as médias de concentração de nutrientes foram menores, devido principalmente, a caracterização da ocupação e uso das áreas, identificada como dispersa e campos antrópicos.

Monaghan *et al* (2007) estudaram por um período de 4 anos o comportamento da água em uma microbacia hidrográfica que apresentava diferentes classes de uso do solo (silvicultura, pecuária com a presença de ovelhas, cervos e gado leiteiro e pastagens). Foram analisadas as variáveis para pH, condutividade, temperatura, oxigênio dissolvido, sólidos em suspensão, fósforo total, entre outros e *Escherichia Coli*, optaram por este grupo de bactérias, por ser o melhor organismo indicador de contaminação fecal. Os autores concluíram que a ocupação do solo influencia na qualidade dos recursos hídricos, uma vez que nas áreas onde estavam presentes os animais as concentrações de condutividade elétrica apresentaram valores de 235 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e *Escherichia Coli* mostraram-se mais elevadas, em contraposição as áreas de cultivo de florestas, onde a condutividade elétrica apresentou valores de 87 μS . Se correlacionadas com as normas da Resolução nº 357 (CONAMA, 2005), que considera que valores acima de 100 μS para condutividade elétrica são indicativos de ambientes impactados, os resultados encontrados para os usos do solo para pecuária, indicam algum tipo de impacto ambiental.

No Rio Grande do Sul, as áreas com vegetação natural permanente foram severamente destruídas, sendo responsável pelo desmantelamento de ecossistemas equilibrados, transformando-os em focos de contaminação ambiental. De acordo com o Inventário Florestal (2002), grandes áreas de florestas nativas e de campos nativos tornaram-se áreas agrícolas. A maior parte dos solos, outrora, recobertos com vegetação permanente, apresenta sérios problemas de degradação. A conversão de áreas de florestas em áreas agrícolas aumenta a quantidade de deflúvio, pela menor capacidade de infiltração de água no solo as áreas agrícolas em relação às áreas de florestas.

As áreas de vegetação permanente diminuem as fontes de poluição difusa e controlam o ambiente físico e químico dos rios e lagos, promovendo o equilíbrio através de ciclagem de materiais. Sabe-se que a agricultura e a pecuária são atividades econômicas indispensáveis na produção de alimentos. Contudo, a

deposição de resíduos agrícolas e animais têm resultado em alterações ambientais, principalmente quando influenciam no desmatamento, uma das primeiras consequências da necessidade de espaço físico destas atividades.

Neste contexto cabe ressaltar a importância das áreas conhecidas como Áreas de Preservação Permanente (APPs), definidas pelo Código Florestal Brasileiro de 1965 - Lei 4.771/65 e nas Resoluções CONAMA nos 302 e 303 de 2002 CONAMA (2009) visando à proteção do ambiente. A função dessas áreas é de “[...] preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxogênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.” (CAMPOS 2011). Para cumprir tal fim é vedado o uso e ocupação nessas áreas, devendo preservar sua configuração original, que poderia ser com a presença de vegetação ou não.

Para cada situação prevista em lei que gera as APPs, são definidos os limites e dimensões. Entretanto, iniciou-se uma discussão na Câmara dos Deputados para a alteração do Código Florestal de 1965. As alterações propostas no projeto inicial e no relatório modificariam profundamente as APPs. No que tange a questão dos rios seria também criada uma nova faixa de 15 metros para APPs de rios ou cursos d'água de largura inferior a 5 metros. Todavia, seria permitido aos Estados reduzirem ou aumentarem em até 50% as faixas mínimas de APPs considerando-se o Zoneamento Ecológico-Econômico estadual e o Plano de Recursos Hídricos da bacia hidrográfica. Restingas, várzeas e outras áreas específicas não seriam mais consideradas APPs, mas poderiam ser definidas como tal pelo Poder Público em ato específico. Por fim, as APPs em áreas urbanas consolidadas seriam regidas pelas leis municipais. Dentre as principais mudanças estão as APPs de cursos d'água, ressaltando que curso d'água com largura inferior a 10 metros em áreas rurais consolidadas será obrigatória apenas a recomposição de 15 metros da APP, ao invés de 30 metros, como prevê a lei atual. Segundo Campos (2011), APPs visam proteger de forma mais direta os cursos d'água aos quais elas estão relacionadas, de forma a minimizar efeitos adversos como tornar as águas de um rio inóspitas para a vida aquática, inutilizáveis para o consumo humano e até um vetor de poluição ao ambiente. Morais (2009) lembra que quando as margens dos rios não são preservadas (área de preservação permanente), a

probabilidade que ocorra assoreamento, erosão ou contaminação por lançamento de efluentes é muito elevada, cabe ressaltar a importância que áreas de preservação permanente sejam respeitadas, para evitar problemas relacionados à disponibilidade e qualidade da água.

Sabará (1999 *apud* BUENO *et al*, 2005), ao comparar o efeito do eucalipto e culturas agrícolas em rios, na região do Médio Rio Doce - MG, concluiu que a atividade silvicultura apresenta vantagens sobre a agricultura e pecuária, na qualidade e conservação da água. Leite *et al* (1997 *apud* BUENO *et al*, 2005), em trabalhos a respeito de regime hídrico do solo, com diferentes coberturas vegetais (eucalipto, mata nativa e pastagem), constataram que o eucalipto não interferiu de modo negativo no regime hídrico do solo, quando comparado aos outros tipos de vegetação. Segundo Magalhães Junior (2011) para o estabelecimento de análise qualitativa de recursos hídricos superficiais é de grande importância adotar variáveis de qualidade da água que forneçam algumas informações fundamentais, para tanto se optou por alguns dos principais parâmetros determinados e adotados por diversos autores. Quando utilizamos o termo qualidade de água, é necessário compreender que este termo não se refere, necessariamente, a um estado de pureza, mas simplesmente às características químicas, físicas e biológicas, e que, essas características, são estipuladas de acordo com as diferentes finalidades para a água. A política normativa nacional de uso da água, como consta na resolução número 357 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), procurou estabelecer parâmetros que definem limites aceitáveis de elementos estranhos, considerando os diferentes usos.

2.3 Qualidade da Água

A Política Nacional dos Recursos Hídricos em seu Art, 2º, Cap. II, define, dentre seus objetivos que se deve “assegurar a atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos” (ANA, 2005).

A qualidade de água não se refere, necessariamente, a um estado de pureza, mas as características químicas, físicas e biológicas que condicionam as suas

diferentes finalidades de uso. De acordo com Mota (1995), água pura é praticamente inexistente na natureza, isto ocorre devido às impurezas que podem estar presentes em maior ou menor quantidade e da procedência e dos usos da mesma. Como citado anteriormente, quando estas impurezas alcançam valores elevados e tornam-se prejudiciais ao homem e meio ambiente precisam ser limitadas em função da finalidade à que se destina a água.

Nesse caso, para cada uso da água, são estabelecidos limites máximos para presença de impurezas, normalmente estes limites são estabelecidos por órgãos oficiais e chamados de padrões de qualidade, Mota (1995).

A primeira classificação de águas no Brasil já ocorreu no de 1976, através da portaria GM/Nº 0013, do Ministério do Interior, na qual foram definidas quatro classes para as águas interiores no país, fixando as especificações de uso e teores máximos de impureza.

A resolução nº 357 de 17 de Março de 2005 do CONAMA dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Por meio dessa resolução as águas doces, salobras e salinas do Território Nacional são classificadas em 13 classes de qualidade. Segundo a qualidade requerida para seus usos preponderantes, estabelece limites individuais para cada substância em cada classe. Estabelece, ainda, que efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos d'água, depois de devido tratamento e obedecendo as condições, padrões e exigências definidos nesta resolução.

No caso das águas doces, na tabela (1) as seguintes classificações são definidas: Classe especial, Classe 1, Classe 2, Classe 3 e Classe 4.

Parâmetros de Qualidade da água	Unidade	Padrões de Qualidade das águas			
		Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Turbidez	UNT	≤ 40	≤ 100	≤ 100	-
pH	-	6 - 9	6 - 9	6 - 9	6 - 9
Oxigênio Dissolvido	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4	≥ 2
Sólidos	mg/L	≤ 500	≤ 500	≤ 500	-

Totais					
Coliformes Totais	NMP/100 mL	-	-	-	-
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL	≤ 200a	≤ 1000a	≤ 4000b	-
DBO5	mg/L	≤ 3	≤ 5	≤ 10	-
Fósforo Total (Ambiente lântico) ¹	mg/L - P	≤ 0,02	≤ 0,03	≤ 0,05	-
Nitrato	mg/L - N	≤ 10	≤ 10	≤ 10	-
Nitrito	mg/L - N	≤ 1	≤ 1	≤ 1	-

Tabela 1 : parâmetros de qualidade da água

Fonte: Brasil (2005)

Notas: (-) limite não citado pela Resolução.

¹ ambiente relativo à água parada, com movimento lento ou estagnado.

² ambiente relativo a águas continentais moventes.

Recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução CONANA nº274/00 para *Escherichia coli*, contato secundário (≤2500 NMP/100mL), dessedentação de animais criados confinados (≤1000 NMP/100MI).

De acordo com a tabela, é possível verificar que cada parâmetro apresenta o nível adequado que pode ser encontrado nas águas e conforme a sua concentração é que se define em qual classe será enquadrado. Grande parte da água retirada do sistema, depois de consumida retorna a sua fonte com algumas alterações, fundamentalmente ligadas a sua qualidade, isso se deve ao fato da água ser um solvente versátil e por exercer a função de transportar produtos residuais para longe do local de produção e descarga (MORAES & JORDÃO, 2002).

Branco (2003) em outras palavras, afirma que a água por apresentar grande capacidade de dissolver, dispensar e transportar substâncias é o veículo natural de resíduos, despejos líquidos e transporte de sedimentos, estas substâncias são geradas pelas atividades antrópicas ou pelas interações com o meio terrestre. Tais funções contribuem para a importância de estudos e monitoramentos em áreas com potencial poluidor, visando à conservação dos recursos hídricos e manutenção qualitativa e quantitativa da água.

Devido aos diferentes constituintes da água, resultante dos processos químicos e de interação com os ecossistemas aquático e terrestre, que alteram o seu grau de pureza, faz-se necessário estudo das variáveis físicas, químicas e biológicas, pois, tais características traduzem os parâmetros de qualidade da água

(SPERLING, 1996). Margalef (1994 apud BUENO *et al*, 2005) afirma que os processos que controlam a qualidade de água de um rio, fazem parte de um complexo equilíbrio, portanto, as características físicas e químicas da água de um rio são indicadores da “saúde” do ecossistema terrestre em seu entorno, motivo pelo qual qualquer atividade mal desenvolvida em uma bacia hidrográfica pode acarretar alterações significativas na qualidade dos recursos hídricos.

Minella e Merten (2002) sugerem que para o planejamento dos espaços rural e urbano é necessária a utilização de ferramentas de análises, os parâmetros físico-químicos, refletirão a intensidade de degradação dos recursos naturais na bacia. Enfatizam ainda, os fatores causadores de impactos nestes ambientes, como o carreamento de sólidos ocasionados pelas erosões ocorridas em lavouras e estradas, por exemplo, as águas serão depositadas nos rios, comprometendo seus aspectos físico, biológico e químico.

Os primeiros estudos nessa área foram realizados em lagos, e em virtude da etimologia da palavra Limné que em grego tem significado de lago, a Limnologia era classificada como a “descrição de todas as observações, leis e teorias que se referem aos lagos em geral”, porém, ganhou maior abrangência no ano de 1922, em um Congresso Internacional de Limnologia, quando passou a considerar outros ecossistemas aquáticos, e o estudo ecológico de todas as massas d’água continentais, de diferentes origens, dimensões ou concentrações salinas, (ESTEVES, 1998).

Com a abrangência do termo, os objetos de estudo desta ciência englobam: lagunas, açudes, rios, lagos, represas, riachos, brejos, áreas alagáveis, águas subterrâneas, nascentes, enfim, e também os estuários, que são as regiões de entrada do mar e rios. Os estudos desta ciência integram além de profissionais como oceanógrafos, também outras ciências, como a Botânica, Física, Química, Geologia, entre outras. Atualmente as pesquisas em Limnologia, apresentam maior enfoque nos processos que envolvem a interação entre as comunidades e o meio.

Como cada sistema lótico possui características próprias e específicas, torna-se difícil estabelecer uma única variável como um indicador padrão para qualquer sistema hídrico. Neste sentido, uma alternativa é a busca em trabalhos de campo, a fim de obter índices de qualidade de água, através das variáveis

limnológicas, que reflitam resumidamente e objetivamente as alterações, com ênfase para as intervenções humanas, sejam elas como o uso agrícola, urbano e industrial (COUILLARD & LEFEBVRE, 1985 *apud* TOLEDO E NICOLELLA, 2002).

Para a quantificação e qualificação microbiológica os indicadores de poluição fecal mais empregado são os coliformes. O uso da bactéria *Escherichia coli* para indicar poluição sanitária mostra-se significativo, por ser a bactéria que melhor indica a presença de fezes de animais e humanos. Geralmente esta bactéria é encontrada em esgotos, efluentes, águas naturais e solos que recebem descargas de contaminação fecal (MORTARI & SILVA, 2009).

Entre os indicadores microbiológicos de qualidade de água utilizados pelo CONAMA e pelo Ministério da Saúde do Brasil, destaca-se a portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 que “dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade”. O Capítulo V desta portaria dispõe sobre o Padrão de Potabilidade em que:

Art. 27. A água potável deve estar em conformidade com padrão microbiológico, conforme disposto no Anexo I e demais disposições desta Portaria.

§ 1º No controle da qualidade da água, quando forem detectadas amostras com resultado positivo para coliformes totais, mesmo em ensaios presuntivos, ações corretivas devem ser adotadas e novas amostras devem ser coletadas em dias imediatamente sucessivos até que revelem resultados satisfatórios.

§ 2º Nos sistemas de distribuição, as novas amostras devem incluir no mínimo uma recoleta no ponto onde foi constatado o resultado positivo para coliformes totais e duas amostras extras, sendo uma à montante e outra à jusante do local da recoleta.

§ 3º Para verificação do percentual mensal das amostras com resultados positivos de coliformes totais, as recoletas não devem ser consideradas no cálculo.

§ 4º O resultado negativo para coliformes totais das recoletas não anula o resultado originalmente positivo no cálculo dos percentuais de amostras com resultado positivo.

§ 5º Na proporção de amostras com resultado positivo admitidas mensalmente para coliformes totais no sistema de distribuição, expressa no Anexo I a esta Portaria, não são tolerados resultados positivos que ocorram em recoleta, nos termos do § 1º deste artigo.

§ 6º Quando o padrão microbiológico estabelecido no Anexo I a esta Portaria for violado, os responsáveis pelos sistemas e soluções alternativas coletivas de abastecimento de água para consumo humano devem informar à autoridade de saúde pública as medidas corretivas tomadas.

§ 7º Quando houver interpretação duvidosa nas reações típicas dos ensaios analíticos na determinação de coliformes totais e *Escherichia coli*, deve-se fazer a coleta.

Conforme Esteves (1998), as pesquisas mais importantes em tempos atuais, referem-se ao metabolismo dos ecossistemas aquáticos, o que possibilita um entendimento da estrutura e funcionamento destes ecossistemas, para viabilizar o manejo e maior desempenho em produtividade. O autor considera que existem três etapas em estudos de metabolismo de ecossistemas, são elas: as etapas de análise, de síntese e holística. Já na etapa de análise, serão investigadas as variáveis ambientais, como: pH, condutividade elétrica, concentração de nutrientes, análises qualitativas e quantitativas.

Na etapa de síntese, as pesquisas concentram-se nas trocas de energia e matéria, onde podem ser aplicados alguns modelos que evidenciam as interações entre os diferentes componentes do ecossistema, avaliando o estoque de biomassa das espécies e a sua exploração de forma racional. Na fase holística, são evidenciadas as interações entre o sistema aquático e o terrestre adjacente, considerando que desta maneira este sistema não será visto isoladamente, mas como um elemento da paisagem.

Segundo Branco (2003), do ponto de vista qualitativo, a proteção dos recursos hídricos depende, fundamentalmente, de medidas disciplinadoras do uso do solo na bacia hidrográfica. A qualidade final da água no rio ou lago reflete, necessariamente, as atividades que são desenvolvidas em toda bacia, cada um dos usos do seu espaço físico produzindo um efeito específico e característico. Portanto, a preservação da qualidade da água de um rio deve ser feita com prevenção.

2.3.1. Parâmetros Físicos

Os parâmetros físicos retratam as características relacionadas, principalmente com o aspecto estético da água. Incluem nestas características: a temperatura, cor, condutividade elétrica, turbidez, sólidos totais, odor e sabor sendo estas variáveis normalmente associadas à presença de sólidos nos corpos d'água.

2.3.1.1 Condutividade elétrica

A medição deste parâmetro está relacionada à quantidade de sais dissolvidos na água. Portanto, quando é determinada pode-se obter uma estimativa rápida do conteúdo de sólidos em uma amostra. Condutividade elétrica é uma medida da capacidade de uma solução aquosa conduzir uma corrente elétrica devido à presença de íons. Indica a quantidade de sais existentes na coluna d'água e, portanto, representa uma medida indireta da concentração de poluentes (Mortari & Silva, 2009). A condutividade elétrica pode ser expressa por diferentes unidades, segundo o Sistema Internacional de Unidades (S.I.), neste caso utilizou-se o microSiemens ($\mu\text{S}/\text{cm}$). Na resolução nº 357 do CONAMA não é estabelecida uma medida específica para a condutividade elétrica, no entanto, segundo a CETESB (2009) em geral, níveis superiores a $100 \mu\text{S}/\text{cm}$ indicam ambientes impactados e fornecem ainda uma boa indicação das modificações na composição das águas, especialmente na sua concentração mineral, porém não indica as quantidades relativas dos componentes. A condutividade da água aumenta à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados.

Segundo a CETESB (2009) “a condutividade elétrica é a expressão numérica da capacidade de uma água conduzir a corrente elétrica”. A condutividade da água aumenta à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados.

2.3.1.2 Sólidos

O constituinte responsável pelo parâmetro são os sólidos em suspensão, oriundos de forma natural como partículas de rochas, argila, silte, algas e outros microorganismos, ou ainda antropogênica, despejos domésticos, industriais, microorganismos e erosão e atividades de mineração. Os efeitos adversos do sedimento suspenso afetam na penetração de luz, no sufocamento de organismos bentônicos, habitat limitado para caça, peixe e aumento do transporte de nutrientes e contaminantes (MCMAHON E HARNED, 1998).

Os sólidos podem ser classificados de acordo com suas características, sejam elas, físicas (tamanho e estado), sólidos em suspensão, sólidos coloidais e sólidos dissolvidos ou químicos orgânicos e inorgânicos (SPERLING, 1996)

Quando divididos por tamanho, as partículas de menores dimensões, capazes de passar por um filtro de papel de tamanho determinado, correspondem aos sólidos dissolvidos, às dimensões que ficarem retidas no filtro serão consideradas sólidos em suspensão, ou seja, podemos chamá-los de adequadamente de sólidos filtráveis e não filtráveis, respectivamente. Na maioria das análises de água apresentam-se em maior parte os sólidos dissolvidos e o restante como sólidos em suspensão (SPERLING, 1969)

A presença destas partículas insolúveis de solo, compostas de matéria orgânica e inorgânica, está associada ao desgaste das rochas por intemperismo, ou outras concentrações decorrentes do lançamento de esgotos domésticos e industriais. Com a ocorrência de processos erosivos, e o carreamento de solos pelas águas das chuvas e desmatamentos, ocorre a dispersão dos sólidos em suspensão. Os sólidos estão diretamente relacionados à turbidez, uma vez, que podem provocar a dispersão e absorção da luz, dando à água uma aparência turva e esteticamente indesejável. Turbidez em altas taxas podem reduzir o processo de fotossíntese da vegetação submersa e das algas, diminuindo a produção de oxigênio dissolvido (SPERLING, 1996).

As consequências do acúmulo de sólidos nas águas são alterações de sabor e problemas de corrosão em tubulações de distribuição. Em águas utilizadas para irrigação, pode gerar problemas de salinização do solo.

Neste contexto, Walling (1983 apud MINELLA E MERTEN, 2002) traz a definição de Produção de Sedimentos (PS), ressaltando que este termo é utilizado para quantificar a “diferença entre a erosão bruta e a quantidade de sedimentos depositada na bacia vertente de uma determinada seção do canal fluvial”, todos os sedimentos que são removidos em uma bacia hidrográfica, podem representar apenas uma parcela de todo o material que foi erodido e transportado até uma seção do rio. Em termos práticos torna-se difícil medir ou estimar, precisamente, os processos de deposição dos sedimentos erodidos em uma bacia, porém algumas análises que determinam sólidos dissolvidos e suspensos expressam a quantidade de sedimentos presentes em determinados ambientes.

Sperling (1996) resalta que cor da água é modificada diante da presença de sólidos dissolvidos, sejam, matéria orgânica, vegetais principalmente, ferro e manganês. Em águas dormentes apresenta geralmente valores baixos. Quando estes componentes são de origem natural, não apresentam maiores riscos sanitários diretos, porém quando forem de origem antropogênica podem estar associados a compostos tóxicos e organismos patogênicos.

2.3.1.3 Temperatura

Segundo Nascimento (s/d) a temperatura é responsável pela medição da intensidade de calor. Ocorre naturalmente, através da transferência de calor que ocorre por radiação, condução e convecção, do contato atmosfera e solo, ou de origem antropogênica, através de despejos industriais ou águas de torres de resfriamento.

As indicações de temperaturas elevadas influenciam no aumento das reações físicas, químicas e biológicas, diminui a solubilidade dos gases como oxigênio dissolvido e também aumentam a taxa de transferência dos mesmos, ocasionando em mau cheiro quando são liberados.

O parâmetro é frequentemente utilizado para caracterização de corpos d'água e águas residuárias brutas, através da unidade de °C, para o primeiro a temperatura

deve ser analisada em conjunto com outros parâmetros, um deles é o oxigênio dissolvido (OD), entre outros, como densidade, viscosidade e pressão de vapor do meio líquido. Apresenta variação natural nas águas de acordo com a temperatura do ar, no Brasil valores variam de 12°C e 30°C. Aumentos significativos de temperatura nos corpos d'água são geralmente indicativos de despejos industriais e descargas de usinas termoelétricas. Os sistemas aquáticos, normalmente se adaptam a pequenas variações de temperatura, no entanto, variações súbitas causam efeitos danosos resultando na queda de oxigênio ao mesmo tempo em que maior consumo do mesmo, devido ao estímulo das atividades biológicas (NASCIMENTO s/d).

2.3.2 Parâmetros Químicos

Dentre parâmetros químicos que refletem alguns aspectos de qualidade da água destacam-se, de acordo com Sperling (1996):

2.3.2.1 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH representa a concentração de íons de hidrogênio, em uma relação de equilíbrio entre íons (H^+) e (OH^-) dando a indicação de acidez, neutralidade ou alcalinidade de um determinado recurso hídrico. Apresenta uma variação em uma escala de 0 a 14 e seus constituintes variam entre sólidos dissolvidos ou gases dissolvidos, que se originam naturalmente pela dissolução de rochas, absorção de gases atmosféricos, oxidação de matéria orgânica, fotossíntese ou despejo de efluentes domésticos ou industriais.

Segundo a CETESB (2009), o pH por influir no equilíbrio químico que ocorre naturalmente ou em processos unitários de tratamento de águas, é um parâmetro importante em muitos estudos no campo do saneamento ambiental.

Diante da importância deste parâmetro, nos corpos d'água valores baixos de pH, ou seja abaixo de 7 indicam aumento de grau de acidez do meio, tem-se uma situação de maior potencial de corrosividade e agressividade em tubulações e comprometimento da vida aquática. Para valores acima de 7 ou até 14 tem-se uma característica de alcalinidade do meio. A utilização do parâmetro está vinculada a caracterização de águas de abastecimento brutas e tratadas, águas residuárias, estações de tratamento de água e esgoto e de corpos d'água. Os valores variam nas seguintes condições: $\text{pH} < 7$: condições ácidas, $\text{pH} = 7$: neutralidade, $\text{pH} > 7$ condições básicas.

As restrições de faixas de pH são estabelecidas para as diferentes classes de águas naturais, estando em acordo com a legislação federal, e a legislação dos estados. No estado de São Paulo, de acordo com a CETESB (2009) os critérios de proteção à vida aquática fixam o pH entre 6,0 e 9,0 o que pode ser verificado no artigo 4º da resolução nº 357 do CONAMA (2005), que por sua vez, estabelece estes limites para águas das Classes Especial, I e II, as quais são destinadas à preservação e manutenção da vida aquática.

Para ambientes que indicam acidez o pH varia entre 4,5 e 8,2 quando há presença, principalmente, de gás carbônico livre (CO_2). Em origem natural, o CO_2 é absorvido da atmosfera ou da matéria orgânica decomposta, por agentes antrópicos, é resultante de despejos industriais, sendo estes ácidos minerais ou orgânicos ou de águas que passaram por minas abandonadas, borras de minério e vazadouros de mineração. Com a análise deste parâmetro é possível definir o caráter ácido, básico ou neutro de uma solução. Deve ser considerado, uma vez que, os organismos aquáticos estão geralmente adaptados às condições de neutralidade, quando em situação de alterações bruscas pode acarretar o desaparecimentos de seres presentes no ambiente aquático. Este parâmetro segundo Sperling (1996), representa diferentes tipos de origem, natural, através da dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, oxidação da matéria orgânica e fotossíntese, ou pode ser oriundo de atividades antrópicas, como despejos domésticos e industriais é comumente utilizado na caracterização de corpos d'água.

2.3.2.2 Oxigênio Dissolvido (OD)

. Oxigênio Dissolvido (OD) tem origem da atmosfera e do processo de fotossíntese. É essencial para a manutenção da vida aquática dos organismos aeróbios e nos processos de autodepuração dos corpos d'água, para que ocorra a degradação da matéria orgânica. A Matéria Orgânica (MO) em grandes quantidades pode ser a principal causadora da poluição dos recursos hídricos, diante do consumo de oxigênio dissolvido pelos microorganismos em seus processos metabólicos de estabilização da mesma. As bactérias utilizam o oxigênio nos processos respiratórios, com isto, a redução da sua concentração no meio ou consumo total desenvolvem uma condição anaeróbia. (Sperling, 2005)

O oxigênio dissolvido refere-se ao oxigênio molecular (O₂) dissolvido na água. A concentração de OD nos cursos d'água depende da temperatura, da pressão atmosférica, da salinidade, das atividades biológicas, de características hidráulicas (existência de corredeiras ou cachoeiras) e, de forma indireta, de interferências antrópicas, como lançamento de efluentes nos cursos d'água. A unidade de OD utilizada é mg/L. A Resolução nº 357 do CONAMA estipula que o valor mínimo de oxigênio dissolvido para a preservação da vida aquática, é de 5,0 mg/L, mas existe uma variação na tolerância entre as espécies.

Este é o principal parâmetro para a caracterização de águas poluídas por despejos orgânicos em diversos estudos de caracterização de corpos d'água, e normalmente as variações ocorrem de acordo com a temperatura e altitude. Em temperaturas de 20°C em nível do mar, a concentração de saturação é 9,2 mg/L; valores inferiores a este são indicativos de grande presença de matéria orgânica, muito provável, esgoto, já valores superiores à saturação são indícios da presença de algas. De acordo com a resolução nº 357 (CONAMA, 2005) os valores mínimos estabelecidos para a preservação da vida aquática são de 5,0 mg/L, se o OD variar entre 4-5 mg/L os peixes mais exigentes morrem, em condições de OD igual a 2

mg/L praticamente todos os peixes morrem, em situações de OD igual a 0 mg/L - se anaerobiose.

Os componentes orgânicos são principalmente: compostos de proteína, carboidratos, gorduras e óleos, uréia, pesticidas, entre alguns outros. Para determinação da matéria orgânica, utilizam-se alguns métodos indiretos para quantificá-la, são eles: as medições de consumo de oxigênio – DBO demanda bioquímica de oxigênio e DQO – demanda química de oxigênio. A MO tem como constituinte responsável os sólidos em suspensão e dissolvidos, sendo de origem vegetal e animal.

2.3.3 Parâmetros biológicos

Junto ao material em suspensão presente nos ecossistemas aquáticos, são encontrados, conforme Oliveira (1976) os organismos, que constituem impurezas, e causam doenças vinculadas à água, dentre estes podemos destacar as bactérias, vírus e protozoários, ambos patogênicos.

Para análise das características biológicas dos recursos hídricos, são utilizados exames bacteriológicos, que detectam microorganismos, como por exemplo, os Coliformes, bactérias que são importantes indicadores de qualidade ambiental, normalmente são encontradas no intestino de animais de sangue quente. Microorganismos desenvolvem um papel bastante importante, já que, predominam em determinados ambientes e atuam no processo de depuração dos despejos nos recursos hídricos.

Coliformes totais e fecais abrangem uma classe de bacilos gram negativos, aeróbicos ou anaeróbicos facultativos que fermentam lactose. Existem algumas doenças que se destacam pela contaminação desses organismos, como, a febre tifóide e paratifóide, disenteria bacilar, cólera, hepatite, dentre outras.

Segundo a CETESB (2009) coliformes termotolerantes são definidos como microrganismos do grupo coliforme capazes de fermentar a lactose a 44-45°C, sendo representados principalmente pela *Escherichia coli*. Existem inúmeros tipos

de micro-organismos nas águas, como também as bactérias dos gêneros *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter*. Entretanto, a mais comum verificação de organismos patogênicos é a presença ou concentração da bactéria *Escherichia coli*. Esta bactéria está presente nos sistemas digestivos de animais de sangue quente, que normalmente não é nociva, mas é usada como indicativo de contaminação com fezes humanas (Mota, 1995). Os demais podem ocorrer em águas com altos teores de matéria orgânica, como por exemplo, efluentes industriais, ou em material vegetal e solo em processo de decomposição. Podem ser encontrados igualmente em águas de regiões tropicais ou sub-tropicais, sem qualquer poluição evidente por material de origem fecal.

Além disso, na legislação brasileira, de acordo com a Resolução nº 357 do CONAMA são estabelecidos alguns padrões para presença de microorganismos, definidos de acordo com a finalidade de cada uso.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Caracterização da Área de Estudo

3.1.1 Localização da área de estudo

O presente estudo, tem como base o município de Itaara, localizado na região central do Estado do Rio Grande do Sul, abrangendo área urbana e rural do município, que de acordo com Instituto Brasileiro Estatística de Geografia e Estatística IBGE (2010) possui uma área de 172,989 km², sendo limitado pelos municípios de Júlio de Castilhos a nordeste, Santa Maria ao sul e São Martinho da Serra a noroeste.

A figura (1) ilustra a localização do município em relação ao estado do Rio Grande do Sul.

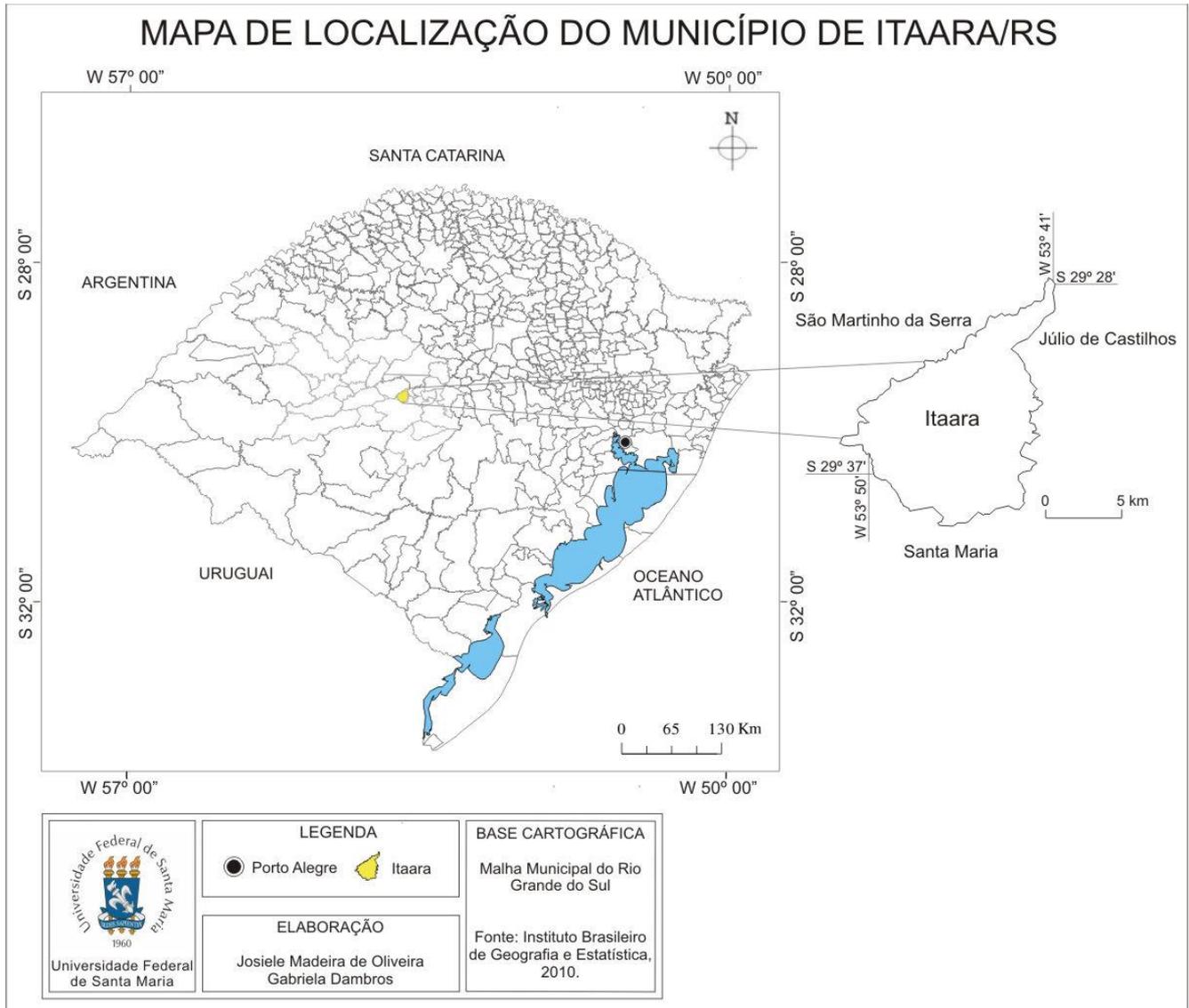


Figura 1: Localização da área de estudo

3.1.2 Contexto sócio-econômico da área de estudo

A presente pesquisa utilizou como recorte geográfico o município de Itaara-RS, onde foram delimitadas quatro microbacias, que apresentavam diferentes classes de uso e ocupação do solo. A área de abrangência onde estão localizadas as microbacias possui os usos representados pelos setores residenciais (urbano e rural) e atividades agropecuárias.

A população total do município de Itaara, segundo informações do Censo 2010 do IBGE (2010) e do Plano Ambiental Municipal Município de Itaara (2008) é

de 5010 habitantes e a área total do mesmo é de 172,989 km², sendo que, a população urbana é de 4.151 habitantes e a população rural é de 1.314 habitantes, equivalente a 75,95% e 24,05%, respectivamente.

Com o objetivo de avaliar a qualidade da água no município foram selecionados quatro pontos de monitoramento, que apresentassem diferentes usos e ocupação do solo.

Através de informações obtidas do Plano Ambiental do Município (2008) e da página eletrônica da Prefeitura Municipal, acessada em agosto de 2011 obteve-se um breve histórico do processo de colonização no município.

No ano de 1840 iniciou-se o processo de colonização de Itaara, em 1857, chegaram às primeiras três famílias de imigrantes alemães, que se instalaram em terras adquiridas do cirurgião Manoel Alves, no povoado de São José do Pinhal. Quatro anos após, em 1861, a localidade prosperava e já contava com uma população de 286 habitantes. Isso ocorreu em virtude da economia, baseada na agricultura, na exploração de madeira e pequenos estabelecimentos e por ser um ponto de descanso para os que faziam o trajeto Serra-Santa Maria ou Serra-Porto Alegre. Com a inauguração da a linha férrea Santa Maria e Porto Alegre, em 1885, muitos habitantes e comerciantes do local abandonassem as suas atividades na pequena vila e fossem se estabelecer na cidade vizinha de Santa Maria.

Em 1904, chegam 80 famílias judias (aproximadamente 300 pessoas) as primeiras no Brasil, vindas de uma região da Europa da atual Ucrânia, estabelecendo a Colônia Philippson. Apesar de receberem por parte do governo, terras, animais, sementes, instrumentos agrícolas, a falta de tradição dessas famílias na agricultura, fez com que a maioria abandonasse as suas terras e migrasse para cidades onde o comércio era o maior atrativo econômico.

Em 1995 ocorreu o plebiscito de emancipação do município de Itaara, mas só foi instituída oficialmente somente no dia 1º de janeiro de 1997. Atualmente a população do município é caracterizada de forma bastante heterogênia, formada por descendentes de várias etnias: alemã, italiana, portuguesa, espanhola e indígena. O setor de serviços é a principal atividade econômica do município, seguido da indústria e da agropecuária. Este setor é representado principalmente pelo turismo, pois na cidade se destacam principalmente os balneários, atrativos para os turistas

nos meses de verão, já no setor industrial do município predomina a extrativismo (extração de pedra, britagem).

As atividades agropecuárias no município refletem algumas características determinadas pelo tamanho da propriedade, sendo assim as grandes propriedades estão localizadas no topo do planalto e se baseiam nas monoculturas e no pastoreio, já na região do Rebordo predomina pequenas propriedades rurais, onde a maioria da produção é direcionada para a subsistência (SCHNEIDER, 2010).

A população de Itaara aumenta à medida que novos habitantes buscam uma melhor qualidade de vida, devido a presença de balneários, áreas verdes e espaços abertos, seja para passagem do período de férias, longos feriados ou simplesmente durante os finais de semana a população flutuante (transitória),

O Município possui uma rica história cultural, em função do seu patrimônio histórico, cultural e turístico, mas ainda está necessitado, de infraestrutura para museus e centros culturais. Com a existência dos mesmos, as doações e subsídios da comunidade seriam estimulados e tornar-se-iam de suma importância para o desenvolvimento do município (PLANO AMBIENTAL, 2008)

3.1.3 Contexto físico da área de estudo

A formação do relevo de Itaara divide-se em 30% do território formado por florestas ou vales e os 70% restantes ocupados por pequenas propriedades de até 20 ha (RODRIGUES, 2005). A paisagem no município é caracterizada pela beleza cênica, constitui-se em um prolongamento da Serra Geral, que além do relevo acidentado, apresenta a formação florestal típica do Alto Uruguai, há também espécies características de Mata Atlântica. Incluindo as formações florestais, em Itaara, existem cachoeiras, lagos, vertentes, sendo considerado um local com recursos hídricos abundantes.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen é do tipo clima subtropical úmido, sem estiagem. A temperatura média anual é de 19,4°C, sendo a temperatura média mínima de 14-15°C (julho a agosto) e média máxima de 23-25°C (dezembro a fevereiro).

Quanto a formação geológica, as características estão voltadas a formação Botucatu juntamente com as Formações Caturrita e Santa Maria, de acordo com Gasparetto et al. (1988 apud SCHNEIDER, 2010), estas integram o Sistema Aquífero Guarani. Esta formação Botucatu devido a características específicas, permite uma alta absorção e transmissão de água.

Geologicamente Itaara apresenta no topo dos morros residuais a predominância de rochas efusivas básicas e ácidas da formação Serra Geral. No rebordo do planalto há predominância do basalto, também da formação Serra Geral, considerando que na porção inferior da encosta podem ser encontrados materiais sedimentares de basalto e arenito. Na depressão periférica verificam-se siltitos e argilitos do Membro Alemoa da Formação Santa Maria, e também, materiais colúviais e de movimentos de massa bastante pedregosos. (MACIEL FILHO, 1990).

O município de Itaara, situado num divisor de águas, compreende três micro-bacias hidrográficas, são elas: Ibicuí-Mirim, Vacacaí-Mirim e Arroio Grande, sendo que as nascentes do rio Vacacaí-Mirim e encontram-se dentro dos limites do município.

O Arroio Manoel Alves é um dos afluentes do Arroio Grande, integrante da bacia do Rio Vacacaí-Mirim da região hidrográfica do Guaíba. É responsável pelo abastecimento da maior parte da população urbana e rural do município de Itaara, contribuindo para a disponibilidade de água dos balneários de lazer e açudes nas áreas rurais. O lago da sede campestre da SOCEPE (Sociedade Concórdia Caça e Pesca), é o maior reservatório artificial da cidade. Este balneário é utilizado para abastecimento público através da Companhia Rio grandense de Saneamento (CORSAN) e como área de lazer. (SCHNEIDER, 2010)

3.2 Procedimentos Metodológicos

A metodologia para este trabalho baseou-se primeiramente em pesquisas bibliográficas, quando foi possível verificar o acervo de publicações existentes referentes à área e ao tema em estudo, pesquisa cartográfica, amostragem de água, análise de resultados associada ao uso e ocupação do solo, determinando as prováveis fontes de poluição e contaminação dos recursos hídricos.

Desta forma, foi possível conhecer alguns trabalhos já desenvolvidos como: dissertações de mestrado dos autores Scheneider (2010), Trentin (2010), Nascimento (2012) e ainda, artigos, periódicos, legislação vigente, visando o estudo acerca da questão da qualidade da água, que serviram de embasamento para a fundamentação teórica deste trabalho, bem como para auxiliar na caracterização da área de estudo.

Após analisar os documentos textuais e cartográficos existentes, através das cartas topográficas georeferenciadas, Rio Guassupi SH. 22- V-C -3, Val de Serra SH.22 V-C-I-4, Camobi SH.22 V-C-IV-2 e Santa Maria SH.22-V-C-IV-1, representadas em escala 1:50.000, e contendo os planos de informação: limite do município, rede de drenagem, perímetro urbano, malha viária e curvas de nível, foi possível a geração dos mapa de drenagem e das microbacias, para posterior delimitação dos pontos de coleta.

Para a avaliação do uso e cobertura vegetal do solo nas microbacias, foram utilizadas imagens de satélite do Software Google Earth (2012), que auxiliaram na elaboração do mapa. Sendo assim, as seguintes classes de uso do solo e cobertura vegetal foram estabelecidas: área urbana, solo descoberto, campo, corpos d'água e floresta, para posteriormente analisar de que forma estes usos podem interferir na qualidade da água.

Sendo assim, as seguintes classes de uso do solo e cobertura vegetal foram estabelecidas: área urbana, campo, floresta, corpos d'água e solo exposto.

Entre os procedimentos metodológicos, menciona-se uma visita a Prefeitura Municipal de Itaara, após definição dos pontos de coleta, a visita proporcionou, obter informações sobre o acesso aos pontos de coletas definidos e as coordenadas dos mesmos, bem como, que tipo ocupação *in loco* seria encontrada. Os funcionários da secretaria de meio ambiente e de transportes, orientaram sobre as condições das estradas e explicaram como chegar em cada ponto. Destacaram questões referentes a urbanização, como saneamento na zona urbana e rural do município, com destaque para algumas localidades que seriam de relevante interesse para a análise de qualidade da água, de acordo com as atividades de produção desenvolvidas pela população da região.

Os procedimentos metodológicos ainda contaram com duas saídas de campo para coletas de amostras de água, e a possibilidade de aumentar o conhecimento sobre a área. Além dos registros fotográficos indispensáveis a apresentação de características de cada ponto, foram verificadas algumas informações *in loco*, como a densidade da mata ciliar, a existência de moradias e suas condições e o reconhecimento do uso do solo, auxiliando na descrição e no entendimento do espaço geográfico de estudo.

Neste contexto, considerando que para os autores Arcova e Cicco (1993), Rodrigues *et al* (2009), nas áreas onde são desenvolvidas atividades antrópicas, como a agricultura e pecuária, o uso do solo contribui para as características físicas, químicas e biológicas da qualidade da água dos rios, por outro lado, a qualidade da água de áreas naturais é resultados das influências de geologia, solos, vegetação, clima da bacia hidrográfica.

Para alcançar a proposta de identificar se a qualidade da água em Itaara está correlacionada com o uso do solo e atividades antrópicas, após realizar pesquisas, saídas de campo, coletas, a análise e interpretação dos resultados dos parâmetros físicos-químicos e microbiológicos, será discutida em função dos usos e ocupação do solo, utilizando como referência os padrões estabelecidos pela Resolução 357/2005 do CONAMA

3.3 Análises de Qualidade da Água

3.3.1 Delineamento dos pontos amostrais

A análise *in situ* e as coletas ocorreram em quatro pontos nas microbacias hidrográficas. Na figura (2) pode-se visualizar o mapa de drenagem do município com a delimitação das microbacias e seus respectivos pontos de coleta.

Para o reconhecimento dos pontos, e coleta de amostras foram realizadas duas saídas de campo

A primeira saída de campo ocorreu no dia 09 de junho de 2013 nos turnos de manhã e tarde e a segunda no dia 16 de dezembro nos mesmos turnos.

Equipamentos como máquina fotográfica, para registrar a situação da vegetação e as condições da água, e GPS da marca Garmin, para identificação das coordenadas e altitude de cada ponto, foram utilizados. As datas das saídas de campo foram definidas visando apresentar comparativos entre estações de inverno e verão, ou seja, mais chuvosas e secas respectivamente.

Os pontos foram delimitados de forma a abranger os diversos tipos de uso e ocupação presentes nas margens dos cursos d'água, o que permitiu verificar se existe relação entre o uso do solo e os parâmetros de qualidade da água, considerou-se a inserção na mancha urbana do município e outros nas zonas rurais, as microbacias são mistas, e apresentaram tanto áreas urbanas como agrícolas. Seu uso da terra é diversificado e caracterizado pela predominância da pastagem com áreas de cultura apresentando também florestas e solo exposto. As condições de acessibilidade aos locais de coleta foram relevantes na delimitação dos pontos.

Os mapas foram gerados no Software ArcGis 9.2 arquivos em formato KMZ, da rede de drenagem, malha viária, microbacias, lagos, limite do município, que são compatíveis e podem ser sobrepostos nas imagens de satélite do Google Earth, ferramenta que auxiliou na delimitação dos pontos amostrais.

Sendo assim, os pontos foram identificados como P1, P2, P3 e P4, e as microbacias como A, B e C, as seguintes análises *in situ* realizadas: Oxigênio Dissolvido, Temperatura °C, Condutividade Elétrica e pH, foram coletados 200 ml de amostras para análise em laboratório de Total de Sólidos, e 100 ml para análise microbiológica da presença de Coliformes Totais e *Escherichia Coli*.

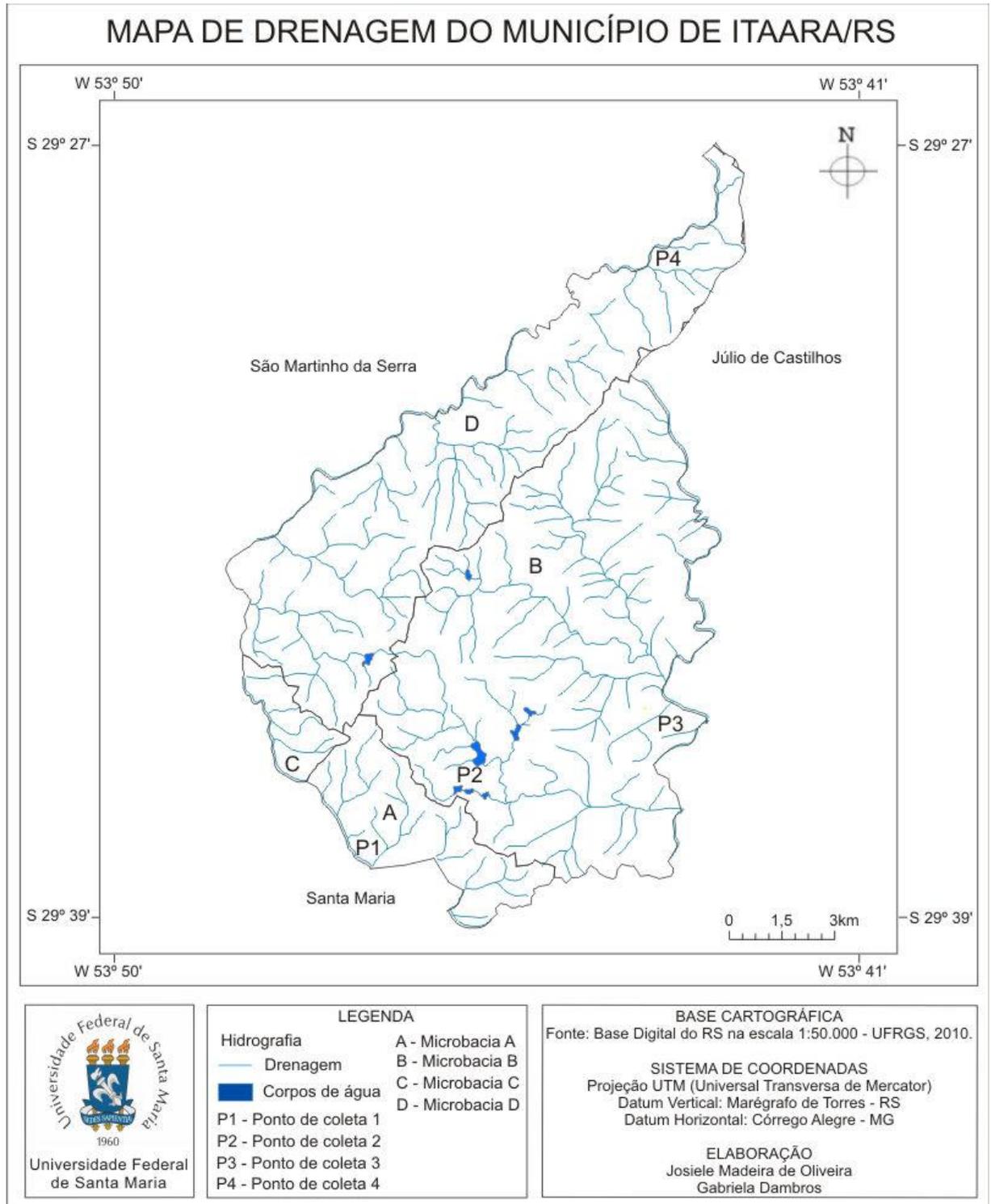


Figura 2: Mapa de drenagem de Itaara e ponto de coleta

O ponto 1 (P1) localizado a $29^{\circ}38'31.96''S$ $53^{\circ}48'05.74''O$, em altitude de 172 m, está inserido na zona rural do município. A amostra foi coletada a jusante de uma pequena ponte, utilizada por pedestres que residem aos arredores. Existe vegetação

ciliar, porém não apresenta-se muito densa, como pode ser visualizado na figura (3). A água apresentava-se transparente e sem cheiro.



Figura 3: Ponto 1 de coleta

Fonte: Oliveira, J

Ponto 2 (P2) localizado a $29^{\circ} 36'53.38''$ S e $53^{\circ}45'35.94''$ O e 402m de altitude. Este ponto recebe carga de esgoto, pois está inserido na zona urbana do município de Itaara. A amostra foi coletada após o boeiro figura (4), construído para passagem de veículos e pessoas. Apesar da coloração da água estar transparente havia um odor de esgoto, não detectado nos demais pontos.



Figura 4: Ponto 2 de coleta

Fonte: Oliveira, J

O ponto 3 (P3) localizado a $29^{\circ}36'30.04''$ S e $53^{\circ}41'56.13''$ O, 115 m de altitude zona rural do município, a coleta foi realizada nas proximidades de uma ponte. A água neste ponto apresentava-se transparente e sem nenhum odor. (figura 5).



Figura 5: ponto 3 de coleta

Fonte: Oliveira, J

O Ponto 4 (P4) localizado a $29^{\circ}29'05.65''$ S e $53^{\circ}42'55.85''$ O, 502m de altitude, encontra-se em uma propriedade rural, com uma área de agricultura bastante representativa e presença de gado. A mata ciliar apresenta-se um pouco mais densa e a água com coloração transparente sem nenhum tipo de odor. O local é utilizado para dessedentação dos animais (figura 6)



Figura 6: Ponto 4 de coleta

Fonte: Oliveira,

3.3.2 Coleta e Preservação das Amostras

Os procedimentos de coletas, acondicionamento e preservação das amostras, bem como as metodologias analíticas utilizadas seguiram os métodos estabelecidos em “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” editado pela American Public Health Association (APHA, 1995) e pela EMBRAPA⁴, que apresentam rotinas de coleta de amostras de água como, por exemplo, em que as amostras sejam coletadas com auxílio de garrafas plásticas do tipo PET em volume de 600 ml, estéreis devem ser posicionadas no sentido contrário a corrente, procurando evitar não tocar o fundo do rio, para que sedimentos do solo não influenciem nos resultados das análises. Estas garrafas devem ser identificadas conforme o número do ponto definido e após a coleta, devem ser acondicionadas em caixa térmica de isopor com gelo, até o transportados para o laboratório de análises de água, após chegarem ao mesmo são mantidas em geladeira.

3.3.3 Variáveis físico-químicas e microbiológicas da água

Por meio de eletrodos portáteis, no momento da coleta foram determinados: oxigênio dissolvido (OD), condutividade elétrica (CE), temperatura da água (C°) e potencial de hidrogênio (pH). Os equipamentos utilizados no campo foram disponibilizados pelo Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria, sob responsabilidade da Professora Dr.^aJussara Cabral Cruz. As amostras para as análises de Totais de sólidos em suspensão (TSS) e microbiológicas (coliformes totais e *Escherichia Coli*) foram separadas nos recipientes específicos e mantidas refrigeradas no transporte para o laboratório.

⁴ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária: Procedimentos para Coleta de Amostras de Água. Endereço Eletrônico: http://www.cpatsa.embrapa.br/a_unidade/instalacoes/laboratorios/laboratorio-de-solos/agua.pdf

3.3.3.1 Oxigênio dissolvido (OD)

Existem duas técnicas analíticas para a medição de oxigênio dissolvido, são elas: a titulométrica (método Winkler modificado com azida sódica) e eletrométrica.

Neste estudo foi adotado o Método eletrométrico, que consiste na medição de corrente elétrica devido à redução eletroquímica do oxigênio da amostra, que atravessa a membrana da sonda, pela aplicação de uma voltagem entre o cátodo e o ânodo. A corrente elétrica é linearmente proporcional à concentração de oxigênio. A medição de OD pelo método eletrométrico utiliza um equipamento conhecido como oxímetro (ou medidor de OD), constituído de duas partes: um potenciômetro e uma sonda de OD. Antes das medições, o oxímetro deve ser calibrado com um ou dois pontos de ajuste, conforme estabelecido pelo fabricante do equipamento. O ajuste de dois pontos utiliza uma solução de zero % de oxigênio (solução de sulfito de sódio e ácido ascórbico) e 100 % de oxigênio (ar atmosférico). O procedimento de ajuste e de medição dependerá da marca e do modelo do equipamento.

A seguir será descrito um roteiro simplificado de operação de Oxímetro Microprocessado, modelo SL 520 figura (6), utilizado neste estudo:

1. Ligar o aparelho.
2. Deixar o equipamento ligado durante aproximadamente 20 minutos, caso tenham sido colocadas baterias novas
3. Verificar as condições da membrana da sonda, para que não haja bolhas de ar ou cortes na mesma, quantidade de eletrólito.
4. Lavar a sonda de OD com água destilada e enxugar com papel absorvente macio.
5. Ajustar o oxímetro conforme estabelecido pelo fabricante do equipamento. Ajustar altitude e salinidade. Calibrar na solução zero e em seguida na atmosfera, realizadas estas etapas o equipamento está pronto para uso. Após a leitura da amostra, lavar e enxugar o eletrodo.

3.3.3.2 Temperatura

A Temperatura é a medida da intensidade de calor expresso em uma determinada escala. Uma das escalas mais usadas é grau centígrado ou grau Celsius (C°). A temperatura pode ser medida por diferentes dispositivos, como, por exemplo, termômetro ou sensor. Para este trabalho a temperatura da água foi medida através da sonda do Oxímetro Microprocessado, modelo SL 520.

3.3.3.3 Condutividade elétrica.

A determinação da condutividade elétrica foi realizada pelo método condutivimétrico, que se baseia na medição da resistência da amostra e dado em condutância específica. O procedimento de medição de condutividade elétrica depende da marca e do modelo do condutivímetro utilizado. Algumas etapas do procedimento são consideradas comuns a todos os equipamentos, o que permite estabelecer um roteiro simplificado, como descrito a seguir, neste estudo foi utilizado o condutivímetro, modelo CD 860 (Figura 6).

Os seguintes procedimentos devem ser adotados para a manipulação do equipamento:

O aparelho é ligado, durante aproximadamente 10 minutos. Após, a sonda de condutividade elétrica é lavada com água destilada e enxugada com papel absorvente macio. O equipamento é calibrado com solução padrão de condutividade elétrica de 146,9 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Lavar e enxugar novamente a sonda. Proceder a leitura de condutividade elétrica da amostra conforme estabelecido pelo fabricante. Após a leitura da amostra, lavar o eletrodo e guardar conforme especificação do fabricante.



Figura 7: Equipamentos de análise

3.3.3.4 pH

O pH é uma medida da intensidade do caráter ácido de uma solução. É dado pela atividade do íon hidrogênio (H^+), sendo medido potenciometricamente e apresentado em uma escala anti-logarítmica. A escala de pH, compreendida entre 0 e 14, indica se o meio é ácido, básico ou neutro, quando o pH for menor, maior ou igual a 7, respectivamente. O pH é uma propriedade expressa unidimensionalmente, ou seja, sem unidade. A medição de pH da água pode ser feita por indicadores ácido-bases, indicadores universais e eletrométrico, entretanto o método eletrométrico é considerado o mais preciso.

O método eletrométrico utiliza um aparelho chamado peagâmetro (ou medidor de pH) constituído basicamente de um potenciômetro e um eletrodo de hidrogênio (ou, mais comumente, eletrodo de pH). Neste trabalho foi utilizado o peagâmetro, modelo SL110 figura (8).

Esse método consiste na medição da diferença de potencial resultante da diferença de concentração de íons H^+ entre a solução interna do eletrodo e a amostra, sendo convertido para a escala de pH.

Há diferentes tipos de eletrodos de pH, porém o eletrodo combinado foi o utilizado para as medições em amostras de água deste trabalho. Este eletrodo consiste de duas partes confeccionadas de vidro: um eletrodo de pH, que corresponde a parte interna (7), e outro eletrodo de referência, que corresponde a parte externa (6). Em ambos os eletrodos, há um fio (4 e 5) de prata coberto de cloreto de prata ($Ag/AgCl$) e uma solução eletrolítica de cloreto de potássio (KCl) 3 M (ou 3 mol/L). Alguns modelos de eletrodos permitem a troca da solução eletrolítica por meio de um orifício na parte superior (8). A parte inferior do eletrodo de pH consiste de um bulbo (2) revestido por um material (1) de vidro especial onde ocorre a medição de pH.



Figura 8: Peagâmetro utilizado em campo

Antes de realizar as medições de pH das amostras, os peagômetros devem ser calibrados com solução tampão pH. O ajuste pode ser feito com duas soluções padrões (pH 4 e 7 ou 7 e 10).

3.3.4 Análises Laboratoriais

As determinações analíticas foram realizadas em laboratórios, da Universidade Federal de Santa Maria: Laboratório de Geotecnologias, coordenado pelo professor Dr. Waterloo Pereira Filho e, que ofereceu o espaço, materiais e os equipamentos essenciais às análises, como os filtros de celulose, estufa, balança, entre outros e Laboratório Terceirizado de Análises Ambientais Bioagri Ambiental. Em Laboratório da Universidade Federal de Santa Maria, as seguintes variáveis foram determinadas:

3.3.4.1 Total de Sólidos em Suspensão (TSS)

Sedimento é o material sólido transportado em rios, quer em suspensão ou em profundidade. Para analisar o teor de sólidos em uma amostra o seguinte procedimento é realizado. Para filtração são utilizados filtros de celulose (marca Millipore - HAWG047S0) constituído por membrana HA com poros de 0,45 µm, previamente secados por 24 horas em estufa a uma temperatura de 50° C, a fim de eliminar a umidade. Após secagem, foram pesados em balança analítica com acurácia de 0,0001g da marca Mettler Toledo - modelo AG 245 para obter o peso inicial. As amostras foram agitadas e 200 ml de água foi filtrado, após, os filtros foram colocados em estufa a 50° C por 24 horas, para a pesagem final. Utiliza-se a equação (1) desenvolvida por Wachholz (2007, *apud* TRENTIN, 2009) para determinação do Total de Sólidos em Suspensão. Através destes procedimentos foi possível determinar o TSS na unidade mg/L para cada amostra com a Equação (1):

$$\text{TSS (mg/L)} = [\text{Pf}-\text{Pi}/\text{V}] \times 1000$$

Onde: TSS=Total de Sólidos em Suspensão, Pf=Peso final do filtro, Pi=Peso inicial do filtro e V=Volume da amostra.

3.3.4.2 Coliformes

As análises microbiológicas deste trabalho foram terceirizadas em diferentes laboratórios.

As amostras coletadas na primeira saída de campo, no mês de junho foram enviadas para laboratório de análises ambientais Bioagri, localizado no município de Canoas - RS. Foi realizada uma pesquisa de mercado e esta empresa se mostrou mais viável, em termos de recursos financeiros. Foram realizadas apenas as análises microbiológicas nos pontos P2, P3 e P4, pois a amostra do P1 foi extraviada. Segundo informações, a empresa utilizou a metodologia Standard Methods Of Water and Wasterwater 9223 A e B - método Enzyme Substrate

Coliform Test. Foi considerada uma análise qualitativa, onde é avaliada a ausência ou a presença de coliformes totais e termotolerantes (*Escherischia Coli*) nas amostras, obtendo como referência a portaria nº 2914 de 2011 do Ministério da Saúde, que “dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade”.

As amostras coletadas na segunda saída de campo, no mês de dezembro, foram encaminhadas para o Laboratório de Bacteriologia de Água e Assistência Comunitária, localizado na Universidade Federal de Santa Maria no Departamento de Saúde da Comunidade, sob responsabilidade do Professor Julio Tschoepke de Medeiros. A mudança de laboratório justifica-se em função dos custos, uma vez que, as análises bacteriológicas da segunda saída de campo não tiveram nenhum custo financeiro. Foi realizada uma análise quantitativa, em que se obteve a quantidade de coliformes totais e fecais presentes nas amostras de cada ponto.

3.4 Elaboração de mapas

Os mapas apresentados neste estudo foram elaborados no software ArcGis 9.2, com o uso do aplicativo ArcMap 9.2. Para elaboração do mapa de drenagem do município de Itaara utilizou-se a base digital do Rio Grande do Sul na escala 1:50.000 preparada pelo Laboratório de Geoprocessamento do Centro de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), os dados vetoriais foram extraídos das cartas topográficas , Rio Guassupi SH. 22- V-C -3, Val de Serra SH.22 V-C-I-4, Camobi SH.22 V-C-IV-2 e Santa Maria SH.22-V-C-IV-1 em escala 1:50.000 e projeção geográfica WGS 1984. Este material contém uma base cartográfica vetorial contínua do estado do Rio Grande do Sul na escala supracitada. Os limites municipais provém da malha municipal estadual disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

O mapa de uso e cobertura do solo foi elaborado a partir da imagem de satélite de uso livre do sensor CBERS 2B (bandas 2, 3, 4, 5), Órbita-ponto 160 133, Projeção UTM WGS 1984 22S, referente ao dia 21 de dezembro de 2008, disponibilizada pela DGI (Divisão de Geração de Imagens) do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), disponíveis no site do INPE, optou-se por este

satélite em função da resolução espacial e disponibilidade de imagens em relação a outras. A classificação das imagens se deu pelo método da máxima verossimilhança e os usos identificados foram: área urbana, campo, corpos d'água, floresta e solo exposto. Para esta classificação realizou-se a combinação das bandas 2,3,4 e 5 com objetivo de atingir a melhor resposta de colorimetria para a retirada de amostras de pixel (criação de polígonos para cada tipo de uso percebido na imagem) através da interpretação visual. Baseando-se em princípios como cor, textura, tamanho, forma e conhecimento prévio do local forma definidos os elementos da paisagem. A edição final dos mapas se deu no software CorelDraw X4.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

A avaliação da qualidade da água nas microbacias do Município de Itaara foi feita com base nas análises de variáveis físicas, químicas e microbiológicas da água em cada ponto amostral. As variáveis físicas e químicas analisadas foram: temperatura (°C), Oxigênio Dissolvido (mg /L), pH (unidades), Condutividade Elétrica (μ S), Totais de Sólidos em Suspensão, Coliformes Totais e fecais e Escherichia Colli.

Com relação a análise dos dados de qualidade da água, foi feita a correlação entre o reflexo das atividades antrópicas praticadas na área (cobertura e manejo do solo) e a resolução 357/2005 do CONAMA, conforme o objetivo proposto nesta dissertação.

4.1 Parâmetros de qualidade estabelecidos pelo CONAMA (Resolução 357/2005)

Na Tabela 2, encontram-se os resultados dos valores originais das variáveis analisadas durante o período chuvoso e seco em um comparativo com os padrões estabelecidos pela CONAMA (2005).

Essa comparação possibilita uma visão geral de como vem se comportando as referidas variáveis de qualidade da água nas microbacias contempladas neste estudo.

Em relação aos padrões requeridos pela Resolução CONAMA 357/05 para águas de Classe 2, as variáveis apresentaram-se em conformidade, com exceção do pH, no ponto 2, resultado da segunda coleta, com pequeno porcentual de valor afastado do padrão.

Parâmetro	Ponto	Padrão CONAMA*	Resultado	
			Coleta 09/06/13	Coleta 16/12/13
pH	1	6,0 a 9,0	8,08	6,09
	2		7,2	5,86
	3		8,3	6,45
	4		7,8	6,08
Oxigênio Dissolvido mg/L	1	não inferior a 6 mg/L O ₂ ;	8.8	7,45
	2		7,1	6,26
	3		8.3	7,6
	4		7.6	7,35
Temperatura °C	1		12,6 °C	21°C
	2		13,9 °C	21°C
	3		12,3 °C	19°C
	4		12,9 °C	19,4°C
Condutividade elétrica $\mu\text{S cm}^{-1}$	1	> 100 $\mu\text{S/cm}$	89 $\mu\text{S cm}$	91 $\mu\text{S cm}$
	2		44 $\mu\text{S/cm}$	49 $\mu\text{S cm}$
	3		47 $\mu\text{S/cm}$	66 $\mu\text{S cm}$
	4		43 $\mu\text{S/cm}$	63 $\mu\text{S cm}$
Totais de Sólidos em Suspensão (TSS)	1	> 500 mg /L	4,00 mg /L	4,5 mg /L
	2		0,50 mg /L	1,0 mg /L
	3		0,50 mg /L	0,50 mg /L
	4		3,50 mg /L	2,0 mg /L

* Classe 1 e Classe 2 – limites segundo Resolução nº 357 do CONAMA (2005).
Tabela 2 : Resultados das variáveis físico químicas

4.2 Parâmetros de Qualidade da água e Usos do solo

Para correlacionar os resultados das análises químico, físicas e microbiológicas como o uso do solo nas microbacias do município foi necessário primeiramente a elaboração do mapa de uso e cobertura do solo elaborado por meio da imagem do satélite CBERS 2B. Neste mapa foi possível identificar 5 classes de uso e cobertura do solo: Área urbana, floresta, campo, corpos d'água e solo exposto.

Através da interpretação este mapa de uso, figura (9) verifica-se que cada microbacia apresenta sua característica, no entanto a maior parte do uso e ocupação do solo no município corresponde a áreas cobertas por vegetação.

A classe floresta inclui a mata nativa e exótica e matas galeria ao longo da rede de drenagem e a classe campo, se refere as áreas de campo nativo.

A classe solo exposto inclui as áreas agrícolas, com diferentes tipos de culturas, vale lembrar que a imagem é de dezembro de 2008.

A classe corpos d'água corresponde aos açudes, reservatórios urbanos e rurais. A rede de drenagem é responsável pelo abastecimento dos reservatórios urbanos e rurais no município e, esses por sua vez, são a maior fonte de abastecimento doméstico e agrícola do local

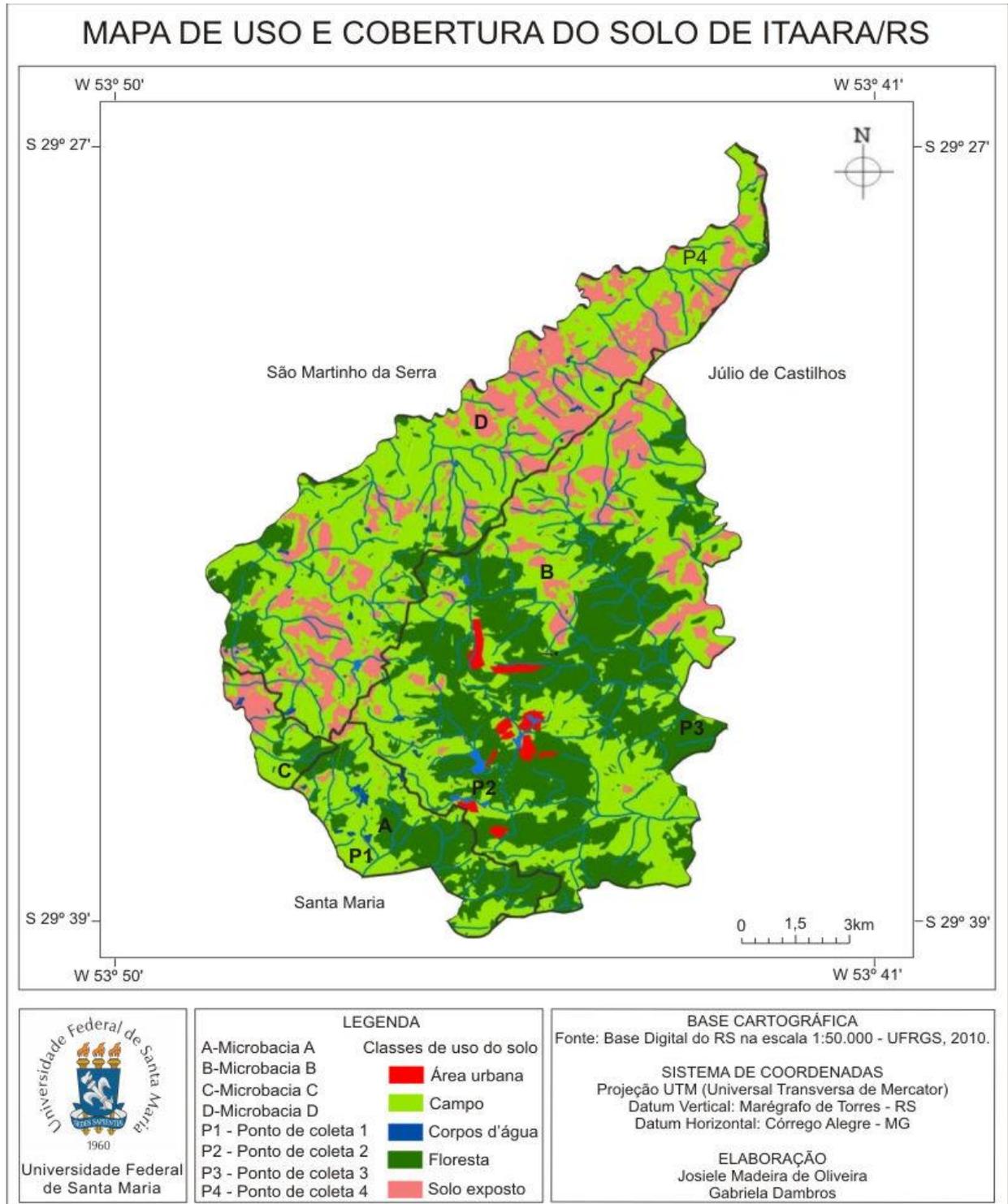


Figura 9: Mapa de uso e cobertura do solo em Itaara

Em relação as microbacias, na microbacia A há predomínio de floresta e campo. A microbacia B abrange áreas de campo e floresta e a maior área urbana

do município, na microbacia D a classe solo exposto, considerando áreas de agricultura, passa a ser a principal ocupação do uso do solo. A microbacia C não foi contemplada neste estudo, em função da dificuldade de acesso a um ponto de coleta.

De acordo com a Resolução 357/2005 do CONAMA, os valores de pH devem estar entre 6,0 e 9. O pH sofreu pequena variação de um ponto para outro, ainda que, os resultados obtidos mantiveram-se dentro dos limites estabelecidos pela referida resolução, exceto para o ponto 2, que apresentou valor aquém do estabelecido pela resolução. Contudo, as taxas menores permaneceram para os pontos 2 e 4. Nestes pontos o pH mostrou-se mais ácido em relação aos pontos 1 e 3, esta situação está relacionada ao despejo de esgoto doméstico da área urbana e ao uso de defensivos nas áreas de agricultura.

Como as águas do ponto 2 atravessam a área urbana intensamente habitada e recebem despejos de efluentes domésticos esta correlação se evidencia. Menezes (2003) em suas pesquisas atribuiu os valores baixos de pH à descarga de esgoto doméstico e ao depósito de lixo as margens dos rios. Sendo assim, este fato sugere que as áreas agrícolas e urbanas contribuem para a acidez da água. O pH da água também pode influenciar os valores de condutividade elétrica, nas águas onde o pH situa-se em faixas extremas, abaixo de 5 ou acima de 9, as concentrações de íons podem representar em grande parte os valores da condutividade, (ESTEVES,1998)

Os valores de condutividade elétrica da água analisada sofreram variações de 89 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 47 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 91 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 66 $\mu\text{S}/\text{cm}$, primeira e segunda coleta, nos pontos 1 e 3 respectivamente. Esta relação se confirma para este estudo, assim como ocorreu no estudo de Gradella *et al* (2006), considerando que nestes pontos os valores do pH também foram os mais elevados, variando de 8,08 a 8,3 na primeira coleta e de 6,09 a 6,45 na segunda.

Esteves (1998) comenta que o pH apresenta influência no metabolismo das comunidades presentes no ambiente aquático, porém, pode ser influenciado pelo ar atmosférico, água da chuva, águas subterrâneas, decomposição e respiração de organismos presentes no ambiente. Sendo assim, é um parâmetro de difícil interpretação. Em geral os valores de pH para os pontos analisados, com ressalva para o ponto 2, apresentaram-se ligeiramente básicos e neutro, mas sempre de

acordo com os estabelecidos pela legislação vigente (CONAMA – Resolução 357/2005), que estabelece que a faixa de pH para as águas das Classes Especial, I e II, são destinadas, entre outros, à preservação da vida aquática (artigo 4º), considera que valores de pH abaixo de 5, indicam acidez, e acima de 10, alcalinidade, que já podem provocar mortandade dos peixes.

As medidas de oxigênio dissolvido (OD) são muito importantes para a manutenção das condições vitais de um ambiente aquático. Segundo a resolução 357/2005 do CONAMA seu valor não deve ser inferior a 6 mg/L e 5 mg/L em rios de classe 1 e classe 2 respectivamente.

No presente estudo verificou-se que os valores de OD ficaram acima do preconizado pela legislação. Nos pontos 1 e 3 manteve-se entre (8,8mg/L a 7,45 mg/L) variando entre uma coleta e outra. No ponto 2, OD (7,1mg/L), devido a sua localização, mostrou-se inferior aos demais, essa condição se confirma na segunda coleta, (6,26 mg/L) o que indica contaminação proveniente de atividades antrópicas, tais como esgoto sanitário, que contém bactérias do grupo coliforme (*Escherichia Coli*), expedidas nas fezes humanas e de animais.

A mesma situação se confirmou no ponto 4, observou-se que o OD variou entre (7,6mg/L e 7,35mg /L), neste ponto há uma quantidade significativa de gado, que utiliza a água do rio para dessedentação, situação observada no momento da coleta e confirmada pelo proprietário da área. De fato isso ocorre devido ao campo ser utilizado para a criação de animais, principalmente bovinos, caracterizando a pecuária extensiva. Estas características contribuem para as correlações semelhantes às encontradas na classe área Urbanas, pois da mesma maneira a pecuária contribui para a contaminação bacteriana, por meio dos dejetos desses animais.

A variável de OD apresentou correlação como os usos de solo, isto é, quanto maior a proliferação de bactérias menos oxigenada será a água, esta tendência pode ser justificada pelo maior aporte de matéria orgânica nestes pontos. Segundo Tundisi e Tundisi (2008) a respiração das plantas e animais e a atividade bacteriana do processo de decomposição são fontes importantes de perda de oxigênio na água.

Em relação à classe floresta e campo, predominantes no ponto 3 e 1 observa-se maior quantidade de OD, no entanto, cabe ressaltar que os níveis de

Oxigênio Dissolvido para o mês mais seco apresentaram uma queda em relação ao mês mais chuvoso. Segundo Lins *et al* (2001) a mata ciliar que circunda e protege os mananciais de água é principal responsável pela infiltração da água no solo, diminuição do deflúvio superficial, e auxílio na biociclagem de elementos químicos e substâncias orgânicas nas margens dos corpos d'água, o que garante uma menor contaminação dos poluentes não pontuais. Portanto os resultados sugerem que nestas áreas, há maior capacidade de absorção de nutrientes, em função da vegetação, contribuindo para o aumento da oxigenação da água.

Verificou-se que uma das maiores contribuições para contaminação do rio são os efluentes domésticos, uma vez que as variações nos resultados dos parâmetros OD, temperatura e pH foram mais significativas no ponto inserido na malha urbana. Esta mesma situação ocorreu no estudo realizado por Falqueto (2008) do rio Corumbataí, que recebe efluentes domésticos e ficou comprometido com as baixas taxas de OD.

A temperatura da água é um importante parâmetro, pois influencia os processos biológicos e reações químicas que ocorrem na água. Assim, nos meses quentes as reações bioquímicas entre o meio e os seres vivos aumentam, e a quantidade de gases, principalmente oxigênio dissolvido, diminui (PORTO *et al* 1991; ESTEVES 1998).

A temperatura da água durante o período de coleta (junho/2013) ficou próxima a temperatura do ar. Quanto à temperatura pode-se perceber que o ponto 2 apresentou temperatura (13,9 C^o) na primeira coleta e (21 C^o) na segunda, mais elevada que os demais pontos, com esse resultado reporta-se novamente ao recebimento de um maior aporte de matéria orgânica vinda dos esgotos das residências.

No ponto 3 a temperatura variou de 12,3 °C a 19° C, menores temperaturas em relação aos demais pontos amostrais, refletindo condições de sombreamento dos cursos de água proporcionados pela cobertura vegetal. Primavesi *et al* (2002), avaliando a qualidade da água em áreas com diferentes usos do solo, verificaram que, na nascente com mata, a qualidade da água se mostrou melhor que nas nascentes com uso agrícola, sendo a cor, dureza, turbidez, condutividade elétrica,

alcalinidade, pH, demanda química de oxigênio (DQO) e oxigênio dissolvido (OD) as variáveis que mais explicaram essas diferenças

Em se tratando de substâncias, conforme Esteves (1998), Porto (2008) a presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions é o que determina a condutividade elétrica da água. Os pontos analisados apresentam uma condutividade elétrica baixa com o exceção do ponto 1 nas duas coletas, que demonstrou valor mais elevado. A condutividade por apresentar capacidade em conduzir a corrente elétrica, está relacionada com suas concentrações iônicas e da temperatura, o parâmetro fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente nas concentrações de minerais.

Como sugere Deberdt (2006) este parâmetro não determina especificamente quais os íons presentes na água, mas pode contribuir para possível detecção de impactos ambientais que estejam ocorrendo por conta de lançamentos de resíduos industriais, mineração, esgotos. A partir disso, é possível associar o resultado do parâmetro encontrado no ponto 1, ainda que haja predomínio de floresta e campo no ponto, a condutividade mostrou-se elevada. É possível que as águas que escoam por esse ponto estejam recebendo descargas de efluentes doméstico, considerando a parcela de moradores rurais no entorno da área ou ainda a fenômenos naturais. Contudo, mantiveram-se dentro dos limites do CONAMA (2005) e do CETESB (2009) que definem que valores de condutividade superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indicam ambientes impactados.

Neste ponto verificou-se também uma tendência maior a quantidade de sólidos em suspensão, esta situação pode ser atribuída a falta de cobertura vegetal no ponto de coleta que deixa o solo desprotegido em torno das margens do rio, prejudicando a qualidade de água e causando erosão e assoreamento do rio, assim como foi verificado por Falqueto (2008) em seu estudo no rio Corumbataí, entretanto a quantidade de sólidos dissolvidos esteve abaixo do permitido por lei (até 500mg/L) de acordo com Resolução 357 do CONAMA. Outro fator que corrobora a estes limites é que as análises foram realizadas em um período pós algumas chuvas intensas, o que ocasionou o carreamento de solos para os recursos hídricos

Muitos nutrientes, metais e pesticidas são facilmente absorvidos e transportados por partículas de sedimentos. Para Sperling (1996) os sólidos

suspensos são derivados de areia, silte, microrganismos e restos de pequenos animais e vegetais com diâmetro superior a 10 µm..

Em relação aos sólidos em suspensão, os resultados obtidos nas duas coletas se confirmam, assim como no ponto 1 houve uma variação de 4,00 mg/L no mês de junho para 4,5 mg/L no mês de dezembro, o mesmo ocorreu nos pontos 2 e 3. No ponto 4 houve uma queda na quantidade de sólidos em suspensão. Como nesse ponto há a influência de grandes áreas agrícolas, observou-se em campo no inverno o aumento de áreas com solo exposto, que auxiliaram no transporte de sedimentos mais rápido ao corpo receptor, carreando também os mais diferentes poluentes agregados aos sedimentos ali presente, já no verão observou-se o desenvolvimento de cobertura vegetal. Havia o cultivo de soja, o que possivelmente estivesse auxiliando na retenção do solo e menor quantidade escoamento superficial

Lima (2008), Magalhães Júnior (2011), afirmam que diversos fatores, como a descarga de efluentes urbanos ou industriais sem prévio tratamento e o uso do solo podem influenciar as características químicas, físicas e biológicas de, córregos, arroios, rios, as impurezas contidas na água, com exceção dos gases dissolvidos, contribuem para a quantidade de sólidos. Os valores de condutividade elétrica podem ser relacionados com o total de sólidos em suspensão (TSS) da água (De Vivo *et al.* 2008) de forma que quanto maior a condutividade medida, mais íons dissolvidos ela possui, o que ocorre com os resultados do ponto 1.

Por esta região abrigar área de remanescente da Mata Atlântica, um dos biomas mais ameaçado do país, é evidente a necessidade de conservação dos recursos naturais do local. O ponto 3 está em uma área onde predominam as florestas, o campo e algumas propriedades agrícolas. Em locais com matas ou campos a cobertura vegetal causa uma maior infiltração devido a proporcionar uma barreira física ao escoamento, efeito das raízes que auxiliam a descompactar o solo, aumentando a porosidade e aumentando a infiltração, Tomaz (2011) cita que não há impacto no ecossistema aquático quando a impermeabilização é menor ou igual a 10%, e que os impactos são controláveis se a área impermeável for de 10% a 25%, mas quando a impermeabilização passa de 25% há grandes problemas no ecossistema aquático. Esta situação justifica os resultados encontrados para os parâmetros total de sólidos em suspensão (0,50mg/L) e condutividade elétrica.

A análise de coliformes totais, fecais e *Escherichia coli* é importante por ser um parâmetro indicador da possibilidade de existência de contaminação fecal, e a presença de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica. De acordo com a resolução 357/2005 para rios de classe 1 seu valor não pode exceder 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros.

No estudo realizado, para as amostras coletadas na primeira saída de campo verificou-se a questão qualitativa (presença ou ausência) de microorganismos. Os resultados apontaram a presença destes microorganismos em todos os pontos analisados, porém, não foram determinadas suas concentrações. Estando sempre presentes, em densidades elevadas nas fezes de humanos, mamíferos e pássaros, sendo raramente encontrada na água ou solo que não tenham recebido contaminação fecal.

Para a quantificação e qualificação microbiológica o indicador de poluição fecal mais empregado é o grupo dos coliformes. O uso da bactéria coliforme fecal para indicar poluição sanitária mostra-se mais significativo que o uso da bactéria coliforme "total", porque as bactérias fecais estão restritas ao trato intestinal de animais de sangue quente CETESB (2009), existem, portanto indícios de que as águas dos ponto amostrais analisados estejam recebendo este tipo de despejo.

Já as análises realizadas nas amostras da coleta 2 que ocorreu no mês de dezembro de 2013 contemplaram a quantidade de coliformes presentes nas águas. Para todos os pontos os resultados foram positivos. Seguem os resultados na Tabela (3).

Pontos	Coliformes Totais 100 ml UFC/ML	Coliformes Fecais 100 ml UFC/ML
P1	690/100ml	340/100ml
P2	460 /100ml	230/ 100ml
P3	930/100ml	290/100ml
P4	1400 /100ml	930/100ml

Tabela 3: quantidade de coliformes totais e fecais por 100ml

De acordo com o exposto e segundo Radojević & Bashkin (2005 apud CAMPOS, 2011) a maioria das substâncias consideradas poluentes são, na

realidade, constituintes naturais do ambiente, mas em concentrações geralmente inofensivas. Por esse motivo, as legislações ambientais definem limites de concentração de elementos e substâncias e de valores de parâmetros físico-químicos, sendo assim, adotou-se a resolução 357 do CONAMA (2005), por ser a referência mais pertinente aos estudos de qualidade da água por meio destes parâmetros.

Analisando os resultados para coliformes totais e fecais concluiu-se que as amostras de água com contaminação de ordem bacteriológica, não apresentam condições ideais de potabilidade higiênico-sanitárias normais.

De acordo com a Resolução para rios de classe 2 é permitida uma concentração de até 1000 ufc/ml por 100 ml de água de coliformes termotolerantes, ou seja, bactérias presentes no intestino de humanos e animais de sangue quente. Observou-se que nos 4 pontos analisados a concentração estava menor do que o previsto na legislação. No entanto, houve uma maior concentração destes microorganismos no ponto quatro, isso justifica-se pelo fato de que neste local os bovinos utilizam o rio para dessedentação, o que conseqüentemente acaba contribuindo para o acúmulo de dejetos, onde estão presentes as bactérias.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES

No presente estudo avaliou-se a qualidade da água em um período chuvoso e outro seco, por meio de parâmetros físico-químicos e microbiológicos em microbacias com diferentes áreas, sendo elas, cobertura vegetal, uso agrícola e urbano no município de Itaara. A escolha dos parâmetros foi definida visando buscar a melhor representatividade das características da região, dos usos do corpo d'água, das atividades que possam influenciar na sua qualidade, e da natureza das cargas poluidoras, tais como despejos de esgotos domésticos e águas de drenagem agrícola. Vale lembrar que são muitos os parâmetros que traduzem a qualidade das águas, porém foram determinados aqueles mais viáveis em função de recursos disponibilizados.

Obviamente, houve algumas limitações da pesquisa, de forma que foram realizadas apenas duas coletas nos meses de junho de 2013 e dezembro de 2013, sendo assim, qualquer diagnóstico apresentado neste trabalho deverá ser parcial. No entanto as informações obtidas, certamente contribuirão para utilização do âmbito de pesquisas acadêmicas, ambientais, enfim.

Quanto à composição química e física das águas, verificou-se que, estando a APP preservada ou não, atividades que ocorrem fora desta zona possuem grande influência no curso d'água, seja por meio de tubulações de efluentes, escoamento superficial advindo de áreas urbanas e agrícolas ou mesmo devido a contaminantes na atmosfera. Esta situação ocorre devido às bacias hidrográficas funcionarem como um sistema, portanto atividades realizadas na bacia refletem efeitos especialmente no curso d'água que está nela inserido.

Conforme se verificou, os valores obtidos de Oxigênio Dissolvido e pH, remete a considerar que a área que vem sofrendo maior impacto quanto à qualidade da Água seria a área urbana, apresentaram –se mais baixos em relação aos demais.

As demais variáveis físico químicas analisadas mantiveram-se entre os valores permitidos pela Resolução adotada, mas é importante ressaltar que não foram analisadas as variáveis que poderiam contribuir mais significativamente para a análise de qualidade de água, como, nitratos, metais, nutrientes, entre outras.

A antropização da área nos pontos analisados como pavimentação e o, desmatamento das margens podem também ser atribuído as alterações das condições naturais dos cursos.

Verificou-se, que é comum a presença de diferentes tipos de microorganismos e muitas vezes os mesmos são patogênicos, embora a ação antrópica influencie e acelere esse processo, os corpos d'água recebem naturalmente vários tipos de cargas, principalmente por águas de deflúvio superficial. Todos esses contaminantes são carregados pela água com as partículas de solo ou são depositados diretamente nos mananciais.

Cabe ressaltar, que os melhores resultados da qualidade da água foram aqueles analisados em período chuvoso, o que pode contribuir para a diluição dos poluentes presentes na água.

Considerado o uso e ocupação do solo as análises das variáveis físico químicas mostraram que os parâmetros de qualidade da água nas microbacias delimitadas, estão em conformidade com os limites estabelecidos pela Classe I e II da resolução CONAMA 357/05. Quanto aos parâmetros microbiológicos, a presença dos organismos indica algum tipo de despejo doméstico,

a resolução estabelece valores limites para presença dos mesmos nas águas de classe I e II.

Este trabalho contribuiu para o entendimento das relações entre uso do solo e qualidade da água, e a problemática que envolve a degradação dos recursos hídricos. Do ponto de vista de qualidade da água os valores das variáveis físico químicas em relação a Resolução 357 do CONAMA adotada como referência para esta estudo.

Considerando as referências adotadas e a grande maioria dos trabalhos pertinentes a essa temática, normalmente as atividades ligadas ao uso do solo contribuem para a degradação dos recursos hídricos. Essa constatação se evidencia por diversos autores que realizaram estudos semelhantes e detectaram a influência do manejo inadequado do solo sob a qualidade da água, pois, fundamental para agricultura e pecuária é o suprimento de água, o que conduz ao desenvolvimento destas atividades próximo à rios e lagos.

No entanto para esta pesquisa, os resultados mostraram-se satisfatórios, ao passo que as análises de qualidade da água e uso e cobertura do solo no município estão intimamente relacionados e assim como, para Rebouças (2006), fica claro que não podemos desconsiderar a inter-relação entre os ecossistemas aquáticos e terrestres, diante do uso indispensável dos recursos hídricos para execução de qualquer atividade. Não há um grande conflito entre os padrões estabelecidos pelo CONAMA e o estágio atual de qualidade da água encontrado no município de Itaara, que se verifica através dos resultados dos parâmetros analisados.

A análise dos dados indicou ser coerente com os aspectos característicos das áreas analisadas. Os diferentes usos e áreas influenciaram nas variações das cargas poluidoras, no entanto deve-se considerar a normalidade das concentrações.

Conclui-se que a presença de remanescentes de vegetação ciliar auxiliam na proteção dos recursos hídricos e os períodos de amostragem, assim como as

características do solo e seus diferentes usos, influenciam na qualidade da água das microbacias.

Tais fatos, aliados a diversidade de usos da terra existentes, e a presença de um importante Bioma a ser preservado, faz do município de Itaara um estudo de caso bastante conveniente para a avaliação da qualidade da água. Este estudo apresenta-se como um estímulo ao Município, pois apesar das influências antrópicas, os recursos hídricos mostraram-se de boa qualidade. Contudo, sugere-se que sejam realizadas novas pesquisas, enfatizando maiores análises e complementando as carências que não puderam ser contempladas nesta pesquisa.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Panorama da Qualidade das Águas Superficiais no Brasil**. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos – Brasília, 2005.

APHA; AWWA; WPCF. **Standard Methods for the Examination of water and wastewater**. 19. ed. Washington D.C., 1995.

ARCOVA, F.C.S.; CESAR, S.F.; CICCO, V. Qualidade da água e dinâmica de nutrientes em bacia hidrográfica recoberta por floresta de mata atlântica. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.5, n.1,p.1-20, 1993.

BUENO, L.F. **Monitoramento de Variáveis de Qualidade da Água do Horto Ouro Verde - Vonchal** – SP. *Eng. Agríc., Jaboticabal*, v.25, n.3, p.742-748, set./dez. 2005

BRANCO, S.M. **Água Origem, uso e preservação**. 2 ed. São Paulo: Ed. Moderna. p. 59; 94, 2003.

BERBERT, C.O. O desafio das águas. IN: MARTINS, R.C & VALENCIO, N.F.L.S. **Uso e Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil: Desafios Teóricos e Político-Institucionais**. São Carlos – SP. RIMA, 2003. 81-86

CARVALHO, A.R.; SCHLITTLER.F.H.M.; TORNISIELO, V.L. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físico-químicos da água. **Química Nova**, São Paulo, p.618622,mar. 2000. Disponível em: HTTP: <http://quimicanova.sbq.org.br/qn/qnol/2000/vol23n5/08.pdf>. Acesso em: 24 de out. 2010

CAMPOS, F.F. **Análise da relação entre as áreas de preservação permanente (apps) e a qualidade da água fluvial no município de paulínia (SP)**. Trabalho de Conclusão de curso – Universidade Federal de Campinas, São Paulo, 2011.

CHEVALLIER, P. Aquisição e Processamento de Dados. IN: TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2003. 485 -525.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Relatório Anual da Qualidade de Águas Interiores**. São Paulo:CETESB, 1993. 450p.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, v.1, Série relatórios. 2009. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/agua_geral.asp>. Acesso em: 10 jun. 2012.

Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução nº 303 de 20 de março de 2002**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 20 out. 2011.

Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução nº 357 de 17 de março de 2005**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 20 out. 2011.

DEBERDT, A. J. **Qualidade de água**. Disponível em: <<http://www.educar.sc.usp.Br/biologia/prociencias/qagua.htm>>. Acesso em: 05 nov. 2011

DONADIO, N.M.M.; GALBIATTI, J.A.; PAULA,R.C. de. **Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do córrego rico,**

São Paulo, Brasil. *Eng. Agríc.* [online]. 2005, vol.25, n.1, pp. 115-125. ISSN 0100-6916.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Procedimentos para Coleta de Amostras de Água. Disponível em http://www.cpatsa.embrapa.br/a_unidade/instalacoes/laboratorios/laboratorio-de-solos/agua.pdf: Acesso em: 10 abr. 2011

ESTEVES, F.A.; **Fundamentos de Limnologia.** Rio de Janeiro - RJ, 2ª Edição; Interciência Editora, 1998.

FALQUETO, M.A. **Avaliação do Índice de qualidade da água (IQA) e dos elementos químicos nas águas e nos sedimentos do rio Corumbataí-SP.** (Dissertação de Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, 2008. São Paulo.

FERNANDES, P.H. A bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão: estudo de alternativas de transposição de dados socioeconômicos para limites naturais. 2011. **XIX Simpósio Brasileiro de Recurso hídricos.**

FOLETO, E.M.. A gestão dos recursos hídricos no Brasil e Rio Grande do Sul. In: X ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA, 2005, São Paulo. **Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina.** São Paulo: Universidade de São Paulo, 2005. p. 5266-5283.

FUNDAÇÃO MO'Ã – Estudos e pesquisas para a Proteção e o Desenvolvimento Ambiental. Disponível em: <http://www.fundacaomoa.com>. Acesso em: 26.ou.2010

GERGEL, S. E. et al. Landscape indicators of human impacts to riverine systems. **Aquatic Science**, v.64, p.118-128, 2002.

GRADELLA, F.S. *et al.* Análise preliminar dos elementos químicos e físicos da água da bacia hidrográfica do córrego João Dias, Aquidauana, MS. **Anais 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Campo Grande, Brasil**, 11-15 novembro 2006, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p.96-105.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE (2010) – Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 05 marc.2012

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE (2012). Itaara, Rio Grande do Sul – RS; Histórico. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/dtbs/riograndedosul/itaara.pdf>. Acesso em: 10 out. 2012

HAUPT, J.P.O. Metodologia para Avaliação do Potencial de produção difusa: estudo de caso da bacia rio Jundiá. São Paulo, 2009. 126p.

IORIS, A. A. R. Passado e presente da política de gestão dos recursos hídricos no Brasil. **Finisterra**, Lisboa, XLI, 82, 2006. p. 87-99.

LEE, J. H.; BANG, K. W. Characterization of urban stormwater runoff. **Water Resource**, v 34, n 6 pp. 1773-1780, 2000.

LENAT, D.R. CRAWFORD, J.K. Effects on water quality and aquatic biota of three North Carolina Piedmont streams. **Hydrobiologia** 294 : 185-199, 1994 .

LIMA, W.S.; GARCIA, C.A.B. Qualidade da água em Ribeirópolis: O açude do Cajueiro e a Barragem do João Ferreira. **Sientia Plena** vol 4 nº12. 24 p. 2008. Disponível em <http://www.scientiaplena.org.br/ojs/index.php/sp/article/view/650/314>. Acesso em: 06 jun.2013

LINS, M.; BRAMORSKI, J.; PINHEIRO, A. *et al.* Influência da cobertura do solo e do comprimento da drenagem no transporte de sedimentos. In: PAIVA, E.M.C.D. & PAIVA, J.B.D. **Caracterização quali-quantitativa da produção de sedimentos**. 1. ed. Santa Maria: ABRH: UFSM, 2001. p.81-97.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. **Indicadores Ambientais e Recursos Hídricos**. Realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência Francesa. 3. ed. Ed. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, 2011. 686 p.

MACIEL FILHO C. L. **Carta de Unidades Geotécnicas de Santa Maria – RS, Carta dos condicionantes à ocupação de Santa Maria – RS**. Mapa – s/n. Santa Maria, 1990.

MARGALEF, R. The place of epicontinental waters in global ecology. In: **MARGALEF, R. Limnology now: a paradigm of planetary problems**. Amsterdam: Elsevier Science, 1994. p.1-8.

MARTINELLI, L.A.; KRUSCHE, A.V. Amostras em Rios. In: BICUDO, C.E.M.; BICUDO, D.C. **Amostragem em Limnologia**. São Carlos: RiMa, 2004. p. 263-264.

MCCMAHON, G. HARNED, D. A.,. Effect of environmental setting on sediment, nitrogen, and phosphorus concentrations in Albermarle-Pamlico drainage basin, North Carolina and Virginia, USA. **Environmental Management** 1998 **22**: 887–903.

MERTEN, G.H. & MINELLA, J.P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v.3, n.4, p.33-38, 2002.

MONAGHAN, R. M.; WILCOCK, R. J; SMITH, L. C.; TIKKISSETTY, B.; THORROLD, B. S.; COSTALL, D. Linkages between land management activities and water quality in an intensively farmed catchment in southern New Zealand. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, vol., 118. Issues 1–4. New Zealand, January, 2007, p. 211-222. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880906001721>>. Acesso em: 04 jan. 2012.

MORAES, D.S.L., JORDAO, B. Q. **Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana**. *Rev. Saúde Pública* [online]. 2002, vol.36, n.3, pp. 370-374. ISSN 0034-8910

MORAIS, L. M. F. A. **Expansão Urbana e Qualidade Ambiental no Litoral de João Pessoa - PB**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2009

MORTARI, S. R.; SILVA, R.F. Qualidade de água. In: RIGUES, A.A.; BURIOL, G.A.; BOER, N. **Água e educação princípios e estratégias de uso e conservação**. Santa Maria: Centro Universitário Franciscano, 2009. p. 49-55; 61.

MOTA, S.. **Preservação e Conservação de Recurso Hídricos**. 2ªed. ABES, 1995. Rio de Janeiro – RJ. 200p.

PLANO AMBIENTAL MUNICIPAL. Prefeitura Municipal de Itaara – Estado do Rio Grande do Sul. 2008.

PRIMAVESI, O.; FREITAS, A.R. de; PRIMAVESI, A.C.; OLIVEIRA, H.T. de. Water quality of Canchim's creek watershed in São Paulo, SP, Brazil. **Occupied by beef**

and dairy cattle activities. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba, v.45, n.2, p.209-17, 2002.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. **Gestão de bacias hidrográficas**. *Estud. av.* [online]. 2008, vol.22, n.63, pp. 43-60. ISSN 0103-4014.

REBOUÇAS, A. C. **Água doce no mundo e no Brasil**. In: REBOUÇAS, A. C. et al. *Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. 2 ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2002. Cap. 1, p. 01-37.

REBOUÇAS, A. C. **Água doce no mundo e no Brasil**. In: REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. *Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação*. 3.ed. São Paulo: Escrituras, 2006 a.

REBOUÇAS, A. **Água e desenvolvimento rural**. *Estudos Avançados*, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v15n43/v15n43a24.pdf>>. Acesso em: 08 out. de 2011.

SPERLING, M.V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2ed., Belo Horizonte:DESA, 1996. 243p.

SCHNEIDER, C. **Recuperação de Áreas em Incompatibilidade Legal de Uso da Terra: O Caso da Bacia Hidrográfica do Arroio Manoel Alves, Itaara, RS**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

TOLEDO, L.G.; NICOLELLA, G. Índice de Qualidade de Água em microbacia sob uso agrícola e urbano. *Scientia Agricola*, v. 59, n. 1, p. 181-186. Janeiro/Março 2002.

TOLEDO, L.G.; NICOLELLA, G. Índice de Qualidade de Água em microbacia sob uso agrícola e urbano. *Scientia Agricola*, v. 59, n. 1, p. 181-186. Janeiro/Março 2002.

TOMAZ, P. Impermeabilização, a vilã da drenagem. *Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente*. Ano XIX, nº60, julho/setembro, 2011.

TUCCI, C.E.M. Modelos de qualidade da água. In:__. **Modelos Hidrológicos**. 2 ed.

Porto Alegre: Editora da Universidade: UFRGS: ABRH, 2005. p. 545-666..Introduzindo a Hidrologia – IPH UFRGS Disponível em <http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/tox.htm>

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Limnologia**. Oficina de Texto. 1 ed. São Paulo, 2008. 632 p

TUNDISI, J. G. (Orgs.). **Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3 ed.São Paulo: Escrituras, 2006-a, p. 161-202.

TRENTIN, A. B. **Sensoriamento Remoto aplicado ao estudo do comportamento espectral da água no Reservatório Passo Real – RS**. 2009. 98f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

SCANLON, B. R.; JOLLY, I.; SOPHOCLEOUS, M.; ZHANG, L. Global impacts of conversions from natural to agricultural ecosystems on water resources: **Quantity versus quality**. *Water Resour. Res.*, v. 43, W03437. 2007. (edição eletrônica).