

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel**  
**Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água**



**Dissertação**

**Cobertura, uso da terra e qualidade da água na bacia de contribuição da Estação  
de Tratamento de Água Moreira – RS**

**Andrea Colman Gerber**

**Pelotas, 2014**

**Andrea Colman Gerber**

**Cobertura, uso da terra e qualidade da água na bacia de contribuição da Estação de Tratamento de Água Moreira – RS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (área do conhecimento: Manejo e Conservação do Solo e da Água).

Orientador: Prof. Dr. Vitor Emanuel Quevedo Tavares

Coorientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Spinelli Pinto

Pelotas, 2014

Universidade Federal de Pelotas/Sistema de Bibliotecas

Catálogo na publicação:

G362a Gerber, Andrea Colman  
Cobertura, uso da terra e qualidade da água na bacia de  
contribuição da Estação de Tratamento de Água Moreira –  
RS / Andrea Dolman Gerber. --2014.

84 f. : il.

Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação  
em Manejo e Conservação do Solo e da Água. Universidade  
Federal de Pelotas. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel.  
Pelotas, 2014. – Orientador Vitor Emanuel Quevedo Tavares;  
coorientador Luiz Fernando Spinelli Pinto.

1. Solos. 2. Recursos hídricos. 3. Impactos ambientais.  
4. Gestão. 5. Ambiente. 6. Diagnóstico. I.Tavares, Vitor  
Emanuel Quevedo. II. Pinto, Luíz Fernando Spinelli. III.Título.

Ficha catalográfica elaborada por Ubirajara Buddin Cruz – CRB: 10/901

Andrea Colman Gerber

Cobertura, uso da terra e qualidade da água na bacia de contribuição da Estação de  
Tratamento de Água Moreira – RS

Dissertação aprovada, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (área do conhecimento: Manejo e Conservação do Solo e da Água), Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 29/10/2014

Banca examinadora:

Prof. Dr. Vitor Emanuel Quevedo Tavares (Presidente)

Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” – UFPel

Prof. Dr. Fioravante Jaekel dos Santos

Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” – UFPel

Prof. Dr. Adriano Luís Heck Simon

Instituto de Ciências Humanas – UFPel

Prof. Dr. Jocelito Saccol de Sá

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense

Dedico este trabalho à minha mãe Olgaide,  
meu irmão Emerson e minha tia Maria.

## **Agradecimentos**

À Universidade Federal de Pelotas, através do Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do solo e da Água, da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel.

Aos Professores Drs. Vitor Emanuel Quevedo Tavares e Luiz Fernando Spinelli Pinto, pela orientação e coorientação do trabalho.

Ao Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas, pelo uso da infraestrutura e pela disponibilidade dos dados de qualidade de água.

À colega Daiane Zarnott pela amizade e realização dos mapas demonstrados no trabalho.

À minha mãe, pai e irmão que sempre me apoiaram, me deram força e coragem para vencer os obstáculos.

Ao Marcos por ajudar nas coletas e análises das amostras, além de estar ao meu lado em todos os momentos, não me deixando desistir, com palavras de incentivo e amor.

Aos colegas do PPGMACSA pela ajuda, parceria e amizade.

A todos os que de alguma forma me incentivaram e torceram por mim.

A Deus e amigos espirituais por ouvirem as minhas preces.

“Quando parecia que nada iria acontecer, uma novidade aparece. E o mundo se transforma. Este é o momento propício para você aprender que sempre é possível ir além do que pensaria poder”.

(Anônimo)

## Resumo

GERBER, Andrea Colman. **Cobertura, uso da terra e qualidade da água na bacia de contribuição da Estação de Tratamento de Água Moreira – RS** 2014. 84f. Dissertação (Mestrado em Manejo e Conservação do Solo e da Água) - Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

As atividades realizadas no entorno dos cursos d'água e a falta de proteção das margens influem nos problemas de poluição e contaminação das bacias hidrográficas. Diante disso foi realizado um trabalho de avaliação da qualidade da água da bacia de contribuição da Estação de Tratamento de Água (ETA) Moreira, localizada no município do Capão do Leão, a 1,5 km da estrada para a cidade de Morro Redondo e que abastece o município de Pelotas. Foram analisados dados médios diários de amostras de água, retiradas do ponto de captação de água bruta para tratamento, referentes aos seguintes parâmetros: alcalinidade total, dureza total, oxigênio dissolvido, pH, cor, CO<sub>2</sub> livre, matéria orgânica e turbidez, no período de janeiro de 2012 a janeiro de 2014. Obteve-se os dados de manganês, ferro e nitrogênio amoniacal de março de 2010 a janeiro de 2014, para verificar a variabilidade e influências na qualidade da água. Também foi realizado um monitoramento da qualidade da água, no período de abril a setembro de 2013, em quatro contribuintes do arroio Moreira (arrosios Carneiro, Moinho, Pestanas e Taquara), para verificar as alterações ocorridas nos parâmetros físico-químicos e o grau de influência dos mesmos no ponto de captação da ETA. Para interpretação dos resultados de qualidade da água foi utilizada a Resolução nº357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que dispõe sobre a qualidade das águas nos corpos hídricos e para o abastecimento humano. Os parâmetros de qualidade da água da bacia de contribuição da ETA Moreira e de seus contribuintes estiveram, na maioria das análises, em conformidade com os limites estabelecidos pelo CONAMA, com exceção do ferro, manganês e cor que encontraram-se acima do limite permitido. Alterações nos parâmetros turbidez, cor, alcalinidade e nitrogênio, bem como ferro e manganês ocorreram nos períodos de chuva, indicando um provável efeito de transporte de sedimentos contendo estes elementos na bacia. Essas alterações possivelmente estão associadas à escassa mata ciliar ao longo da bacia, ao tipo de solo, presença de pedreira e lavouras, indicando a necessidade de um plano de gestão e manejo desta bacia de contribuição.

**Palavras-chave:** gestão; recursos hídricos; ambiente; diagnóstico; impacto ambiental

## Abstract

GERBER, Andrea Colman. **Cover, land use and water quality in the Moreira Water Treatment Plant catchment area - RS -Brazil.** 2014. 84f. Dissertation (Master Degree in Soil and Water Management and Conservation) - Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

The activities performed in the surroundings of watercourses and the lack of banks protection directly influence on the problems of pollution and contamination of watersheds. Thus an assessment of water quality in the catchment area of the Moreira Water Treatment Plant (WTP), located in the city of Capão do Leão-RS-Brazil, was performed. Daily average data of raw water quality, from samples taken from the withdraw point of the WTP were analyzed for the following parameters: total alkalinity, total hardness, iron, dissolved oxygen, pH, color, free CO<sub>2</sub>, organic matter and turbidity, from January 2012 to January 2014. It was obtained data about manganese, iron and ammonia nitrogen from March 2010 to January 2014 to verify variability and influences on water quality. It was also undertaken a water quality monitoring in the period from April to September of 2013 in four contributors of the Moreira stream (Carneiro, Moinho, Pestanas and Taquara water streams), in order to verify changes in the physicochemical parameters and the influence of these streams on the withdraw point of the WTP. To interpret the results of water quality it was used the Brazilian legislation on water quality (Resolution n° 357/2005 - National Council on the Environment-CONAMA), which provides standards for the quality of water in water bodies and for human consumption. The results of quality parameters of the water in the Moreira WTP watershed, in the most analyses, comply with the limits set by legislation, with the exception of iron, manganese and color that match-up allowable limit. Changes in turbidity, alkalinity, color and nitrogen occurred during periods of rain. Changes in iron and manganese were also observed in periods of occurrence of rainfall, indicating a probable effect of sediment transport in the watershed containing these elements. These changes are possibly associated with sparse native vegetation along the streams, soil type, presence of quarry and crops, indicating a need for a management plan for this watershed.

**Keywords:** management, water resources, environment, diagnosis, environmental impact.

## Lista de Figuras

Figura 1 – Classes de uso das águas doces conforme a Resolução nº 357/2005 do CONAMA (BRASIL, 2005). .....	34
Figura 2 – Quadro exemplificativo dos padrões de qualidade da água para classe de uso das águas doces conforme a Resolução nº 357/2005 do CONAMA.....	35
Figura 3 – Mapa de localização da Bacia de Contribuição do Arroio Moreira .....	37
Figura 4 – Mapa da rede hidrográfica da bacia de contribuição da ETA Moreira e respectivas sub-bacias (adaptado de Weber e Hasenack, 2007). .....	39
Figura 5 – Vista do barramento do arroio Moreira - ETA Moreira e ponto de coleta de amostras. ....	42
Figura 6 – Vista da ponte sobre o Arroio Carneiro e ponto de coleta de amostras.....	42
Figura 7 – Vista da ponte do Arroio do Moinho e ponto de coleta de amostras.....	43
Figura 8 – Vista da ponte sobre o Arroio Pestanas e ponto de coleta de amostras.....	43
Figura 9 – Vista da ponte sobre o Arroio Taquara e ponto de coleta de amostras.....	43
Figura 10 – Mapa de declividade (%) do terreno da bacia de captação da ETA Moreira (Pelotas-RS).....	45
Figura 11 – Mapa dos solos da bacia de contribuição da ETA Moreira [adaptado de Cunha e Silveira (1996), Cunha, Silveira e Severo (1996) e Streck et al., (2008)]......	46

Figura 12 – Toposequência dos solos da bacia de contribuição da ETA Moreira ao longo do perfil topográfico A-B .....	47
Figura 13 – Distribuição dos solos na paisagem: (a) unidades RLd e PAd e (b) SXe, PVd e PAd.....	49
Figura 14 – Mapa do uso e cobertura da terra da bacia de contribuição ETA Moreira em um raio de 100m ao redor dos cursos d'água. ....	51
Figura 15 – Extração de minério no Passo da Micaela localizado nas margens do arroio Carneiro .....	53
Figura 16 – Médias diárias dos valores de turbidez e precipitação pluvial para o arroio Moreira no período de janeiro de 2012 a janeiro de 2014.....	54
Figura 17 – Valores de turbidez e precipitação pluvial para os arroios Moreira, Carneiro, Pestanas, Moinho e Taquara nos meses de abril a setembro de 2013. ....	55
Figura 18 – Precipitação pluvial e médias diárias dos valores de cor para o arroio Moreira no período de janeiro de 2012 a janeiro de 2014.....	55
Figura 19 – Valores de cor e precipitação pluvial para os arroios Moreira, Carneiro, Pestanas, Moinho e Taquara nos meses de abril a setembro de 2013. ....	56
Figura 20 – Médias diárias dos valores de pH e precipitação pluvial para o arroio Moreira no período de janeiro de 2012 a janeiro de 2014.....	56
Figura 21 – Valores de pH e precipitação pluvial para os arroios Moreira, Carneiro, Pestanas, Moinho e Taquara nos meses de abril a setembro de 2013. ....	57
Figura 22 – Médias diárias dos valores de pH e CO <sub>2</sub> livre para o arroio Moreira no período de janeiro de 2012 a janeiro de 2014.....	58
Figura 23 – Médias diárias dos valores de alcalinidade e precipitação pluvial para o arroio Moreira no período de janeiro de 2012 a janeiro de 2014. ....	59
Figura 24 – Médias diárias dos valores de alcalinidade e pH para o arroio Moreira no período de janeiro de 2012 a janeiro de 2014.....	59
Figura 25 – Valores de alcalinidade e precipitação pluvial para os arroios Moreira, Carneiro, Pestanas, Moinho e Taquara nos meses de abril a setembro de 2013.....	60

Figura 26 – Médias diárias dos valores de alcalinidade e Dureza para o arroio Moreira no período de janeiro de 2012 a janeiro de 2014.....	60
Figura 27 – Médias mensais dos valores de dureza para os arroios Moreira, Carneiro, Pestanas, Moinho e Taquara nos meses de abril a setembro de 2013. ....	61
Figura 28 – Médias diárias dos valores de oxigênio dissolvido e precipitação pluvial para o arroio Moreira no período de janeiro de 2012 a janeiro de 2014.....	61
Figura 29 – Médias diárias dos valores de OD e MO para o arroio Moreira no período de janeiro de 2012 a janeiro de 2014.....	62
Figura 30 – Valores de OD e precipitação pluvial para os arroios Moreira, Carneiro, Pestanas, Moinho e Taquara nos meses de abril a setembro de 2013. ....	62
Figura 31 – Médias diárias dos valores de nitrogênio e precipitação pluvial para o arroio Moreira no período de março de 2011 a janeiro de 2014 .....	63
Figura 32 – Médias diárias dos valores de oxigênio dissolvido e nitrogênio amoniacal para o arroio Moreira no período de janeiro de 2012 a janeiro de 2014.....	64
Figura 33 – Valores de nitrogênio e precipitação pluvial para os arroios Moreira, Carneiro, Pestanas, Moinho e Taquara nos meses de abril a setembro de 2013.....	64
Figura 34 – Médias diárias dos valores de ferro e precipitação pluvial para o arroio Moreira no período de março de 2011 a janeiro de 2014.....	65
Figura 35 – Médias diárias dos valores de manganês e precipitação pluvial para o arroio Moreira no período de março de 2011 a janeiro de 2014 .....	65
Figura 36 – Valores de manganês e precipitação pluvial para os arroios Moreira, Carneiro, Pestanas, Moinho e Taquara nos meses de abril a setembro de 2013.....	65
Figura 37 – Valores de ferro e precipitação pluvial para os arroios Moreira, Carneiro, Pestanas, Moinho e Taquara nos meses de abril a setembro de 2013. ....	66

### **Lista de Tabelas**

Tabela 1 – Classes de relevo e respectivas faixas de declividades.....	38
Tabela 2 – Quantitativo Geral dos solos das sub-bacias: .....	49
Tabela 3 – Percentual do quantitativo dos solos por sub-bacia: .....	50
Tabela 4 – Classes de usos e cobertura da terra e respectivas áreas ocupadas em um raio de 100m ao redor dos cursos d'água na bacia de contribuição ETA Moreira .....	52
Tabela 5 – Uso e ocupação da terra em um raio de 100m ao redor dos cursos d'água para as Sub-Bacias avaliadas .....	52
Tabela 6 – Porcentagem de dias em que os valores de cor ultrapassaram os valores estabelecidos pelo CONAMA n°357/2005 para águas doces da classe 2.....	55

### **Lista de abreviaturas e siglas**

APP	Área de Preservação Permanente
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
ETA	Estação de Tratamento de Água
MO	Matéria Orgânica
OD	Oxigênio Dissolvido
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
RL	Reserva Legal
SANEP	Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas
SIG	Sistema de Informações Geográficas
Singreh	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

## Sumário

1	Introdução.....	16
2	Objetivos.....	18
2.1	Objetivo geral.....	18
2.2	Objetivos específicos.....	18
3	Hipótese.....	19
4	Revisão de literatura.....	20
4.1	Poluição em bacias hidrográficas localizadas no meio rural.....	20
4.2	Uso e ocupação da terra em bacias hidrográficas.....	21
4.3	Influências da mineração e estradas em bacias hidrográficas.....	22
4.4	Preservação dos recursos hídricos e Código Florestal Brasileiro.....	23
4.5	Monitoramento da qualidade da água.....	24
4.5.1	Temperatura.....	25
4.5.2	Turbidez.....	25
4.5.3	Cor.....	26
4.5.4	pH.....	27
4.5.5	Alcalinidade.....	28
4.5.6	Dureza.....	28
4.5.7	CO <sub>2</sub> livre.....	29
4.5.8	Oxigênio dissolvido (OD).....	29
4.5.9	Matéria orgânica (MO).....	30
4.5.10	Nitrogênio amoniacal.....	30
4.5.11	Ferro e manganês.....	31
4.5.12	Coliformes.....	32
4.5.13	Agroquímicos.....	32
4.6	A Legislação Federal e Estadual para os padrões de qualidade da água.....	33

5	Materiais e métodos.....	36
5.1	Área de estudo.....	36
5.2	Rede Hidrográfica e mapa de declividades.....	37
5.3	Clima.....	39
5.4	Uso, cobertura da terra e tipos de solo.....	40
5.5	Coleta das Amostras e Parâmetros Analisados.....	41
6	Resultados e discussão.....	44
6.1	Uso, ocupação da terra e tipos de solo na bacia de contribuição da ETA Moreira.....	44
6.1.1	Relevo - Mapa de declividades.....	44
6.1.2	Tipos de Solos.....	45
6.1.3	Uso e ocupação da terra.....	50
6.2	Análises dos parâmetros físico-químicos do Arroio Moreira e seus contribuintes.....	53
6.2.1	Turbidez.....	53
6.2.2	Cor.....	55
6.2.3	pH.....	56
6.2.4	Alcalinidade.....	58
6.2.5	Dureza.....	60
6.2.6	Oxigênio Dissolvido.....	61
6.2.7	Nitrogênio Amoniacal.....	62
6.2.8	Ferro e manganês.....	64
7	Conclusão.....	67
8	Considerações Finais.....	69
	Referências.....	70
	Apêndices.....	76
	Anexos.....	83

## **1 Introdução**

Considerando que existe uma crescente demanda de água para atender as necessidades da humanidade, a disponibilidade de água doce, tanto em termos quantitativos, como em termos qualitativos, vem se tornando, cada vez mais, insuficiente para atender esta demanda. Este aumento da demanda é decorrente do crescimento populacional, da urbanização, da industrialização e do aumento da produção agrícola. Como consequência destes fatores, é possível identificar problemas de escassez de água e conflitos entre usuários, gerando impactos negativos econômicos, ambientais e sociais.

Várias pesquisas vêm sendo realizadas sobre este tema, dentre elas estão as de Oliveira Filho, Dutra e Ceruti (2012), Satake et al. (2012), Mezomo (2010), entre outros. Segundo esses autores, mudanças físicas, químicas e biológicas dos recursos hídricos são provindas da não preservação das matas nativas e ciliares, uso de agroquímicos, lançamento de efluentes não tratados, contribuindo com a degradação de toda a bacia hidrográfica, alterando a sua qualidade.

Efluentes domésticos, deflúvio urbano e agrícola são fatores que contribuem com o comprometimento da qualidade da água, conduzindo aos corpos hídricos poluentes constituídos de nutrientes, agroquímicos, dejetos de animais, contaminantes orgânicos e micro-organismos patogênicos (MERTEN; MINELLA, 2002).

Segundo Firmino, Malafaia e Rodrigues (2011), fatores importantes que colaboram com a degradação dos meios aquáticos são os processos de transporte de sedimentos, como a erosão e o assoreamento, que acarretam inúmeros problemas ambientais como a destruição dos habitats aquáticos e veiculação de poluentes.

Para controlar estes contaminantes faz-se necessário um adequado manejo da água e do solo e um Sistema de Gestão Ambiental, permitindo o gerenciamento e manutenção da integridade da biota aquática e terrestre (MEZOMO, 2010).

Para o controle de contaminantes dos recursos hídricos é imprescindível o monitoramento da qualidade da água, que pode ser baseado em análise de parâmetros físicos, químicos e biológicos e estes são comparados aos critérios estabelecidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que exige condições mínimas em relação à água destinada ao consumo humano e preveem limites máximos para as substâncias que representam riscos à saúde, como substâncias orgânicas, inorgânicas, biológicas e agroquímicos (BRASIL, 2005).

Neste contexto, realizou-se um estudo na bacia de contribuição da Estação de Tratamento de Água (ETA) Moreira situada no município de Capão do Leão/RS, para verificar problemas ambientais devido às ações antrópicas, como atividades agropastoris, manejo inadequado do solo e presença de atividade mineradora, que podem afetar a quantidade e qualidade da água.

Esta bacia é de extrema importância, pois é utilizada para o abastecimento humano, onde a presença de contaminantes causa degradação da qualidade da água para consumo; prejuízo ao sistema de fornecimento e distribuição de água, devido a obstruções em bombas de recalque; e excesso de turbidez da água, havendo uma maior necessidade de utilização de produtos químicos no processo de tratamento de água. Como existem poucos estudos realizados no local, os dados encontrados neste trabalho também podem servir para subsidiar ações de gestão desse ecossistema e na tomada de decisão para minimizar os impactos ambientais na região.

## **2 Objetivos**

### **2.1 Objetivo geral**

O presente trabalho visa avaliar a qualidade da água no ponto de captação da Estação de Tratamento de Água Moreira – SANEP (Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas) situada no município de Capão do Leão, e verificar a possível existência de relação entre as alterações na qualidade da água e no uso e cobertura da terra nessa região, identificando os fatores de risco à potabilidade deste manancial.

### **2.2 Objetivos específicos**

- a) Analisar os parâmetros físico-químicos de qualidade de água e verificar seu atendimento aos padrões estabelecidos pela legislação.
- b) Obter um panorama sobre os riscos ambientais das possíveis fontes poluidoras da área em estudo.
- c) Analisar dados pluviométricos e confrontá-los com as alterações da qualidade da água.
- d) Mapear os usos e ocupação da terra, no entorno dos cursos d'água e confrontá-los com as alterações da qualidade da água.

### **3 Hipótese**

Baseado na necessidade de preservar os recursos hídricos e relacionar os impactos ambientais nos mananciais com a ocupação da terra, será testada a hipótese de que é possível estabelecer uma relação entre as alterações na qualidade da água captada para abastecimento público na bacia de contribuição da ETA Moreira e o uso e cobertura da terra da área em estudo.

## **4 Revisão de literatura**

Um dos maiores desafios para a humanidade atualmente é a preservação dos corpos hídricos e a manutenção e melhoria da qualidade da água.

Segundo Von Sperling (2005), entende-se por poluição das águas a adição de substâncias ou de formas de energia que direta ou indiretamente, alterem a natureza do corpo d'água de uma maneira tal que prejudique os legítimos usos que dela são feitos.

Os principais contribuintes para o comprometimento da qualidade da água no ambiente são os efluentes domésticos, os efluentes industriais e os escoamentos superficiais urbano e agrícola (MERTEN; MINELLA, 2002).

A conservação das matas ciliares, a conservação e o manejo adequados do solo e o controle na utilização de agroquímicos são ações que colaboram com a melhoria da qualidade da água nos mananciais.

### **4.1 Poluição em bacias hidrográficas localizadas no meio rural**

Em bacias hidrográficas localizadas no meio rural, a poluição é considerada tipicamente difusa, pois é proveniente da deposição de poluentes de forma esparsa, sobre a área de contribuição da bacia (MANSOR; TEIXEIRA FILHO; ROSTON, 2006). As principais atividades geradoras deste tipo de poluição são os efluentes líquidos industriais e domésticos sem tratamento adequado e a carga difusa de origem rural, onde se inclui agricultura com a utilização de agroquímicos, efluentes gerados da pecuária e a erosão, que associadas à precipitação pluvial são carregadas através do escoamento superficial, contaminando os cursos d'água (SILVA, 2012).

O resultado da poluição difusa é a degradação da qualidade da água, além de veiculação de doenças, depósito de sedimentos, diminuição de oxigênio dissolvido, eutrofização, contaminação por metais pesados e agrotóxicos, e para as estações de

tratamento de água, implica num aumento nos custos do tratamento da água para a remoção de poluentes e de sedimentos (PAGANINI, 2013).

Para Maier (2007), a produção agropecuária tem preocupado muito pelos danos provocados nos mananciais. Lavouras em locais inaptos, uso de agroquímicos agrícolas, resíduos derivados da criação de animais e a falta de saneamento na zona rural contribuem com a contaminação da água e, através do escoamento superficial e erosão hídrica, provocam assoreamento de rios e reservatórios. É importante haver um devido esgotamento sanitário com o objetivo de preservar o meio ambiente e garantir água em condições sanitárias adequadas para o uso. (KOBAYAMA; MOTA; CORSEUIL, 2008).

A degradação dos mananciais, decorrente do deflúvio superficial agrícola, ocorre devido ao aporte de nitrogênio e fósforo que colaboram com o crescimento de algas, reduzindo a disponibilidade de oxigênio dissolvido nas águas, causando prejuízos ao ecossistema aquático (MERTEN; MINELLA, 2002).

#### **4.2 Uso e ocupação da terra em bacias hidrográficas**

Para Xavier (2010), um adequado uso e ocupação do solo se dá através da identificação das potencialidades, vocações e fragilidades do meio físico, levando em conta os impactos que poderão ser ocasionados pela ação antrópica. Uma ferramenta importante para esta identificação é a utilização de mapas geotécnicos, sendo estes uma fonte de informações a respeito da morfologia do solo, além de mostrar o uso e ocupação do local.

As bacias hidrográficas possuem características biogeofísicas e sociais integradas (solo, água, vegetação, fauna e população), e os recursos hídricos servem como indicadores quando acontece algum desequilíbrio entre estes componentes através de atividades antrópicas, por estes refletirem na quantidade e qualidade da água (SOUZA; FERNANDES, 2000).

Para estes mesmos autores:

Os reflexos das medidas de manejo integrado das bacias hidrográficas transcendem às áreas rurais, refletindo em garantia de abastecimento hídrico, tanto em qualidade quanto em quantidade, para as populações urbanas, processamentos industriais e vida útil de reservatórios para geração de energia e lazer (SOUZA; FERNANDES, 2000, p. 20).

Em um agroecossistema também se deve levar em conta a integração entre as áreas de lavoura e os recursos hídricos, para encontrar práticas de diminuição de poluentes e contaminantes que afetem os sistemas aquáticos (MAIER, 2007).

Para elaborar-se um planejamento e manejo de bacias hidrográficas inseridas no meio rural, devem-se fazer levantamentos atuais e históricos referentes ao meio abiótico e à dinâmica do uso da terra e cobertura vegetal do solo, através de mapeamentos da área a fim de conhecer o tipo de atividade, como área e cultura plantada, distribuição espacial dentro da região e ocupação do território (VENTURIM, 2011).

Para a realização desses diagnósticos ambientais se torna imprescindível a elaboração de mapas geotécnicos, que servem como instrumentos de auxílio à visualização e análise dos dados referentes ao meio físico da área em estudo, assim como indica os pontos vulneráveis à degradação.

#### **4.3 Influências da mineração e estradas em bacias hidrográficas**

A mineração é uma atividade que causa grandes impactos ambientais, além da poluição por sólidos ocorrendo assoreamento de mananciais, pode provocar poluição química como a adição de sulfato que pode ocasionar dureza à água, contaminação por ácido sulfúrico, originado da oxidação de sulfetos de rocha (pirita) ocasionando acidez. Contaminação por outros poluentes como Pb, Al, Cu, também podem ser encontradas (BONUMÁ, 2006; MILANI et al., 2010).

Patrício, Silva e Ribeiro (2013), apontam diversas alterações no meio ambiente derivadas das atividades de mineração, isto inclui:

- a) alteração da qualidade do ar;
- b) alteração das propriedades do solo;
- c) alteração da qualidade das águas;
- d) alteração dos níveis de pressão sonora;
- e) assoreamento de corpos d'água;
- f) supressão de vegetação e perda de exemplares da flora;
- g) redução de habitats e afugentamento de espécies da fauna mais sensíveis;
- h) modificação da paisagem.

Para o desmonte de rocha em pedreiras, por exemplo, são utilizados explosivos, que causam vibração do terreno, lançamento de fragmentos, fumaça,

gases, poeira, desencadeamento de processos erosivos que provocam assoreamento nos cursos d'água (PATRÍCIO; SILVA; RIBEIRO, 2013).

As estradas também são fontes potenciais para a geração de sedimento para a microbacia, devido a cortes de taludes sem reposição de cobertura vegetal e compactação dos horizontes superficiais do solo, proporcionando a redução de infiltração da água (ALBUQUERQUE; FORTES, 2009).

Segundo Streck et al. (2008) e Targa (2009), outro fator que contribui com processos de erosão e produção de sedimentos para os mananciais é o traçado das estradas no sentido do declive, que aumenta principalmente se o escoamento da água se dá das lavouras ou residências para a estrada.

#### **4.4 Preservação dos recursos hídricos e Código Florestal Brasileiro**

A faixa de vegetação ao longo dos rios, também chamada de zona ripária ou mata ciliar, deve ser protegida ou recuperada para preservar os cursos d'água. Estas zonas servem para aumentar a resistência ao fluxo do deflúvio superficial; a estabilidade de taludes e encostas; a manutenção da morfologia do rio e proteção a inundações; promover a mitigação da temperatura da água e do solo; e retenção de sedimentos e nutrientes (KOBAYAMA; MOTA; CORSEUIL, 2008).

Com a supressão das matas ciliares, ocorrem processos erosivos, e os principais fatores antrópicos, segundo Venturim (2011), estão relacionados com a remoção da cobertura vegetal original; com o manejo impróprio de solos produtivos; com o uso e ocupação inadequados do solo; com o uso intensivo de áreas com elevado potencial natural de erosão; e com a falta de planejamento de ocupação da área.

Para o controle da erosão é importante manter uma vegetação ripária natural que atue como barreira do assoreamento, causados tanto pela erosão física de particulados, quanto pela erosão química de compostos dissolvidos, que comprometem a quantidade e qualidade da água (SILVA et al., 2001).

O primeiro Código Florestal brasileiro foi formulado em 1934, através do decreto nº 23.793, e obrigava os proprietários a preservar 25% da área de suas terras com a cobertura de mata original. Após ser modificado por medidas provisórias a partir de 1996, em 2012 foi totalmente reformulado, através da lei nº 12.727, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa:

Art. 1º-A. Esta Lei estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos (BRASIL, 2012).

A Reserva Legal (RL) é a porcentagem de cada propriedade ou posse rural que deve ser preservada, variando de acordo com a região e o bioma: 80% em áreas de florestas da Amazônia Legal, 35% no cerrado, 20% em campos gerais, e 20% em todos os biomas das demais regiões do País (BRASIL, 2012).

As Áreas de Preservação Permanente (APP) têm a função de preservar locais frágeis como beira de rios, topos de morros e encostas, que não podem ser desmatados para não causarem erosões e deslizamentos, além de proteger nascentes, fauna, flora e biodiversidade.

No Código Florestal (Lei nº 12.727), de 17 de outubro de 2012, nas margens de rios, a área mínima de florestas a ser mantida depende da largura de cada um: rios de até 10 metros de largura devem ter 30 metros de mata preservada; para rios de 10 a 50m de largura, 50m de mata; de 50 a 200m de largura, 100m de mata; de 200 a 600m de largura, 200m de mata; e rios de mais de 600m de largura devem ter 500m de mata preservada em suas margens.

Segundo o estudo realizado por Silva et al. (2010), existe um consenso entre vários pesquisadores que as áreas marginais a corpos d'água (várzeas ou florestas ripárias) são de extrema importância devido aos serviços ecossistêmicos que desempenham, tais como a regularização hidrológica, estabilização de encostas, atenuação de cheias e vazantes, dissipação das forças erosivas causadas pelo escoamento superficial das chuvas, redução do assoreamento, condicionamento da qualidade da água para diversos usos, em especial para o abastecimento humano, que é o setor mais exigente do ponto de vista qualitativo.

Para esse autor, a proteção dessas áreas serve como estratégia que potencializa a conservação da água, do solo e da agrobiodiversidade.

#### **4.5 Monitoramento da qualidade da água**

A importância do estudo das bacias hidrográficas é devida a inter-relação que possui com os elementos do meio ambiente o qual está inserido, formando um sistema. Todos os eventos ocasionados na bacia, de origem antrópica ou natural,

interferem na dinâmica desse sistema, na quantidade e na qualidade da água (VENTURIM, 2011).

Para Andreoli e Carneiro (2005), Freire (2012), o monitoramento da qualidade das águas é fundamental para subsidiar ações de controle de qualidade e para auxiliar na tomada de decisões, podendo evidenciar atividade antrópica ou climática no manancial através de análises qualitativas e quantitativas das águas. Estes procedimentos servem principalmente para os corpos d'água direcionados ao abastecimento público.

Para esses autores, alguns dos parâmetros geralmente analisados são:

- a) parâmetros Físicos: temperatura, turbidez, cor;
- b) parâmetros Químicos: Oxigênio dissolvido, potencial hidrogeniônico, alcalinidade, dureza, CO<sub>2</sub> livre, matéria orgânica, teor de nutrientes (principalmente compostos de nitrogênio), metais pesados como ferro e manganês, entre outros;
- c) parâmetros Bacteriológicos: coliformes fecais e termotolerantes;
- d) parâmetros Toxicológicos: Agroquímicos (inseticidas, fungicidas, herbicidas).

A seguir será descrito o significado das variáveis citadas acima utilizadas no monitoramento de qualidade das águas:

#### **4.5.1 Temperatura**

A temperatura superficial é influenciada por fatores tais como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade e influência nas atividades biológicas (TEODORO; SANTOS, 2009).

Ela influencia diretamente o metabolismo dos organismos aquáticos e aumentos de temperatura diminuem as concentrações de oxigênio dissolvido, gás carbônico e pH. A elevação de temperatura em um corpo d'água também pode ser provocada por dejetos industriais (SILVA; GALVÍNCIO; ALMEIDA, 2010).

#### **4.5.2 Turbidez**

A turbidez é uma característica física da água, decorrente da presença de sólidos em suspensão, finamente divididos ou em estado coloidal, e de organismos microscópicos. O tamanho das partículas varia com o nível de turbulência do corpo

hídrico. Este parâmetro representa o grau de interferência sobre a passagem da luz através da água conferindo aparência turva, que acontece devido à dispersão e à absorção da luz. Sua origem é dada por partículas de rocha, argila e silte, algas, micro-organismos e despejos domésticos e industriais (VON SPERLING, 2005).

Segundo esse autor, a aparência turva da água é esteticamente indesejável e pode atrapalhar a fotossíntese, e apresentar propriedades tóxicas. Alguns vírus e bactérias podem se alojar nas partículas em suspensão, passando a turbidez a ser considerada um parâmetro importante sob o ponto de vista sanitário.

Outro fator que altera a qualidade da água, e conseqüentemente elevando a turbidez é o uso e a ocupação dos solos, que aliado às características do solo e do clima exerce grande influência no escoamento superficial e aporte de sedimentos no leito dos mananciais (VANZELA; HERNANDEZ; FRANCO, 2010; TEODORO; SANTOS, 2009).

#### **4.5.3 Cor**

A cor de uma amostra de água está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la. Encontrada em águas naturais, é formada por sólidos dissolvidos, dada pela decomposição da matéria orgânica, resíduos industriais, esgotos domésticos e industriais (VON SPERLING, 2005), e frequentemente pode ser causada por fortes dispersões coloidais de ferro e manganês.

A água pode apresentar cor “aparente”, causada pelo reflexo em sua superfície ou, por transparência, a cor do leito, ou ainda pela presença de partículas coloridas (minerais e orgânicas) em suspensão (sólidos suspensos). Algas podem imprimir uma coloração esverdeada e sulfobactérias, uma coloração amarelada (MORUZZI; REALI, 2012).

Os sólidos dissolvidos presentes são, principalmente, materiais em estado coloidal orgânico e inorgânico. Dentre estes estão os ácidos húmico e fúlvico resultantes da decomposição parcial de compostos orgânicos presentes em folhas e em outros substratos. Para o sistema de abastecimento de água, serve como base para a determinação das dosagens de produtos químicos, dos graus de mistura, dos tempos de contato e de sedimentação das partículas no processo de floculação, e para o consumidor da água tratada o maior problema é estético (ALVES, 2012).

#### 4.5.4 pH

Representa a concentração de íons hidrogênio  $H^+$ , dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. Sua origem natural é através da dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, oxidação da matéria orgânica, fotossíntese, despejos domésticos e industriais (VON SPERLING, 2005; SILVA; GALVÍNCIO; ALMEIDA, 2010).

O pH influencia muitas transformações bioquímicas como a dissociação das formas ionizadas e não ionizadas de ácidos e bases e controla a solubilidade de muitos gases e sólidos (MAIER, 2007).

Este parâmetro é muito importante, pois é indicador do caráter ácido ( $pH < 6,0$ ), básico ( $pH > 8,0$ ) ou neutro ( $pH = 7,0$ ) de uma solução. Os valores fora da faixa de pH entre 6,0 e 8,0 podem alterar o sabor da água e contribuir para corrosão do sistema de distribuição, ocasionando uma possível extração de ferro, cobre, chumbo, zinco e cádmio contaminando a água. Alterações bruscas do pH podem acarretar o desaparecimento de organismos vivos no ambiente aquático (ARAÚJO et al., 2007).

Corpos hídricos não poluídos geralmente apresentam valores de pH próximos da neutralidade e uma elevação deste parâmetro pode estar associado à proliferação de algas devido à fotossíntese que retira gás carbônico, fonte natural de acidez da água. O caráter ácido ou alcalino pode representar o tipo de solo presente na bacia, pois quanto mais ácido for o solo, mais ácidas serão as águas deste corpo d'água. A presença de efluentes industriais também causam alterações de pH. (DORIGON; STOLBERG; PERDOMO, 2008; CORADI; FIA; PEREIRA-RAMIREZ, 2009; SILVA; GALVÍNCIO; ALMEIDA, 2010).

O pH varia com a hora do dia e a profundidade da água, porque está geralmente relacionado com a concentração de dióxido de carbono devido a fotossíntese de algas e micro-organismos aquáticos. Durante o dia, a remoção de  $CO_2$  pela fotossíntese das plantas aquáticas causa elevação do pH, já que ocorre a diminuição da produção do íon  $H^+$  devido à pouca quantidade de  $CO_2$  presente na água. À noite, a fotossíntese cessa, havendo acumulação de  $CO_2$  que, ao reagir com a água, libera íons  $H^+$ , diminuindo o pH (ARAÚJO et al., 2007; TEODORO; SANTOS, 2009).

#### 4.5.5 Alcalinidade

A alcalinidade da água é uma medida de sua capacidade em reagir com ácidos fortes para atingir determinado valor de pH, e é tipicamente uma combinação de íons bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ), íons carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) e hidroxilas ( $\text{OH}^-$ ). Esgotos e efluentes usualmente têm alcalinidades altas devido à presença de silicatos e fosfatos. Valores de alcalinidade em águas superficiais raramente excedem  $500\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ . Águas com alta alcalinidade são indesejáveis, por causa da excessiva dureza ou altas concentrações de sais de sódio (BRASIL, 2009).

A alcalinidade também reflete, em última instância, a capacidade de um ecossistema aquático em neutralizar ácidos a ele adicionados. Em geral consideram-se três tipos de alcalinidade, o primeiro tipo refere-se à concentração total de  $\text{OH}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  e  $\text{HCO}_3^-$  (alcalinidade total), o segundo de  $\text{OH}^-$  e  $\text{CO}_3^{2-}$  (alcalinidade a fenolftaleína) e o terceiro à concentração de  $\text{CO}_3^{2-}$  e  $\text{HCO}_3^-$  (alcalinidade de carbonato) (ESTEVES, 1998).

Águas que apresentam alcalinidade menor que  $20\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de  $\text{CaCO}_3$  possuem baixo poder tamponante, a faixa ideal está em concentrações entre 20 a  $300\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de  $\text{CaCO}_3$  (MACÊDO, 2007).

#### 4.5.6 Dureza

Sua origem é dada pela dissolução de minerais contendo cálcio ( $\text{Ca}^{+2}$ ) e magnésio ( $\text{Mg}^{+2}$ ), em condições de supersaturação, esses cátions reagem com ânions na água, formando precipitados, ou através de natureza antropogênica, com o lançamento de efluentes de mineração nos corpos d'água (MACÊDO, 2007).

Esse autor cita que em águas naturais os valores de dureza total e alcalinidade total se equiparam, sendo que as concentrações de  $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{Mg}^{+2}$  se encontram associados aos íons bicarbonatos e carbonatos. Quando a alcalinidade é alta e a dureza é baixa, parte dos íons bicarbonatos e carbonatos estão associados aos íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$ , e quando a dureza supera a alcalinidade partes dos íons  $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{Mg}^{+2}$  podem estar associados a sulfatos, nitratos, cloretos e silicatos.

Em termos de tratamento e abastecimento público, segundo Von Sperling (2005), a água pode ser enquadrada como sendo:

- a) dureza  $< 50\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de  $\text{CaCO}_3$ : água branda

- b) dureza entre  $50\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de  $\text{CaCO}_3$  e  $150\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de  $\text{CaCO}_3$ : dureza moderada
- c) dureza entre  $150\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de  $\text{CaCO}_3$  e  $300\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de  $\text{CaCO}_3$ : água dura
- d) dureza  $> 300\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de  $\text{CaCO}_3$ : água muito dura

#### 4.5.7 $\text{CO}_2$ livre

O dióxido de carbono ou gás carbônico pode ser encontrado no meio aquático sob as formas  $\text{CO}_2$  livre e  $\text{HCO}_3^-$  (ion bicarbonato) para pH entre 4,5 a 8,3, e  $\text{CO}_3^{2-}$  (ion carbonato) para pH superiores a 8,3. Como o gás carbônico é altamente solúvel em água pode haver uma diminuição do pH do sistema (MACÊDO, 2007).

O dióxido de carbono é relacionado como o pH porque ao reagir com a água produz o íon hidrogênio (ácido), e durante o dia, a remoção de dióxido de carbono pelo uso na fotossíntese pelas plantas aquáticas causando elevação do pH. Durante a noite para a fotossíntese e o dióxido de carbono acumula na água e gera acidez, e isto causa o declínio do pH (TEODORO; SANTOS, 2009).

#### 4.5.8 Oxigênio dissolvido (OD)

O Oxigênio Dissolvido refere-se à quantidade de  $\text{O}_2$  dissolvido em cada litro de água. Com a determinação do OD é possível detectar impactos ambientais, como eutrofização e poluição orgânica (TUCCI, 1998).

A introdução do OD no ambiente aquático se dá através da dissolução do oxigênio atmosférico, fotossíntese e de forma artificial através de aeradores. O aumento de temperatura e pressão contribuem com a diminuição da solubilidade do oxigênio na água (ESTEVES, 1998).

Valores altos significam uma alta capacidade de suporte para autodepuração e para processos aeróbios principalmente no metabolismo dos micro-organismos aeróbios que habitam as águas naturais (DORIGON; STOLBERG; PERDOMO, 2008; TEODORO; SANTOS, 2009).

Por outro lado, a quantidade pluviométrica também causa alterações neste parâmetro, dias seguidos de chuva diminuem o OD devido ao aumento de matéria orgânica. Durante a estabilização da matéria orgânica as bactérias fazem uso do oxigênio em seus processos respiratórios, reduzindo a disponibilidade do mesmo no meio aquático (VON SPERLING, 2005).

Para Tucci (1998), o oxigênio dissolvido é um parâmetro importante na análise de poluição de rios porque, além de manter as condições de vida dos seres aquáticos e organismos, influencia na decomposição aeróbica do despejo poluidor. Quando se despeja grandes quantidades de substâncias como esgoto doméstico e resíduos industriais, ocorre o esgotamento do oxigênio, iniciando assim o processo de decomposição anaeróbica.

#### **4.5.9 Matéria orgânica (MO)**

A matéria orgânica é responsável pelo consumo de oxigênio dissolvido na água e pelos microrganismos decompositores. Os principais componentes orgânicos são os compostos de proteína, os carboidratos, a gordura e os óleos, além da ureia, surfactantes, fenóis e pesticidas (VON SPERLING, 2005).

#### **4.5.10 Nitrogênio amoniacal**

O parâmetro Nitrogênio Amoniacal é dada por duas substâncias nitrogenadas, a amônia ( $\text{NH}_3$ ) e o íon amônio ( $\text{NH}_4$ ). Sua origem é dada por compostos biológicos, degradação do material orgânico, chuvas, despejos domésticos e industriais, dejetos de animais e fertilizantes.

O nitrogênio é responsável pelo crescimento de algas, e em elevadas concentrações pode ocasionar um processo de eutrofização de lagos e represas. Nos processos bioquímicos de conversão da amônia a nitrito e desse a nitrato, implica no consumo de oxigênio dissolvido (VON SPERLING, 2005; FOLLADOR, 2010).

As microbacias hidrográficas localizadas no meio rural sofrem com o despejo de fertilizantes utilizados em plantações, estes na maioria das vezes possuem nitrogênio em sua composição, provocando eutrofização e empobrecimento do oxigênio dissolvido no meio aquático (MAIER, 2007).

Segundo Santos e Hernandez (2013) e Dorigon, Stolberg e Perdomo (2008), em termos de padrão de qualidade, a concentração limite do nitrogênio amoniacal varia em função do pH, em solos ácidos o íon amônio sofre o processo de nitrificação, que consiste na conversão de nitrogênio amoniacal a nitrito e este a nitrato.

A determinação da forma predominante do nitrogênio pode fornecer informações sobre o estágio de poluição, se é recente encontra-se elevada quantidade de nitrogênio amoniacal, caracterizando a existência de matéria orgânica

sendo decomposta e diminuição de oxigênio, se a poluição é remota encontra-se mais nitrito ou nitrato (ARAÚJO et al., 2007).

#### **4.5.11 Ferro e manganês**

O ferro e o manganês estão presentes nas formas insolúveis ( $\text{Fe}^{+3}$  e  $\text{Mn}^{+4}$ ) em vários tipos de solo (VON SPELING, 2005).

As principais fontes naturais para o ambiente aquático são o intemperismo das rochas que compõem a bacia de drenagem, a erosão de solos ricos nesses materiais e fontes antrópicas como carreamento de solos agrícolas (ESTEVES, 1998; PIVELLI; KATO, 2006; OLIVEIRA FILHO; DUTRA; CERUTI, 2012). Efluentes de mineração também são fontes de contaminação de metais como ferro e manganês (MACÊDO, 2007).

Fatores como pH, temperatura e potencial redox podem alterar as concentrações destes dois elementos. Para  $\text{pH} < 7,5$  em baixas concentrações de oxigênio e em baixo potencial redox ocorre inteira redução do estado  $\text{Fe}^{+3}$  a  $\text{Fe}^{+2}$ . O manganês é extremamente sensível às variações de pH, a elevação deste causa a redução na concentração do metal (ARAÚJO et al., 2007).

Teores elevados de ferro e Manganês são encontrados em águas superficiais com presença de matéria orgânica, onde o ferro se encontra ligado ou combinado em estado coloidal (RICHTER; AZEVEDO NETTO, 1991). Estes metais formam compostos coordenados com a matéria orgânica formando complexos orgânicos e quelatos aumentando a solubilidade do ferro e do manganês.

Para o abastecimento público traz diversos problemas, confere cor e sabor à água, provoca manchas em roupas e utensílios sanitários, provoca incrustações em canalizações e proliferação de ferrobactérias, provocando a contaminação biológica da água na própria rede de distribuição (ALVES, 2012; MORUZZI; REALI, 2012).

Os metais também são agentes tóxicos para a saúde e por terem características de se acumularem, atrapalham as reações enzimáticas, gerando uma sintomatologia ampla e que, muitas vezes, passa despercebida pelos médicos. Excessivas doses de Mn, por exemplo, causa bronquite aguda, asma brônquica, pneumonia, agressividade, insônia, alucinações e Parkinson. Altas doses de Fe causam vômitos, diarreia e problemas intestinais, sendo que elevados níveis desse metal têm sido encontrados em cérebros de pacientes acometidos por diferentes

desordens neurodegenerativas, tais como as doenças de Parkinson e Alzheimer (LIMA et al., 2008; MARTINS, 2003).

#### 4.5.12 Coliformes

Entre os materiais em suspensão na água estão presentes organismos que, conforme sua natureza tem grande significado para os sistemas de abastecimento de água.

Para Von Sperling (2005), os principais indicadores de contaminação fecal comumente utilizado são:

O **grupo de coliformes totais** constitui-se em um grande grupo de bactérias que têm sido isoladas de amostras de águas e solos poluídos e não poluídos, bem como de fezes de seres humanos e outros animais de sangue quente.

Os **coliformes termotolerantes** são grupos de bactérias indicadoras de organismos originários do trato intestinal humano e outros animais. O teste para este grupo é feito a uma elevada temperatura, na qual o crescimento de bactérias de origem não fecal é suprimido. A ***Escherichia coli*** é uma bactéria pertencente a este grupo.

#### 4.5.13 Agroquímicos

Os agroquímicos ou comumente chamados de “agrotóxicos”, são substâncias químicas que tem por finalidade o controle e eliminação de pragas e doenças das plantas. São classificados de acordo com seu grau de toxicidade e de acordo com sua função, indo do extremamente tóxico ao pouco tóxico. Também podem ser classificados de acordo com o diagnóstico de intoxicação para aplicação específica, como sendo inseticidas, herbicidas, fungicidas e outros grupos (combate a roedores, ácaros, nematóides, moluscos, insetos e bactérias) (SANTOS, 2013).

Estes são legalmente definidos pela Lei n° 7802/1989 que dispõe sobre temas relacionados aos agroquímicos como registro, comercialização, fiscalização, disposição final de embalagens, entre outros (BRASIL, 1989).

Os agroquímicos são transportados através do escoamento superficial ou pelo perfil do solo através de processos de lixiviação, sorção, degradação química, degradação biológica e volatilização, contaminando reservatórios, rios, lagos e até mesmo o lençol freático. (REBELO; CALDAS, 2014).

Segundo Santos (2013), à exposição a essas substâncias causa vários prejuízos à saúde, como intoxicações agudas, irritação de pele e mucosas, náuseas, vômitos, desorientação, insuficiência respiratória, hemorragias, convulsões, mal formações congênitas, coma, morte, ansiedade, depressão, transtornos psiquiátricos, levando em alguns casos ao suicídio.

No estado do Rio Grande do Sul, estudos realizados em regiões orizícolas têm detectado resíduos de agrotóxicos em seus mananciais provenientes da água de drenagem das lavouras de arroz, sendo assim indispensável o monitoramento e a avaliação dos impactos do uso destas substâncias em sistemas de produção agropecuários, pelo poder nocivo à saúde humana e ao meio ambiente (GOMES; BARIZON, 2014).

#### **4.6 A Legislação Federal e Estadual para os padrões de qualidade da água**

A bacia hidrográfica vem sendo adotada como unidade de planejamento e gestão ambiental, regulamentada pela Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro 1997 (BRASIL, 1997), que estabeleceu a Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH) e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh), e prevê a utilização racional e integrada dos recursos hídricos e assegura a disponibilidade de água em padrões de qualidade adequados.

Ao existir a necessidade de preservar a integridade da saúde pública e dos recursos hídricos, o Ministério do Meio Ambiente estabeleceu normas de enquadramento da água, através do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), na resolução nº 357, de 17 de março de 2005, alterada pela Resolução 410/2009 (BRASIL, 2009) e pela 430/2011 (BRASIL, 2011):

Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências (BRASIL, 2005).

Através desta resolução, as águas brasileiras foram divididas em águas doces (salinidade < 0,05%), salobras (salinidade entre 0,05% e 3%) e salinas (salinidade > 3%), e estas são classificadas segundo padrões de qualidade requerida em função dos tipos de uso. Por exemplo, para águas doces, as classes e tipos de uso estão dispostos na Figura 1.

<b>Águas Doces</b>		
<b>Classes</b>	<b>Tipo de Uso</b>	
Especial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abastecimento para consumo humano, com desinfecção;</li> <li>• Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas;</li> <li>• Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.</li> </ul>	Maior Exigência
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;</li> <li>• Proteção das comunidades, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme resolução CONAMA nº 274, de 2000;</li> <li>• 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;</li> <li>• Proteção das comunidades aquáticas em terras indígenas.</li> </ul>	
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;</li> <li>• Proteção das comunidades aquáticas;</li> <li>• Recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme resolução CONAMA nº 274, de 2000;</li> <li>• 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;</li> <li>• Aquicultura e atividade de pesca.</li> </ul>	
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;</li> <li>• Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;</li> <li>• Pesca amadora;</li> <li>• Recreação de contato secundário;</li> <li>• Dessedentação de animais.</li> </ul>	
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Navegação;</li> <li>• Harmonia paisagística.</li> </ul>	

Figura 1 – Classes de uso das águas doces conforme a Resolução nº 357/2005 do CONAMA (BRASIL, 2005).

Fonte: adaptado de Brasil (2005)

Além dos requisitos desejados de qualidade de água, existe a necessidade de estabelecer padrões de qualidade embasados por suporte legal, e devem ser cumpridos por força da legislação pelos órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos (VON SPERLING, 2005).

Os padrões de qualidade das águas, segundo o Art. 7º da resolução do CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, estabelecem limites individuais para cada substância em cada classe, como exemplificado na Figura 2.

		Águas Doces				
Parâmetro	Unidade	Classes				
		Especiais <sup>(4)</sup>	1	2	3	4
Turbidez	U.N.T <sup>(1)</sup>		40	100	100	-
Cor	UH <sup>(2)</sup>		CN <sup>(3)</sup>	75	75	-
pH			6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0
Oxigênio Dissolvido	mg O <sub>2</sub> /L		≥ 6	≥ 5	≥ 4	≥ 2
Manganês	mg Mn/L		0,1	0,1	0,5	-
Ferro	mg Fe/L		0,3	0,3	0,5	
Nitrogênio Amoniacal	mg N/L		3,7 para pH ≤ 7,5 2,0 para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 para pH > 8,5	3,7 para pH ≤ 7,5 2,0 para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 para pH > 8,5		

NOTAS: 1) Unidade Hazen (mg Pt-Co/L).  
 2) Unidade Nefelemétrico de turbidez.  
 3) Cor Natural.  
 4) Nas águas de classe especial deverão ser mantidas as condições naturais do corpo de água

Figura 2 – Quadro exemplificativo dos padrões de qualidade da água para classe de uso das águas doces conforme a Resolução nº 357/2005 do CONAMA

Fonte: adaptado de Brasil (2005)

Além das disposições previstas no âmbito nacional pelo CONAMA, para preservar a saúde pública e os recursos naturais, quanto ao lançamento de efluentes líquidos, no estado do Rio Grande do Sul, o Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONSEMA) através da Resolução nº. 128, de 24 de novembro de 2006, “*dispõe sobre a fixação de Padrões de Emissão de Efluentes Líquidos para fontes de emissão que lancem seus efluentes em águas superficiais no estado do Rio Grande do Sul*” (RIO GRANDE DO SUL, 2006).

## **5 Materiais e métodos**

O suporte teórico consistiu em revisão de literatura que abordou temas relacionados com a qualidade da água e uso e ocupação da terra, assim como o manejo dos mesmos.

A metodologia envolveu a interpretação dos dados dos parâmetros de qualidade de água da bacia de contribuição arroio Moreira, coletados no ponto de captação da ETA Moreira, disponibilizados na forma de planilhas pelo laboratório da própria estação do período de janeiro de 2012 a janeiro de 2014.

Simultaneamente realizou-se um plano de monitoramento no período de abril a setembro de 2013 em quatro contribuintes deste arroio (Arroios Carneiro, Moinho, Pestanas (conhecido como arroio Berny pelos moradores da região) e Taquara, para verificar as alterações ocorridas nos parâmetros físico-químicos nesse período e a existência de influências dos mesmos no ponto de captação da ETA.

Os dados pluviométricos foram obtidos através da leitura de pluviômetro localizado na própria ETA.

### **5.1 Área de estudo**

A Estação de Tratamento de Água Moreira está localizada no município do Capão do Leão, a 1,5 km da rodovia que liga as cidades de Pelotas e Morro Redondo e distante cerca de 20 km da sede do município de Pelotas, com coordenadas geográficas de 31°42'3.50"S de latitude e 52°30'55.60"W de longitude, onde situa-se o ponto de represamento do Arroio Moreira, que está inserido na Bacia Moreira/Fragata (Figura 3). O barramento é feito através de uma comporta móvel de ferro fundido com queda d'água de 3,5m de altura.

A água bruta é captada diretamente do arroio, onde existe uma entrada gradeada provida de uma válvula tipo janela o qual serve para controlar a quantidade

de água, sendo esta conduzida através de uma adutora de ferro fundido, com diâmetro nominal de 600 mm para o processo de potabilização da água, que consiste em coagulação e floculação, decantação, filtração, desinfecção, fluoretação e neutralização de pH.

Atualmente a ETA Moreira produz aproximadamente 7 milhões de litros de água tratada por dia e alimenta os reservatórios R5 e R5T, distribuindo água para os bairros COHAB Guabiroba, Padre Réus, Simões Lopes, COHAB Gotuzzo, parte do bairro Fragata e Vilas São Jorge e São Francisco de Pádua (SANEP, 2012).

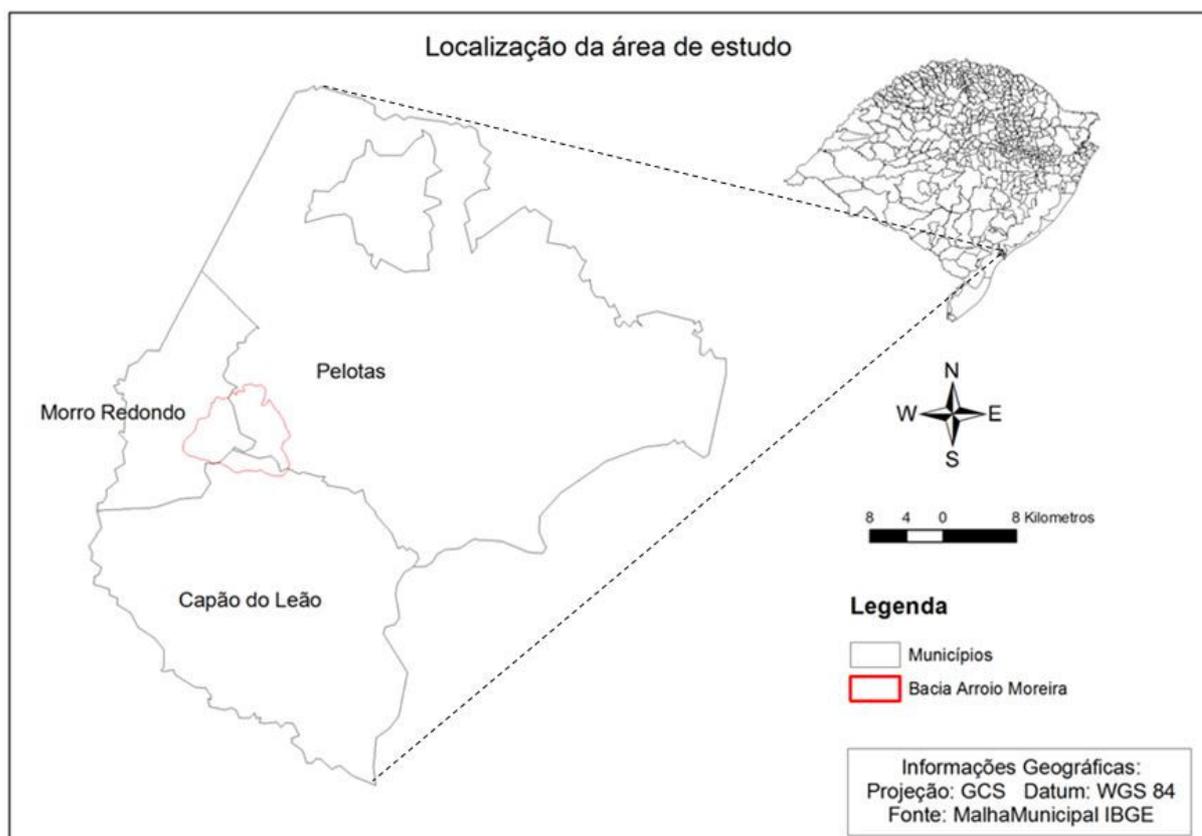


Figura 3 – Mapa de localização da Bacia de Contribuição do Arroio Moreira

## 5.2 Rede Hidrográfica e mapa de declividades

A ETA Moreira insere-se em um sistema representado pela captação de água bruta de uma bacia de contribuição com área de 7958,31ha, tendo uma extensão de talvegue de aproximadamente 12,5km, com declividade média de 0,0148m/m, segundo o mapa da rede hidrográfica da bacia gerada através da base cartográfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (WEBER; HASENACK, 2007). Esta mesma base foi empregada para gerar o mapa de declividades da bacia, possibilitando caracterizar o relevo. A classificação das declividades foi realizada a

partir de uma adaptação da que foi sugerida pela Embrapa (1999), como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Classes de relevo e respectivas faixas de declividades.

<b>Classes de relevo</b>	<b>Faixas de declividades (%)</b>
Plano	0 – 3
Suave ondulado	3 – 8
Ondulado	8 – 20
Forte Ondulado	20 – 45
Montanhoso	>45

Fonte: Adaptado de Embrapa (1999).

Para uma melhor análise das influências na qualidade da água da bacia de contribuição do arroio Moreira, a mesma foi dividida em cinco sub-bacias, considerando os pontos de coleta de água, nos seus quatro principais afluentes e na própria barragem. Desta forma, ficaram definidas as seguintes sub-bacias: 1- sub-bacia do Arroio Taquara; 2- sub-bacia do Arroio Moinho; 3- sub-bacia do Arroio Pestanas; 4- sub-bacia do Arroio Carneiro; e 5- sub-bacia Moreira como indicado na Figura 4.

## Mapa de hidrografia, pontos de coletas e estradas

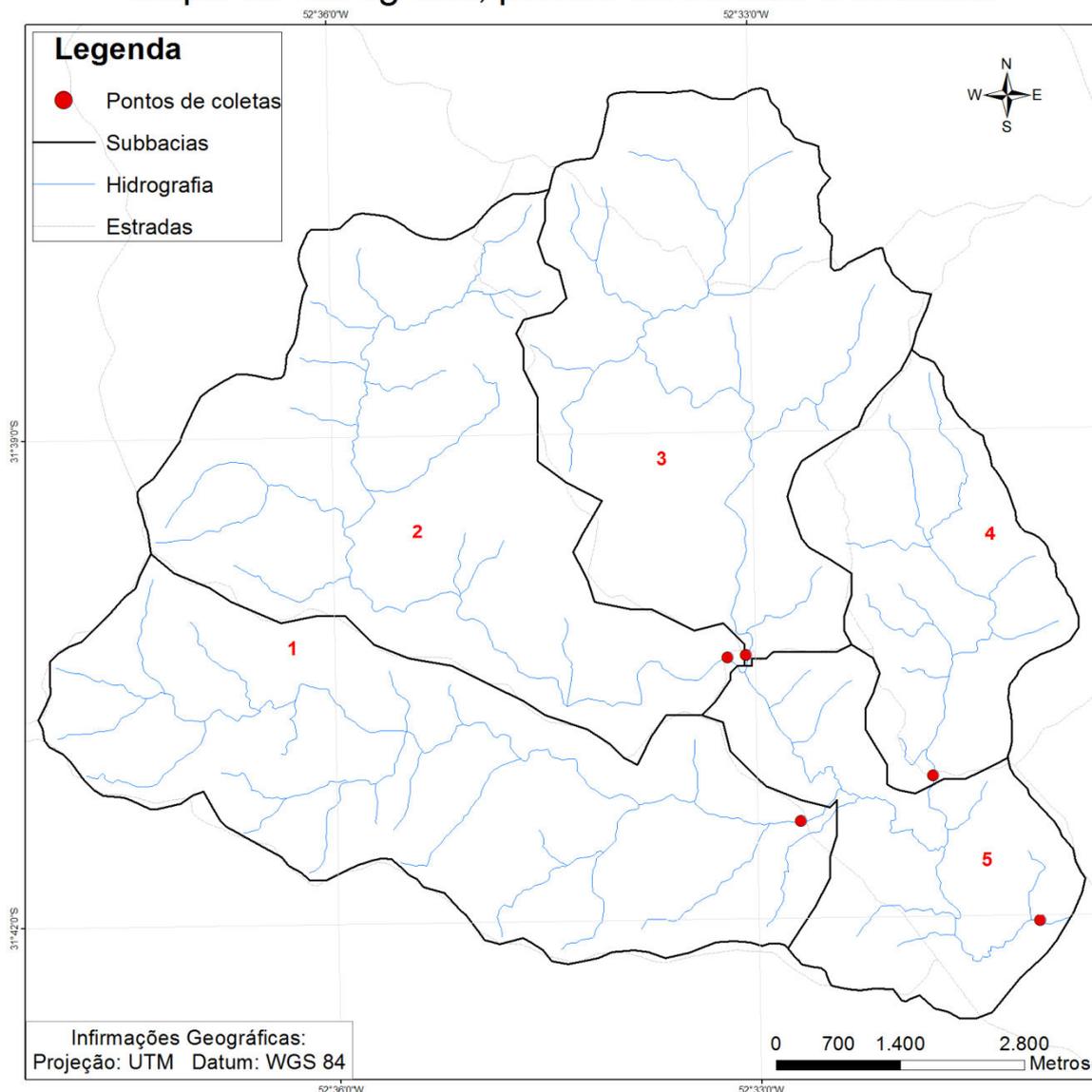


Figura 4 – Mapa da rede hidrográfica da bacia de contribuição da ETA Moreira e respectivas subbacias (adaptado de Weber e Hasenack, 2007).

### 5.3 Clima

Segundo a classificação climática pelo sistema de Köppen, a região da ETA Moreira, também chamada de “Hidráulica” é classificado como tipo Cfa, caracterizado como sendo temperado úmido com estações de verão e inverno bem definidas e temperatura média de 17,5°C. Possui pluviosidade significativa ao longo do ano mesmo em meses secos, com média anual de 1385mm. Recebe forte influência marítima caracterizando uma elevada umidade atmosférica por incluir-se numa região litorânea (XAVIER, 2010).

#### 5.4 Uso, cobertura da terra e tipos de solo

Para a classificação detalhada do uso e cobertura da terra, foram digitalizadas as áreas que se encontram em um raio de 100 metros ao redor dos cursos d'água, baseado nas determinações do Código Florestal Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012 que determina a existência de áreas de preservação permanente (APP's) a 100m dos dois lados do leito do curso d'água em locais onde existem estações de tratamento de água (BRASIL 2012). Posteriormente, estas informações foram transferidas para um Sistema de Informações Geográficas (SIG), para que fosse realizada a edição e quantificação das áreas e geração dos mapas de uso e cobertura da terra.

Para isto, realizou-se uma interpretação visual das imagens de alta resolução dos satélites da *DigitalGlobe Inc.*, disponibilizadas pelo *Google Earth™* (GOOGLE, 2013), seguida de digitalização de polígonos das diferentes classes em tela, no formato *kml*.

Primeiramente, foram digitalizadas em tela, individualmente, as categorias de uso e cobertura da terra para o ano de 2006 utilizando a opção de “*imagens históricas*” do software *Google Earth* (GOOGLE, 2013). Posteriormente foi confeccionado, da mesma forma, o plano de informações (PI) de uso e cobertura da terra para o ano de 2013.

Estes dados foram transferidos para um ambiente SIG, *ArcGis 9.3* (ESRI, 2008), e convertidos em *layers/shapefile* para permitir sua edição topológica, associação a um banco de dados geográfico, quantificação das áreas e geração dos mapas de uso e cobertura da terra para os dois períodos.

O sistema básico de classificação da cobertura e do uso da terra apresentado pelo IBGE (2013), foi utilizado como base para a classificação das áreas que compõem a bacia de contribuição da ETA Moreira. Algumas adaptações foram feitas na nomenclatura, a fim de melhor expressar o foco da classificação realizada. A seguir é apresentada a classificação utilizada, com a nomenclatura recomendada pelo IBGE entre parênteses:

- a) ETA: Estação de Tratamento de Água Moreira (área antrópica não agrícola);
- b) lavoura temporária: plantações de milho, soja, hortaliças, fumo, pomares de fruticultura (culturas temporárias);

- c) recursos hídricos: espaço ocupado pela água (águas continentais);
- d) campestre: onde se inclui as pastagens, vegetação rasteira e criação de animais (área campestre);
- e) construções: área construída e/ou urbanizada (áreas antrópicas não agrícolas);
- f) floresta: predomínio de mata nativa e vegetação ripária (área florestal);
- g) bancos de areia: áreas descobertas emergentes ou nas margens dos cursos d'água (áreas descobertas);
- h) mineração: presença de pedreira (áreas de mineração).
- i) silvicultura: eucalipto, pinus e acácia (silvicultura).

O levantamento dos tipos de solo existentes na área foi realizado através de inspeções de campo. Algumas imagens destes levantamentos são apresentadas no Apêndice A. A partir de informações contidas em Cunha e Silveira (1996), Cunha, Silveira e Severo (1996) e Streck et al. (2008) e das informações obtidas nas inspeções de campo, foi obtido o mapa dos tipos de solo, para a área de estudo.

As inspeções de campo também permitiram verificar a existência de impactos das atividades antrópicas e identificar pontos de degradação do solo. Posteriormente, foi avaliada a relação dos mesmos com alterações dos parâmetros físico-químicos da água.

## **5.5 Coleta das Amostras e Parâmetros Analisados**

As amostras de água, no ponto de coleta da ETA Moreira, foram coletadas de forma horária (totalizando 24 amostras diárias), e analisadas pelo laboratório da própria estação de tratamento, de acordo com as metodologias especificadas no anexo A.

A avaliação da qualidade da água foi realizada através da análise das médias diárias, do período de janeiro de 2012 a janeiro de 2014, da água bruta do arroio Moreira, no ponto de captação localizado a montante do ponto de represamento (Figura 5). Foram Analisados os seguintes parâmetros físico-químicos: Turbidez, Cor, pH, Dureza, Alcalinidade, CO<sub>2</sub> livre, Oxigênio Dissolvido e Matéria Orgânica. Os referidos dados foram disponibilizados em planilhas manuscritas pelo laboratório da ETA, sendo posteriormente digitados no Microsoft Office Excel versão 2007.

Também foram analisadas as médias diárias dos dados fornecidos pelo laboratório, relativos aos parâmetros Mn, Fe e Nitrogênio Amoniacal, no período de março de 2011 a janeiro de 2014.

Analisaram-se os mesmos parâmetros dos contribuintes do arroio Moreira, através de coletas mensais de amostras d'água, durante os meses de abril a setembro de 2013, para melhor avaliação de variações espaciais, tornando mais fácil a identificação de focos de degradação de recursos naturais e os possíveis agentes causadores de alteração nas características da água, ao longo dos corpos hídricos. As coletas foram realizadas próximo às pontes dos seguintes arroios: Carneiro (coordenadas  $31^{\circ}41'09,75''S$ ;  $52^{\circ}31'46,55''W$ ), a 2179m de distância da ETA Moreira (Figura 6), Moinho ( $31^{\circ}40'23,12''S$ ;  $52^{\circ}33'11,75''W$ ), a 4736m de distância da ETA Moreira (Figura 7), Pestanas ( $31^{\circ}40'23,38''S$ ;  $52^{\circ}33'04,37''W$ ), a 4607m de distância da ETA Moreira (Figura 8) e Taquara ( $31^{\circ}41'25,08''S$ ;  $52^{\circ}31'41,09''W$ ), a 3032m de distância da ETA Moreira (Figura 9).



Figura 5 – Vista do barramento do arroio Moreira - ETA Moreira e ponto de coleta de amostras.



Figura 6 – Vista da ponte sobre o Arroio Carneiro e ponto de coleta de amostras.



Figura 7 – Vista da ponte do Arroio do Moinho e ponto de coleta de amostras.



Figura 8 – Vista da ponte sobre o Arroio Pestanas e ponto de coleta de amostras.



Figura 9 – Vista da ponte sobre o Arroio Taquara e ponto de coleta de amostras.

Os resultados dos parâmetros de qualidade de água foram comparados aos padrões estabelecidos pela legislação para águas doces, conforme orientação contida no artigo 42 da resolução 357/2005 do CONAMA.

Deve ser ressaltado que, segundo o Art. 42 da Resolução do CONAMA, enquanto não são aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2 e as salinas e salobras como sendo de classe 1. Sendo assim, como ainda não houve enquadramento das águas do arroio Moreira e seus contribuintes, os mesmos serão considerados como águas doces de classe 2.

## **6 Resultados e discussão**

A seguir serão apresentados e discutidos os resultados dos levantamentos de caracterização, uso e ocupação dos solos na bacia da ETA Moreira, bem como do monitoramento das variações temporais dos parâmetros físico-químicos realizado no arroio Moreira e dos seus contribuintes. Os valores dos parâmetros monitorados foram comparados com os limites estabelecidos pela legislação, e verificaram-se as relações destes com o uso e cobertura da terra da região.

### **6.1 Uso, ocupação da terra e tipos de solo na bacia de contribuição da ETA Moreira**

A seguir serão discutidos o relevo, tipos de solo e ocupação da terra e seus usos na área de estudo.

#### **6.1.1 Relevo - Mapa de declividades**

Observando a Figura 10, verifica-se que a área da bacia de captação da ETA Moreira apresenta valores de declividades variando, principalmente, de 0 a 20%, caracterizando a maior parte da área nas classes de relevo plano a ondulado, de acordo com a classificação apresentada na Tabela 1.

## Mapa de declividade e hidrografia

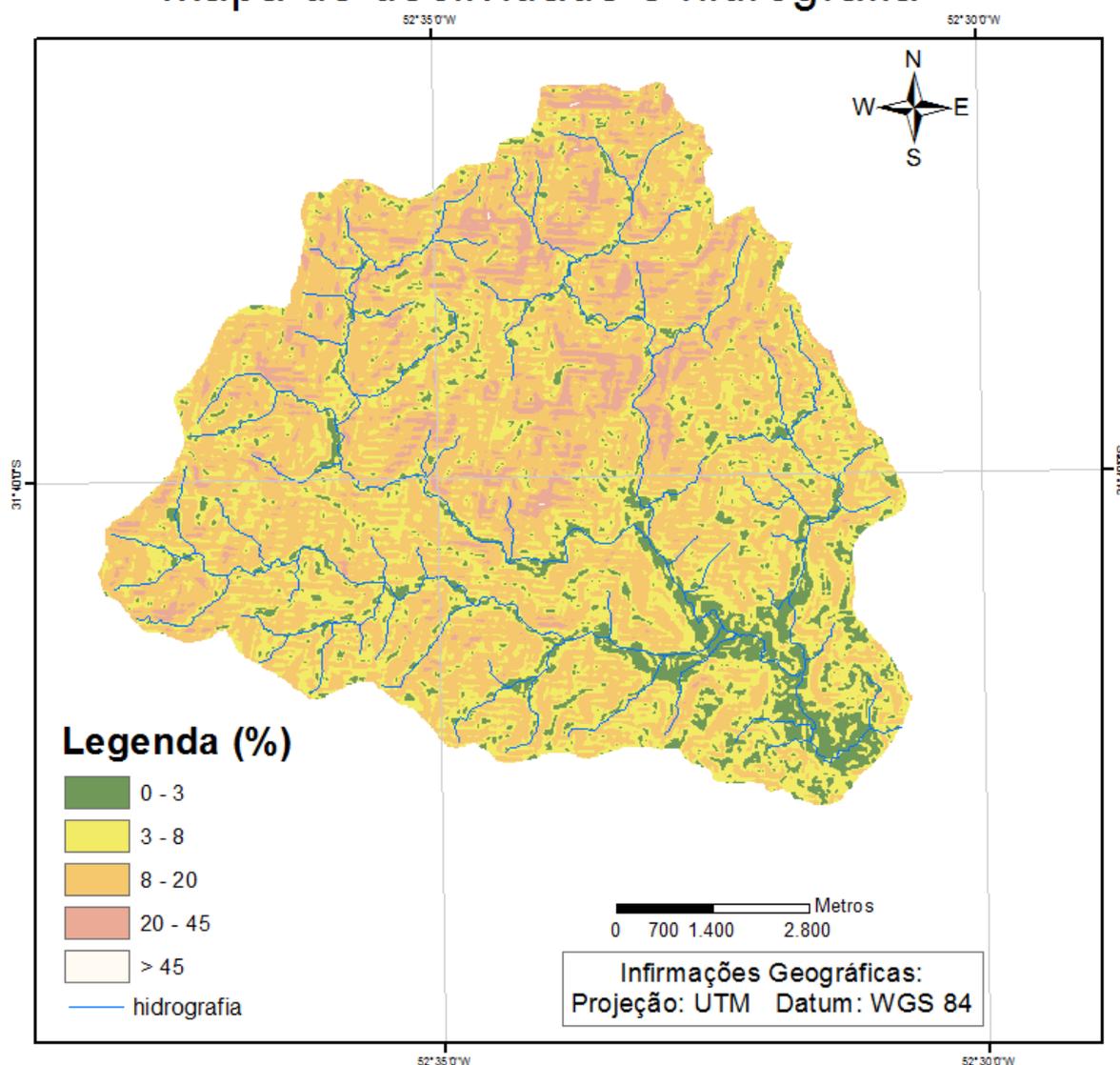


Figura 10 – Mapa de declividade (%) do terreno da bacia de captação da ETA Moreira (Pelotas-RS).

O mapa de declividades permite avaliar os riscos de erosão, o potencial de uso dos solos para agricultura e para a mecanização agrícola.

### 6.1.2 Tipos de Solos

A distribuição geográfica dos diferentes tipos de solos da área em estudo foi obtida a partir de informações contidas em Cunha e Silveira (1996), Cunha, Silveira e Severo (1996) e Streck et al. (2008), seguido de um trabalho de refinamento através das informações obtidas nas inspeções de campo. Os tipos de solos encontrados na bacia de contribuição da ETA Moreira são Argissolos, Neossolos, Planossolos e Gleissolos. A distribuição destes solos é apresentada na Figura 11.



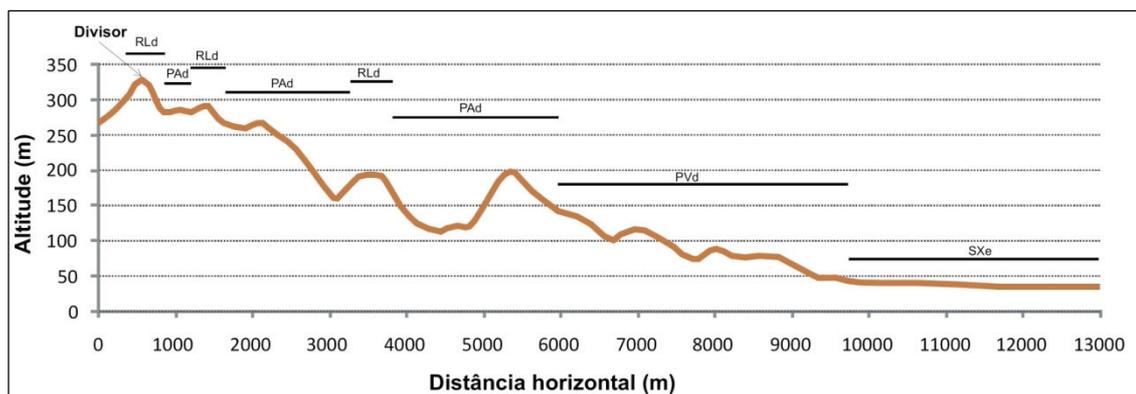


Figura 12 – Toposequência dos solos da bacia de contribuição da ETA Moreira ao longo do perfil topográfico A-B

Os **Argissolos** são predominantes na área de estudo, formando os solos da unidade PVd (Argissolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos) e a unidade principal da unidade PAd (Argissolos Amarelos e Bruno-Acinzentados) em associação com Neossolos Regolíticos. Na unidade PAd os solos são medianamente profundos a profundos e o relevo em que ocorrem varia de ondulado a forte ondulado (Figura 12 e Figura 13), com declividade média entre 8 e 10%, porém variando entre 1% e 20%. Na unidade PVd estes solos são profundos a muito profundos, ocorrendo em relevo suave ondulado a ondulado, com declividade média de 6% (1%-12%).

Cores vermelhas e vermelho-amarelas presentes nestes solos indicam ambientes de boa drenagem, as cores bruno-acinzentadas indicam uma drenagem moderada ou imperfeita, possibilitando certo grau de encharcamento em períodos de chuva prolongada. De maneira geral, as classes de Argissolo apresentam grande diversidade de características físicas e químicas. Possui forte acidez e são suscetíveis à erosão e degradação (STRECK et al., 2008). A Distribuição das unidades de solos na paisagem pode ser observada na Figura 13.

Os **Neossolos** encontram-se na região em menor proporção que os Argissolos, formando a unidade taxonômica secundária na unidade PAd (Neossolos Regolíticos típicos e lépticos) e as unidades principais na unidade RLd (Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos lépticos), sendo encontrados em relevo ondulado a forte ondulado (unidade PAd) e forte ondulado a montanhoso (unidade RLd), sendo que nessa última unidade ocorrem em associação com afloramentos de rochas, com declividade média acima de 20%. São solos constituídos por material mineral ou por material orgânico pouco espesso com pequena expressão dos processos pedogenéticos (não possuem horizonte B), com presença de material de origem no perfil (KONDO, 2008; STRECK et al., 2008) e profundidade variando de raso a pouco

profundos (Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos lépticos, respectivamente), podendo atingir profundidades maiores que 100cm no caso de Neossolo Regolíticos típicos (unidade PAd).

Os **Planossolos** são os solos predominantes nas áreas baixas da área (unidade SXe). São solos imperfeitamente ou mal drenados, encontrados em áreas de várzea, com relevo plano a suave ondulado. Nas baixadas, várzeas e áreas de depressões, sob condições de clima úmido, estes solos são verdadeiramente hidromórficos. No Rio Grande do Sul, os solos de várzea podem ser oriundos de uma grande variedade de materiais de origem: basaltos, arenitos, siltitos e granitos, os quais contribuem com óxidos de Fe e Mn (STRECK et al., 2008; GONÇALVES et al., 2011).

Os **Gleissolos** são encontrados em associação com os Planossolos na unidade SXe. São solos hidromórficos, mal ou muito mal drenados, constituídos por material mineral, e sujeitos a constante ou periódico excesso d'água. Comumente, desenvolvem-se em sedimentos recentes nas proximidades do cursos d'água e em materiais colúvio-aluviais, em áreas de relevo plano de terraços fluviais, lacustres ou marinhos e também em materiais residuais em áreas abaciadas e depressões. Caracteriza-se pela forte gleização em decorrência de umidade redutor que se processa em meio anaeróbio (lençol freático superficial), e implica na manifestação de cores acinzentadas, azuladas ou esverdeadas. Provoca também a redução e solubilização de ferro, promovendo translocação e reprecipitação dos seus compostos (KONDO, 2008).

Os solos hidromórficos são encontrados em áreas de baixada e depressões e apresentam má drenagem decorrente de presença de lençol freático permanente ou oscilante. Ocorrem quando se tem uma condição de saturação dos poros do solo por água, ligado ao arejamento deficiente que condiciona a decomposição lenta da matéria orgânica, provocando seu acúmulo e um ambiente de redução que transforma o Fe e o Mn em formas reduzidas (solúveis), sendo estes arrastados por lixiviação, podendo atingir os cursos de água (NETO, 2010).

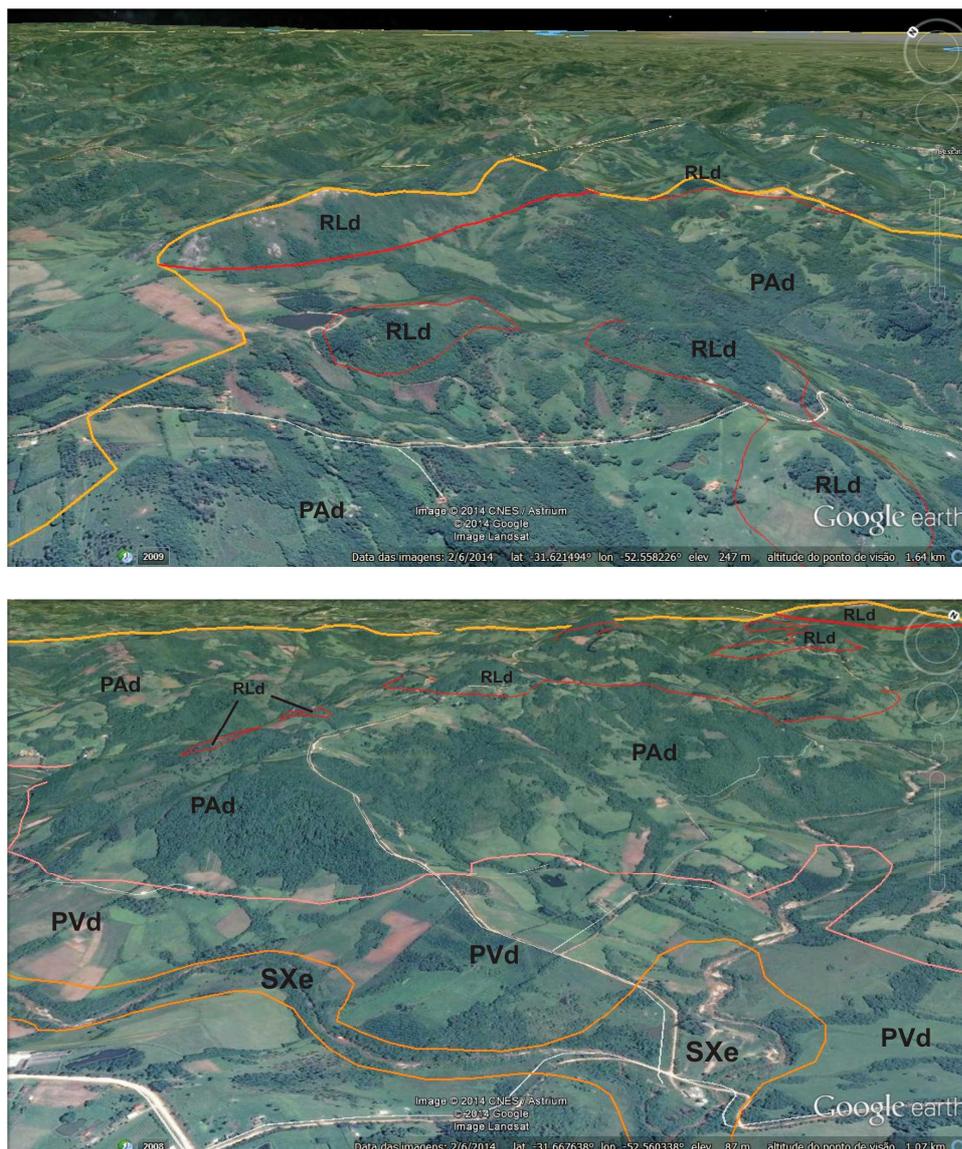


Figura 13 – Distribuição dos solos na paisagem: (a) unidades RLd e PAd e (b) SXe, PVd e PAd.

Fonte: Imagem Google earth – Junho/2014

O quantitativo dos solos nas sub-bacias e seus percentuais estão dispostos nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2 – Quantitativo Geral dos solos das sub-bacias:

Sub-bacia	Unidades de solo				Total	
	SXe	PVd	PAd	RLd		
	----- ha -----					
1	Taquara	75,21	1113,47	938,62	0,00	2127,30
2	Moinho	40,98	228,67	1787,45	34,20	2091,30
3	Pestanas	19,39	117,34	1572,78	227,18	1936,70
4	Carneiro	69,70	589,11	231,71	0,00	890,52
5	Moreira	284,77	616,26	11,47	0,00	912,49
	<b>Total</b>	490,04	2664,85	4542,03	261,38	7958,31

Tabela 3 – Percentual do quantitativo dos solos por sub-bacia:

Sub-bacia		Unidades de solo			
		SXe	PVd	PAd	RLd
		----- % -----			
1	Taquara	3,54	52,34	44,12	0,00
2	Moinho	1,96	10,93	85,47	1,64
3	Pestanas	1,00	6,06	81,21	11,73
4	Carneiro	7,83	66,15	26,02	0,00
5	Moreira	31,21	67,54	1,26	0,00

### 6.1.3 Uso e ocupação da terra

A distribuição geográfica dos diferentes usos e coberturas da terra, em um limite de 100m ao redor dos cursos d'água, está apresentada na Figura 14, sendo que os quantitativos das áreas e o respectivo percentual relativo a cada classe são apresentados na Tabela 4.

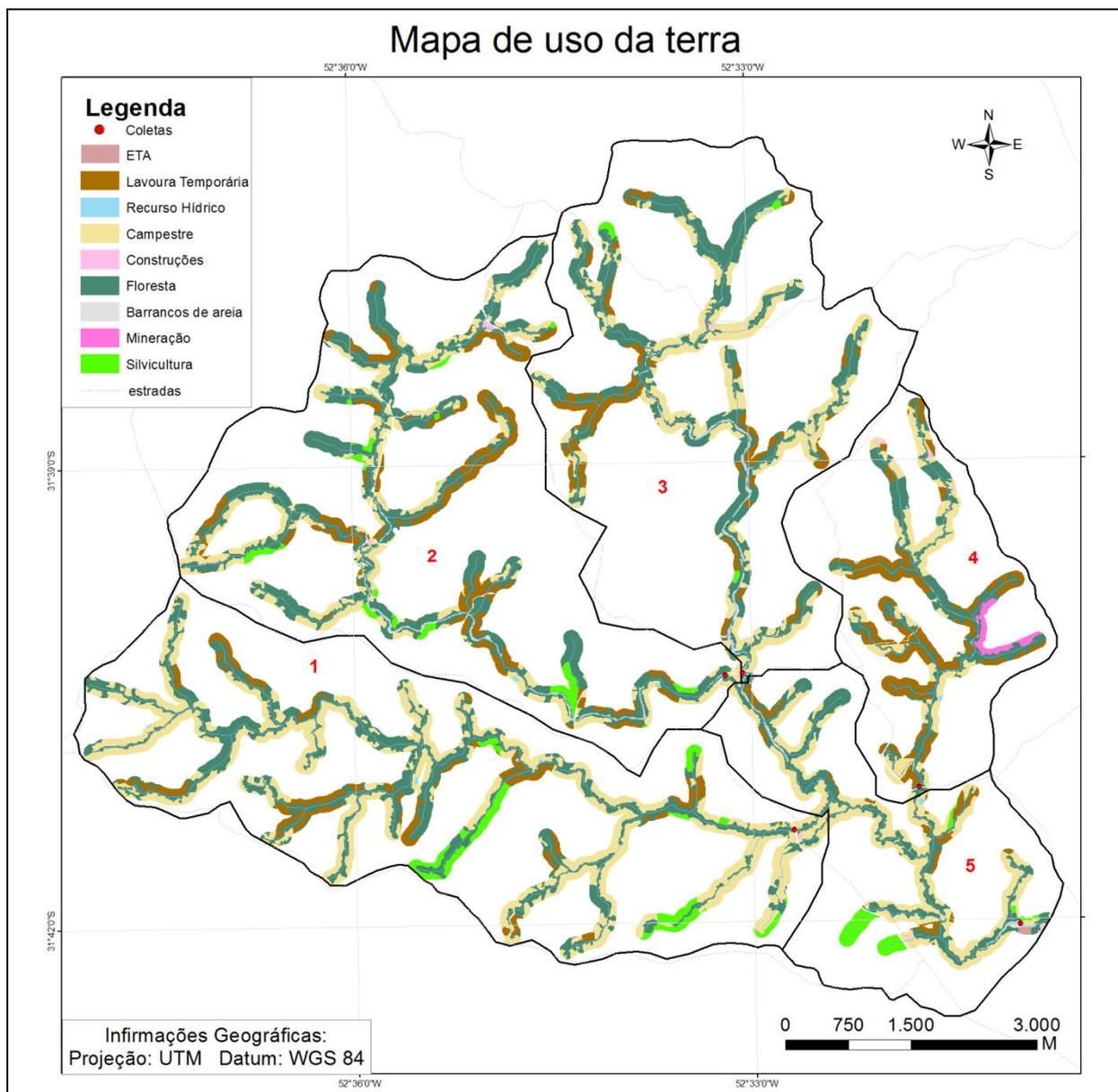


Figura 14 – Mapa do uso e cobertura da terra da bacia de contribuição ETA Moreira em um raio de 100m ao redor dos cursos d'água.

Tabela 4 – Classes de usos e cobertura da terra e respectivas áreas ocupadas em um raio de 100m ao redor dos cursos d'água na bacia de contribuição ETA Moreira

<b>Classes</b>	<b>Área Ocupada (ha)</b>	<b>%</b>
<b>ETA</b>	1,346	0,1
<b>Lavoura Temporária</b>	331,467	14,7
<b>Recurso Hídrico</b>	3,577	0,2
<b>Campestre</b>	838,828	37,3
<b>Construções</b>	4,618	0,2
<b>Floresta</b>	940,370	41,8
<b>Bancos de Areia</b>	29,845	1,3
<b>Mineração</b>	10,323	0,5
<b>Silvicultura</b>	87,701	3,9
<b>Total</b>	<b>2248,075</b>	<b>100,0</b>

Na Tabela 5 apresentam-se a quantificação das áreas em um raio de 100m ao redor dos cursos d'água, em função do uso e cobertura da terra em cada sub-bacia.

Tabela 5 – Uso e ocupação da terra em um raio de 100m ao redor dos cursos d'água para as Sub-Bacias avaliadas

<b>Uso e Ocupação</b>	<b>Sub-bacia</b>				
	<b>1 Taquara</b>	<b>2 Moinho</b>	<b>3 Pestanas</b>	<b>4 Carneiro</b>	<b>5 Moreira</b>
	-----ha-----				
<b>ETA</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	1,35
<b>Lavoura Temporária</b>	68,65	102,95	59,92	81,85	18,31
<b>Recurso Hídrico</b>	1,02	0,95	0,33	0,78	0,50
<b>Campestre</b>	334,08	151,32	155,16	69,92	128,35
<b>Construções</b>	0,39	1,52	0,70	1,42	0,6
<b>Floresta</b>	258,16	276,53	212,98	101,11	91,59
<b>Bancos de areia</b>	0,00	11,90	12,06	0,81	5,07
<b>Mineração</b>	0,00	0,00	0,00	10,32	0,00
<b>Silvicultura</b>	39,74	25,07	4,18	0,00	18,71

Com base nas informações contidas na Tabela 5, verifica-se que nas sub-bacias 1 e 5, correspondentes aos arroios Taquara e Moreira, respectivamente, a classe predominante é a campestre, na sub-bacia 2, 3 e 4 correspondentes aos arroios Moinho, Pestanas e Carneiro predomina a classe floresta.

Mesmo com um maior percentual de área classificada como floresta, a grande presença de pastagens e lavoura como demonstrado nas ilustrações do apêndice B, indica vulnerabilidade ambiental no entorno dos cursos d'água. Por apresentar solos rasos do tipo planossolo, possuem baixa permeabilidade tornando-se muito suscetíveis à erosão (FUNCEME, 2014).

Na bacia de contribuição da estação de tratamento Moreira são identificadas áreas visíveis de bancos de areia, sendo que o mesmo ocorre ao longo dos contribuintes do arroio Moreira, principalmente nos arroios Moinho e Pestanas (apêndice B), evidenciando a falta de mata ciliar para conter o solo, ocasionando o arraste de sedimentos para dentro corpo d'água, alterando assim a sua qualidade.

A atividade mineradora ocorre na região desde agosto de 2012 (Figura 15). Consiste no decapeamento, desmonte da rocha com uso de explosivos, carregamento e transporte do minério e seu posterior beneficiamento, utilizados na duplicação da rodovia do contorno de Pelotas, que vai da ponte do Retiro (BR-116) ao Canal São Gonçalo (BR-392). Tal atividade pode ser responsável por impactos ambientais, pois interfere diretamente no meio ambiente como descrito nos trabalhos de Bonumá (2006), Milani et al. (2010) e Patrício, Silva e Ribeiro (2013), principalmente por esta estar situada junto ao arroio Carneiro, um dos contribuintes do arroio Moreira, além da supressão da mata nativa existente no local, contribuindo com a deterioração do curso d'água.



Figura 15 – Extração de minério no Passo da Micaela localizado nas margens do arroio Carneiro

## **6.2 Análises dos parâmetros físico-químicos do Arroio Moreira e seus contribuintes**

A seguir serão apresentados e discutidos os valores dos parâmetros físico-químicos da água do Arroio Moreira e seus contribuintes, durante o período de análise.

### **6.2.1 Turbidez**

Analisando as médias diárias dos valores de turbidez da água de captação do arroio Moreira observou-se que se encontram abaixo dos limites estabelecidos pela

resolução 357/2005 do CONAMA, estando em conformidade com a mesma. Alterações neste parâmetro ocorreram nos períodos de chuva como está apresentado na Figura 16, onde pode ser observado que as médias diárias mais elevadas ocorreram no ano de 2013, que foi de maior precipitação, exceto em dezembro quando ocorreram apenas três dias de chuva durante o mês. No ano de 2012 ocorreram valores mais baixos, principalmente nos períodos de estiagem observados nos meses de março (36mm), abril (53mm) e maio (5mm).

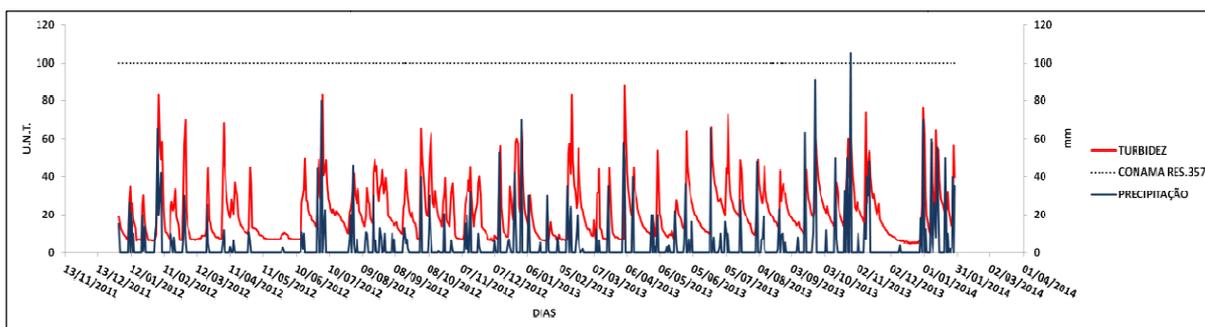


Figura 16 – Médias diárias dos valores de turbidez e precipitação pluvial para o arroio Moreira no período de janeiro de 2012 a janeiro de 2014.

Essa relação de turbidez com a precipitação também foi encontrada em trabalhos realizados por Buzelli e Cunha-Santino (2013), Santos et al. (2013), Santos e Hernandez (2013) e Medronha et al. (2013), que encontrou turbidez alta no Canal São Gonçalo também pela carga de matéria orgânica e inorgânica particulada, micro-organismos, plânctons, além de fragmentos de argila, silte e sedimentos em suspensão devido à turbulência das águas.

Considerando as análises feitas nos contribuintes do arroio Moreira notou-se de maneira geral comportamentos semelhantes, aumentando a turbidez em função da pluviosidade (Figura 17).

O arroio Moreira comparando com seus contribuintes se encontra com os valores mais elevados de turbidez durante o período de análises, devido a ser o que recebe a contribuição de todos os outros arroios.

Valores mais elevados são percebidos nos arroios Carneiro e Taquara. O arroio Taquara se deve por ser a de maior área campestre com criação de gado e silvicultura e o arroio Carneiro caracteriza-se pela presença de área agricultada e presença de mineradora, possibilitando um maior aporte de sedimentos para o manancial.

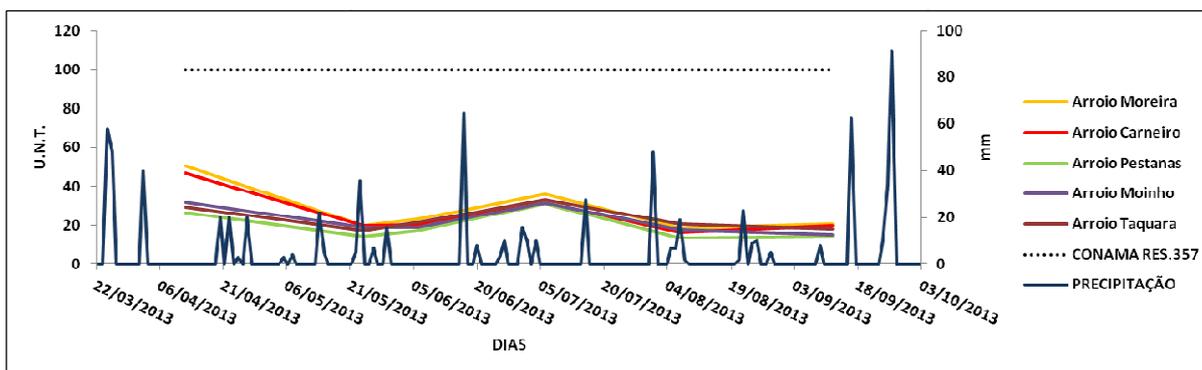


Figura 17 – Valores de turbidez e precipitação pluvial para os arroios Moreira, Carneiro, Pestanas, Moinho e Taquara nos meses de abril a setembro de 2013.

### 6.2.2 Cor

Segundo a análise dos dados de cor, observou-se que durante os meses de pesquisa, os valores encontraram-se acima do permitido pela resolução nº 357 de 2005 do CONAMA, havendo um aumento no ano de 2013, apresentando 86,2% dos dias em desacordo com o limite estabelecido (Figura 2). Esta situação deve ser consequência dos altos índices de ferro e manganês encontrados na água, a atividade da pedreira e da pluviosidade como pode ser verificado na Figura 18.

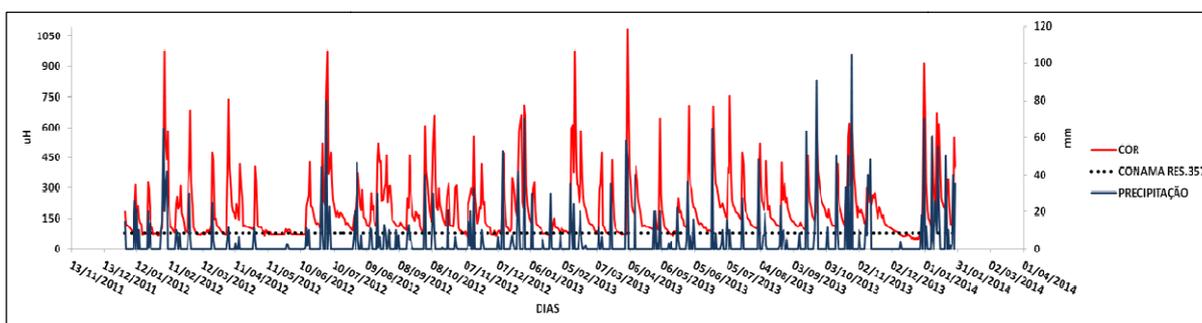


Figura 18 – Precipitação pluvial e médias diárias dos valores de cor para o arroio Moreira no período de janeiro de 2012 a janeiro de 2014.

Tabela 6 – Porcentagem de dias em que os valores de cor ultrapassaram os valores estabelecidos pelo CONAMA nº357/2005 para águas doces da classe 2.

Parâmetro	Dias (%)		
	2012	2013	Janeiro de 2014
<b>Turbidez (UNT)</b>	83,56	88,22	100
<b>Total nos 3 anos</b>		86,2	

Valores de cor aparente acima do limite estabelecido foram encontrados por Bretas (2009), em seu trabalho realizado sobre a microbacia do Arroio Moreira/Fragata no qual estavam incluídos os arroios Moinho, Pestanas, Taquara e ETA Moreira. Sua justificativa para o alto índice encontrado foi a grande pluviosidade no período estudado, provocando aumento no volume de água em toda a Microbacia,

que aliado aos lançamentos de efluentes das agroindústrias localizadas nas proximidades do arroio Moreira/Fragata justificariam esses altos índices de cor aparente.

O arroio Moreira comparando com seus contribuintes encontrou-se com os valores mais elevados de cor durante o período de análises, e todos os arroios encontraram-se acima do permitido pelo CONAMA como demonstrado na Figura 19.

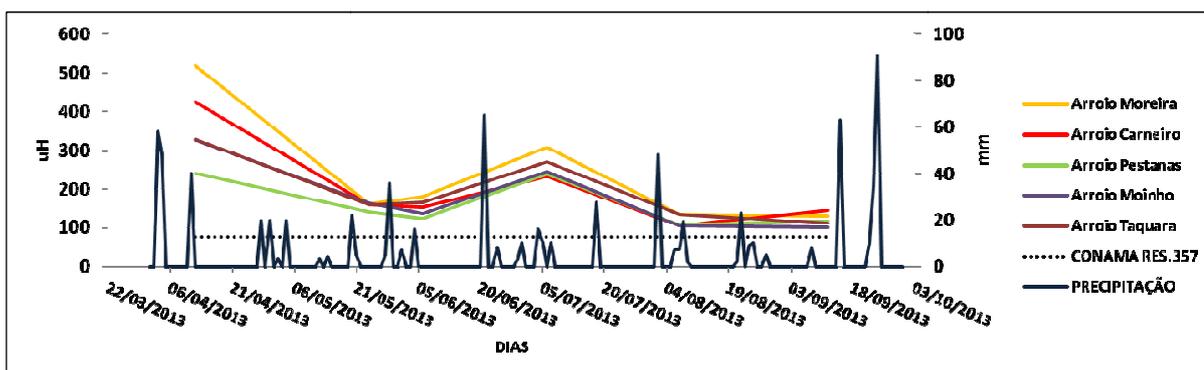


Figura 19 – Valores de cor e precipitação pluvial para os arroios Moreira, Carneiro, Pestanas, Moinho e Taquara nos meses de abril a setembro de 2013.

### 6.2.3 pH

Os valores encontrados para o pH nas análises realizadas nos anos estudados variam em torno de 7, considerado neutro, sem significativas variações ao longo do tempo e estando em conformidade com a resolução nº 357 de 2005 do CONAMA.

Apresentaram nos meses de janeiro a julho pH mais ácido, entorno de 6,6 a 6,8, em meses de estiagem, houve uma elevação de pH, chegando a 7,2 no mês de dezembro de 2013, como demonstrado na Figura 20.

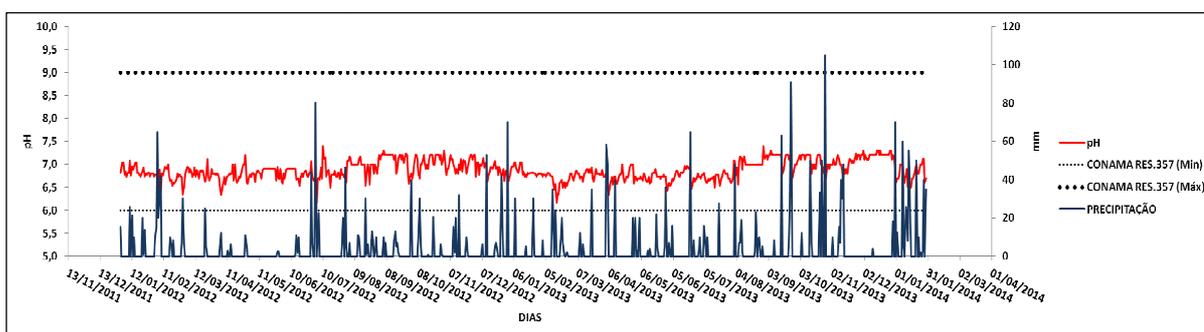


Figura 20 – Médias diárias dos valores de pH e precipitação pluvial para o arroio Moreira no período de janeiro de 2012 a janeiro de 2014.

Em trabalho realizado por Santos et al. (2013), no rio Catolé na Bahia, em diferentes épocas, os valores de pH quantificados ficaram entre 5,7 e 7,1. Santos e Hernandez (2013) encontraram valores semelhantes em seus trabalhos.

Medronha et al. (2013) em seu estudo realizado no Canal São Gonçalo em Pelotas/RS e Coradi, Fia e Pereira-Ramirez, (2009) na Lagoa dos Patos também encontraram o pH em torno de 7,0, valores estes adequados à manutenção da vida aquática. Valores semelhantes de pH também foram encontrados por Bretas (2009), na região sul do Rio Grande do Sul.

Considerando as análises feitas nos contribuintes do arroio Moreira, os cinco arroios tiveram comportamentos semelhantes em relação ao pH. Os arroios Pestanas, Carneiro e Moreira obtiveram maior acidez nas análises realizadas.

Os valores de pH encontraram-se entre os limites inferior e superior estabelecidos pela resolução nº 357 de 2005 do CONAMA, em todas as coletas, exceto no arroio Carneiro, em junho de 2013, apresentando um valor de 5,8, sendo que o limite mínimo estabelecido é 6,0. Acredita-se que esta ocorrência esteja relacionada ao fato da coleta da amostra ter sido realizada após a ocorrência de chuvas e à existência de pedreira na localidade desse arroio, causando alterações nesse parâmetro. Houve um aumento de pH em todos os arroios em agosto e em setembro devido a vários dias seguidos sem chuva antes das análises como demonstra a Figura 21.

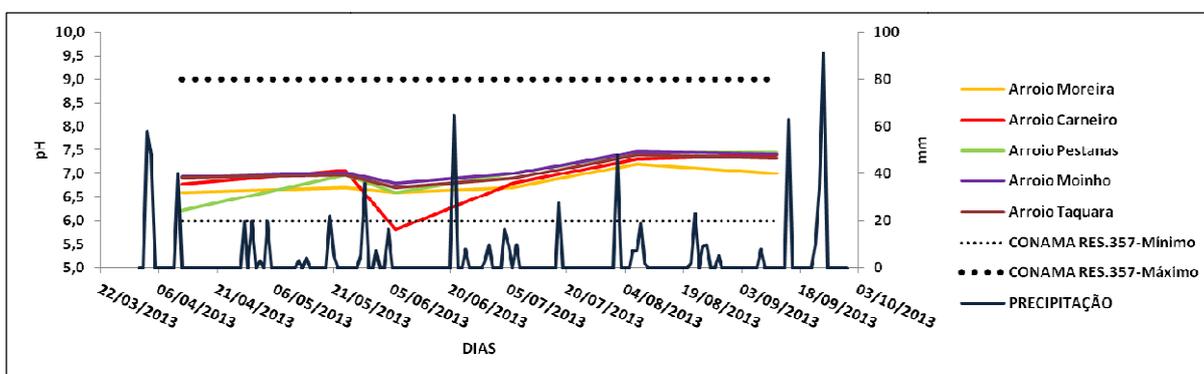


Figura 21 – Valores de pH e precipitação pluvial para os arroios Moreira, Carneiro, Pestanas, Moinho e Taquara nos meses de abril a setembro de 2013.

A acidez encontrada nessa região do arroio Carneiro e Moreira, pode ser associada ao uso do solo como a presença de mineradora e lavoura, que através do escoamento superficial propicia um aumento de sólidos e compostos ácidos para o manancial, e aliado às características do solo que na região predomina o Argissolo, conferindo uma maior acidez, colaborando com a diminuição do pH.

Relações entre pH e a ocorrência de épocas de chuva e estiagem também foram encontrados em trabalhos realizados por Buzelli e Cunha-Santino (2013), Silva, Galvêncio e Almeida (2010); Dorigon, Stolberg e Perdomo (2008). Estes trabalhos

também demonstraram que a presença de matéria orgânica, nitrogênio e fósforo também influenciou na acidez da água em suas análises.

Pesquisa realizada por Bonumá (2006) na cabeceira do rio Ibicuí-Mirim no município de São Martinho da Serra – RS, não encontrou interferência da presença de mineradora neste parâmetro, pois não houve variações nos valores encontrados.

O pH é diretamente influenciado pelas taxas de fotossíntese do ecossistema, tendendo a aumentar em decorrência da diminuição das concentrações de gás carbônico na água (Figura 22). Estes resultados foram encontrados neste trabalho e por Buzelli e Cunha-Santino (2013).

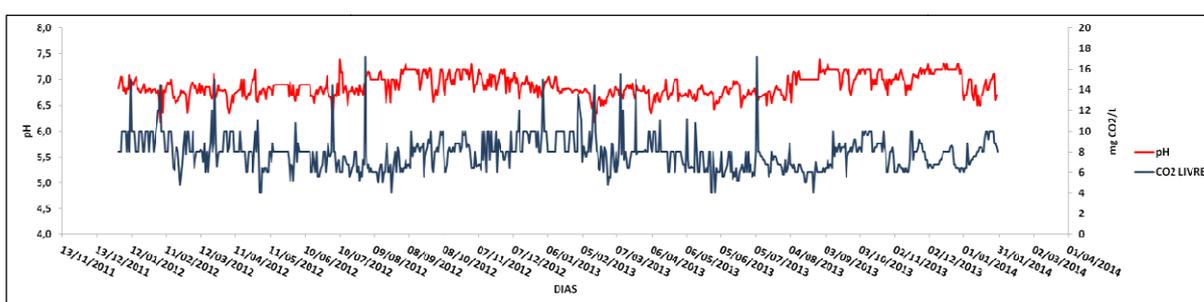


Figura 22 – Médias diárias dos valores de pH e CO<sub>2</sub> livre para o arroio Moreira no período de janeiro de 2012 a janeiro de 2014.

Os valores de dióxido de carbono encontraram-se em torno de 10mg·L<sup>-1</sup> podendo ser considerado normal para cursos de água superficiais, isso evidencia pouca matéria orgânica presente na água, proporcionando baixa decomposição microbiana, emitindo menor quantidade de CO<sub>2</sub> (ESTEVES, 1998).

#### 6.2.4 Alcalinidade

Observou-se através das análises de alcalinidade das amostras coletadas que os maiores valores foram encontrados nos meses de maio de 2012, setembro de 2012 e dezembro de 2013, quando houve um grande período de estiagem, e os menores valores foram encontrados nos meses de abril de 2012 e abril de 2013 como observado na Figura 23, em ambos os casos a alcalinidade acompanhava o comportamento do pH (Figura 24).

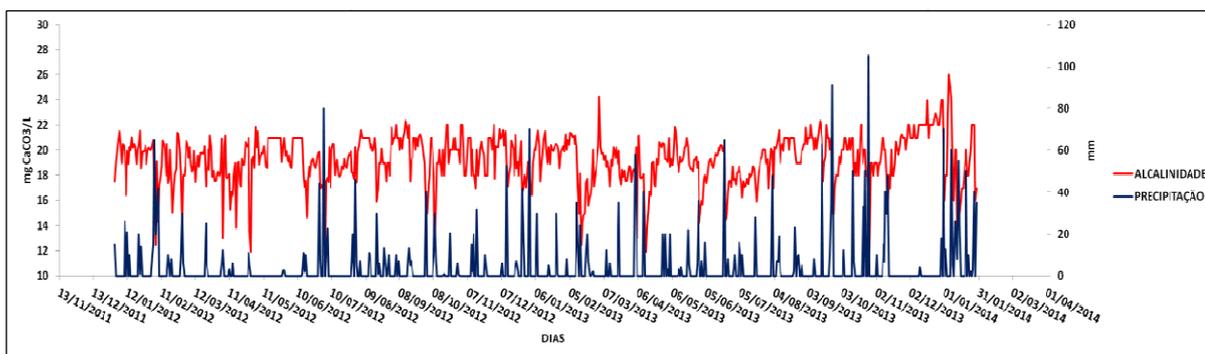


Figura 23 – Médias diárias dos valores de alcalinidade e precipitação pluvial para o arroio Moreira no período de janeiro de 2012 a janeiro de 2014.

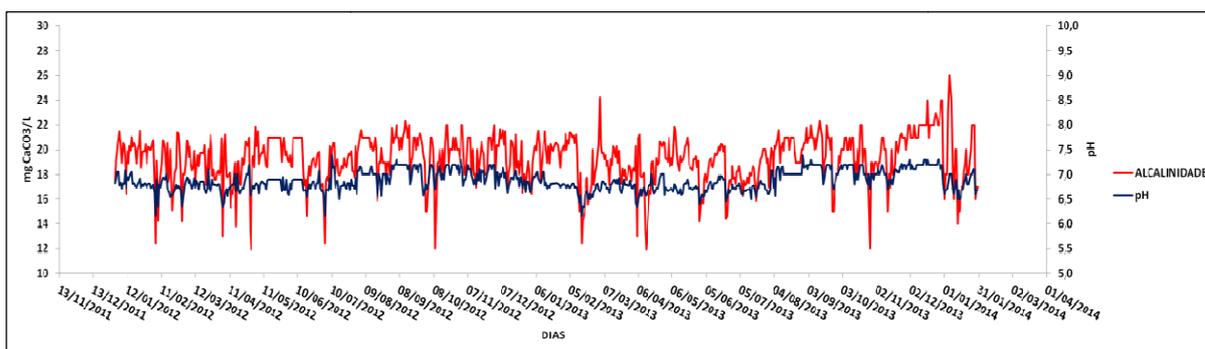


Figura 24 – Médias diárias dos valores de alcalinidade e pH para o arroio Moreira no período de janeiro de 2012 a janeiro de 2014.

Se a água tiver maior alcalinidade oriunda principalmente das calagens de solos em áreas de cultivo como ocorre na região do arroio Moreira, o gás carbônico se combina com carbonatos presentes, transformando-os em bicarbonatos, formando uma solução tampão, isso pode explicar os valores medianos de pH encontrados neste trabalho. O mesmo resultado foi encontrado por Coradi, Fia e Pereira-Ramirez (2009), nos cursos d'água do município de Pelotas/RS e por Santos e Hernandez (2013) no córrego do Ipê, Ilha Solteira/SP.

Na análise dos contribuintes do arroio Moreira, os arroios tiveram comportamentos semelhantes para os valores de alcalinidade. Valores mais baixos ocorreram no mês de abril porque as amostras foram coletadas após chuva intensa. Houve um aumento no mês de maio e pouca variação nos demais meses de coleta como demonstrado na Figura 25.

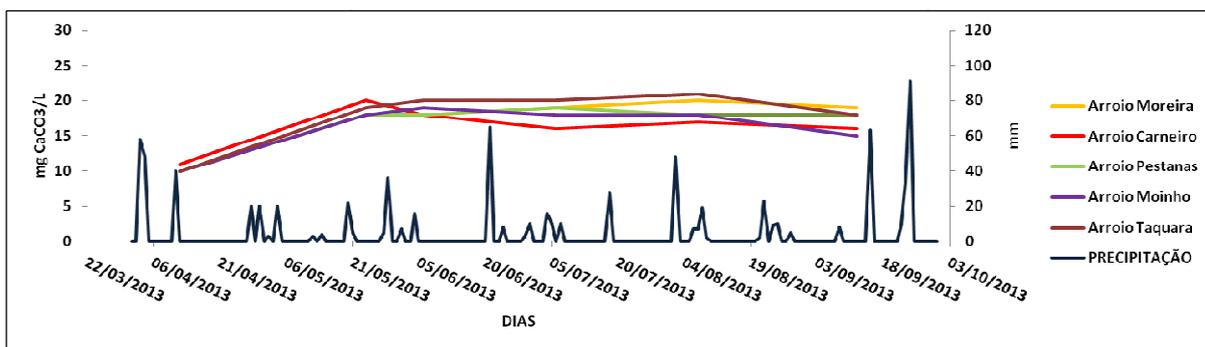


Figura 25 – Valores de alcalinidade e precipitação pluvial para os arroios Moreira, Carneiro, Pestanas, Moinho e Taquara nos meses de abril a setembro de 2013.

### 6.2.5 Dureza

Para a dureza, a água analisada se enquadra como sendo branda porque os valores encontraram-se abaixo de  $50\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de  $\text{CaCO}_3$ .

Maiores oscilações foram verificadas nos meses de fevereiro a junho dos anos estudados (Figura 26), e a dureza acompanhou o comportamento da alcalinidade durante esse período.

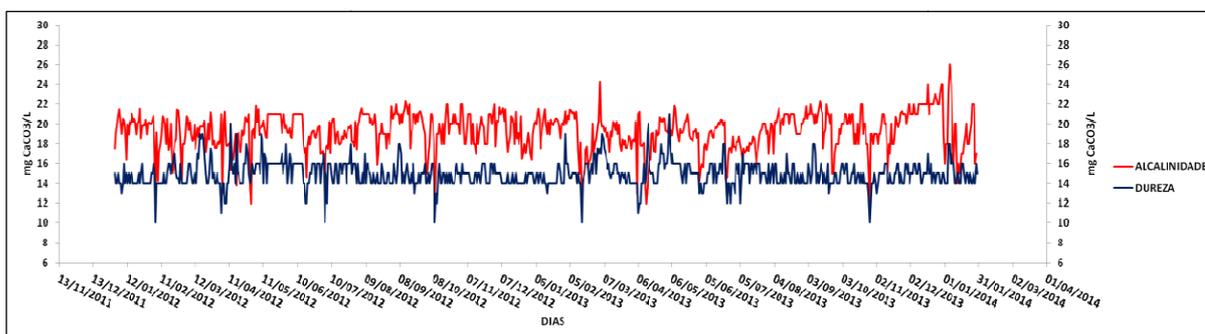


Figura 26 – Médias diárias dos valores de alcalinidade e Dureza para o arroio Moreira no período de janeiro de 2012 a janeiro de 2014.

Nos contribuintes do arroio Moreira, observou-se que em todas as coletas realizadas, os valores de dureza do arroio Carneiro se encontraram acima dos demais arroios (Figura 27), isto pode ser devido à presença da mineradora localizada na região da sub-bacia, pois o solo pode conter maior quantidade de cálcio e magnésio, e com as detonações e movimentação de sedimentos, em conjunto com o deflúvio superficial, os mesmos sejam carregados para o leito do arroio.

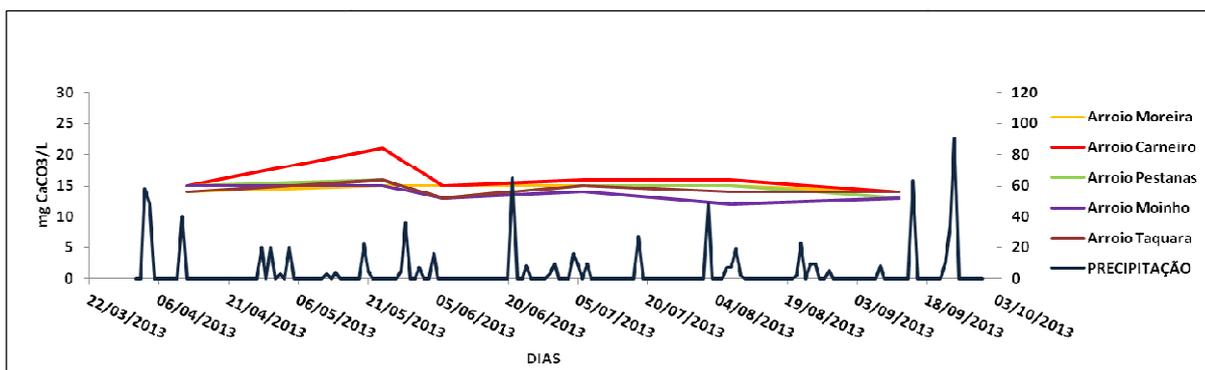


Figura 27 – Médias mensais dos valores de dureza para os arroios Moreira, Carneiro, Pestanas, Moinho e Taquara nos meses de abril a setembro de 2013.

### 6.2.6 Oxigênio Dissolvido

Analisando os valores de oxigênio dissolvido encontrados na água bruta do arroio Moreira observou-se que estão em conformidade com a legislação, uma vez que se encontram acima do mínimo estabelecido. Os parâmetros de OD, MO e temperatura estão inter-relacionadas, elevações da temperatura e matéria orgânica diminuem a solubilidade dos gases no meio aquático como cita Von Sperling (2005), assim como a quantidade pluviométrica causa alterações neste parâmetro, dias seguidos de chuva diminuem o OD devido ao aumento da matéria orgânica, o que pôde ser visto na análise dos dados. Valores maiores são encontrados nos meses mais frios (maio a setembro) como pode ser observado nas Figuras 28 e 29.

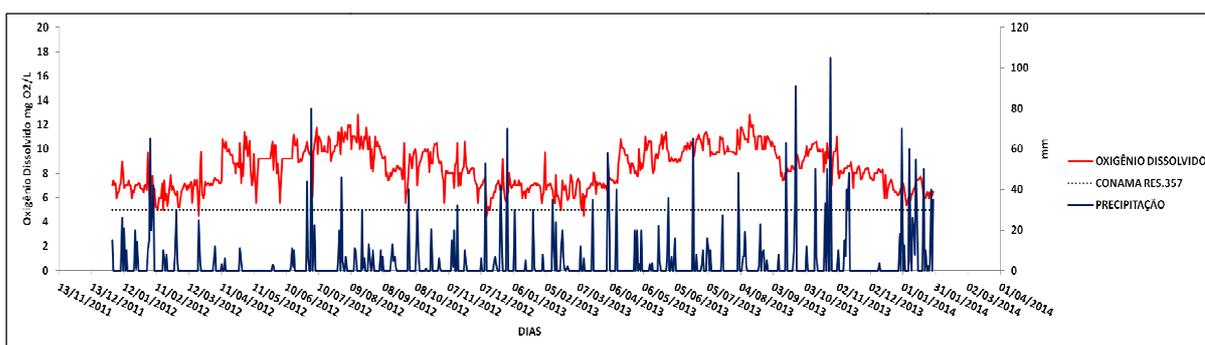


Figura 28 – Médias diárias dos valores de oxigênio dissolvido e precipitação pluvial para o arroio Moreira no período de janeiro de 2012 a janeiro de 2014.

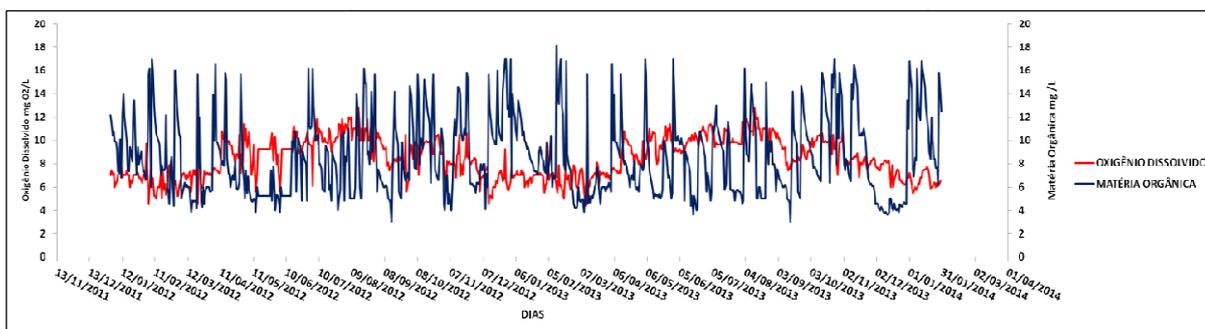


Figura 29 – Médias diárias dos valores de OD e MO para o arroio Moreira no período de janeiro de 2012 a janeiro de 2014.

Considerando as análises de OD realizadas nos contribuintes do arroio Moreira, os cinco arroios tiveram comportamentos semelhantes, aumentando nos meses de abril a maio, com decréscimo no mês de junho e permanecendo no mês de julho, com pequeno aumento no mês de agosto. Os valores encontraram-se acima do estabelecido pelo CONAMA, exceto no mês de setembro, quando os valores encontraram-se no limite do estabelecido. O decréscimo ocorrido no mês de setembro deveu-se ao aumento de temperatura do ar e da água que chegou a 23°C. A pluviosidade teve pouca influência neste período de tempo (Figura 30).

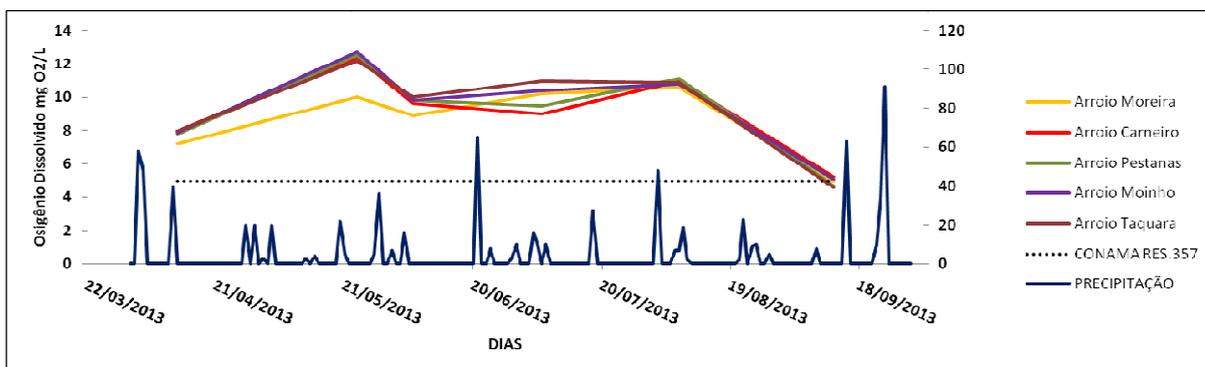


Figura 30 – Valores de OD e precipitação pluvial para os arroios Moreira, Carneiro, Pestanas, Moinho e Taquara nos meses de abril a setembro de 2013.

O arroio Moreira, comparando com os outros arroios estudados, encontrou-se com os valores mais baixos de OD, durante o período de análises. Isto deve estar relacionado ao fato de ser o exutório da bacia, recebendo a contribuição de todos os outros arroios, em conjunto com o aumento de MO e temperatura, sendo estas as prováveis causas para estas alterações.

### 6.2.7 Nitrogênio Amoniacal

A quantidade de Nitrogênio amoniacal presente no arroio Moreira segundo os dados analisados encontraram-se abaixo do valor máximo estabelecido pela resolução nº357 de 2005 do CONAMA, estando em conformidade com a mesma. As

Alterações na concentração de nitrogênio foram notadas nos meses de janeiro a março de 2012, devido a coleta ser realizada após a ocorrência de chuva. Ocorreram elevações na 2ª quinzena de julho e 1ª quinzena de agosto de 2012, mas não foram observadas alterações em função da chuva. Maiores alterações observaram-se no ano de 2013, com elevações nos períodos de abril a julho e outubro a dezembro, que pode ser devido à maior pluviosidade distribuída durante o ano, demonstrado na Figura 31. Comportamento oposto foi encontrado por Buzelli e Cunha-Santino (2013), no reservatório de Barra Bonita-SP, onde a média obtida para o nitrogênio amoniacal no período de estiagem aumentou e nas chuvas diminuiu, nos anos de 2011 e 2012.

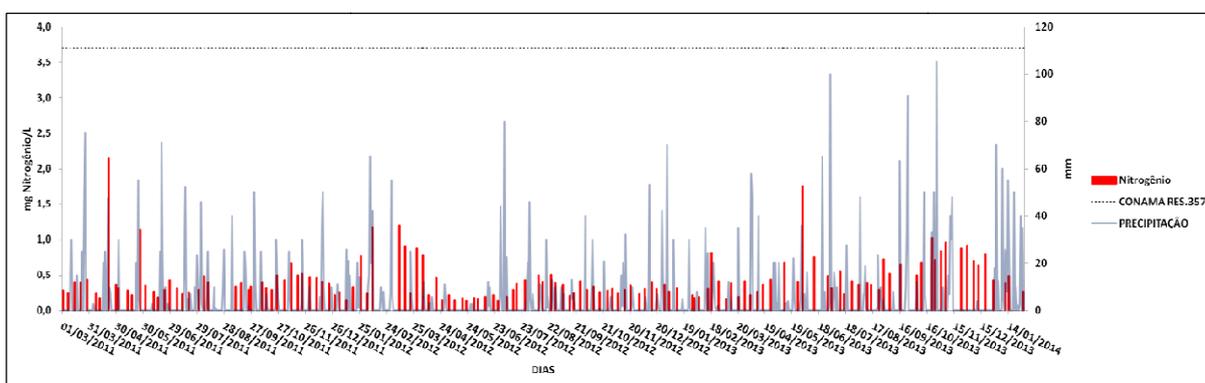


Figura 31 – Médias diárias dos valores de nitrogênio e precipitação pluvial para o arroio Moreira no período de março de 2011 a janeiro de 2014

A presença na região de culturas de milho, soja e fumo, que utilizam agroquímicos agrícolas com compostos nitrogenados, podem contribuir com a contaminação do manancial de abastecimento, através do escoamento superficial e processos erosivos. Isto pode ser constatado pela plantação de soja existente a menos de 3 km da captação de água da ETA que teve sua 1ª safra em 2012 e seguiu a atividade em 2013, observando um aumento de nitrogênio na bacia de contribuição.

Os arroios Pelotas, Pepino, Barragem do Arroio Santa Bárbara, Canal São Gonçalo, Barragem da Eclusa e Porto em Pelotas/RS foram estudados por Medronha et al. (2013) que percebeu em praticamente todos os pontos de amostragem níveis elevados de nitrogênio, provavelmente associados à influência antrópica em função do tratamento precário dos esgotos domésticos e industriais existentes na região, além do excesso de fertilizantes e excrementos de animais existentes nas regiões do entorno dos tributários.

A oxidação de compostos inorgânicos, como o nitrogênio amoniacal, podem causar a diminuição do OD (VON SPERLING, 2005), como observado (Figura 32).

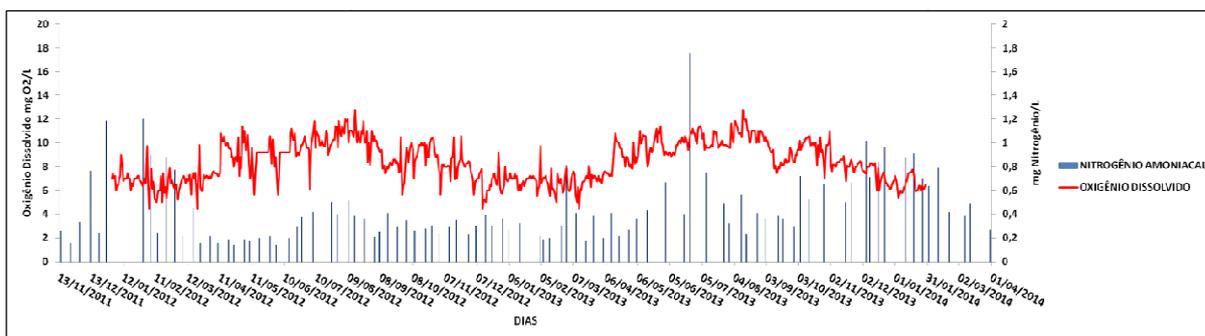


Figura 32 – Médias diárias dos valores de oxigênio dissolvido e nitrogênio amoniacal para o arroio Moreira no período de janeiro de 2012 a janeiro de 2014.

Na análise dos contribuintes houve um aumento de concentração de Nitrogênio nos meses de junho e julho, diminuindo gradativamente até o mês de setembro (Figura 33).

Os valores encontraram-se bem abaixo do estabelecido pelo CONAMA em todas as coletas.

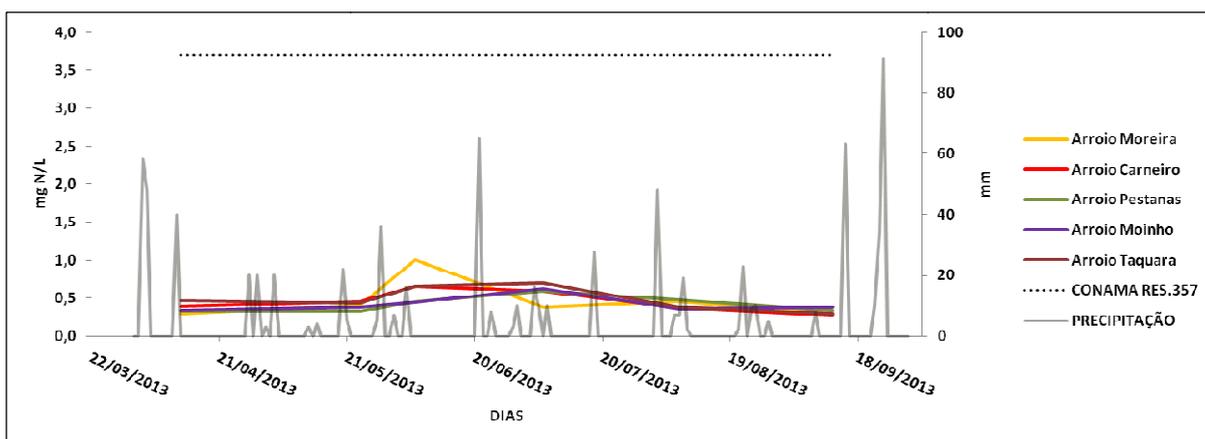


Figura 33 – Valores de nitrogênio e precipitação pluvial para os arroios Moreira, Carneiro, Pestanas, Moinho e Taquara nos meses de abril a setembro de 2013.

### 6.2.8 Ferro e manganês

Quanto à presença de ferro e Manganês total na ETA Moreira, observou-se que em 100% dos dias analisados, estes parâmetros encontraram-se acima dos valores máximos estabelecidos pela resolução nº357 de 2005 do CONAMA, sendo que os maiores valores foram registrados no ano de 2013. Durante este ano, houve grande pluviosidade em relação aos outros anos, ocasionando um maior carreamento de sedimentos e materiais contendo Fe e Mn. Outro fator que pode ter ocasionado o aumento desses elementos foi o início da atividade de mineração na região em agosto de 2012, o que pode ser observado nos gráficos das Figuras 34 e 35.

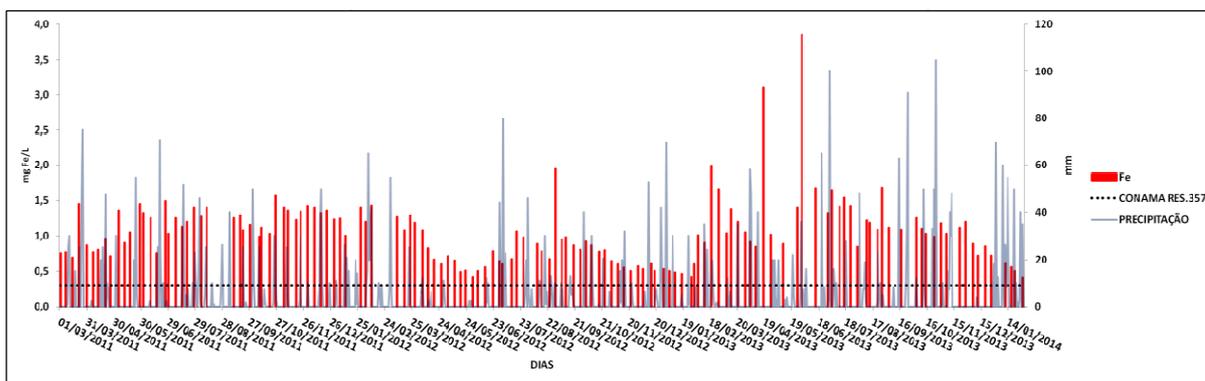


Figura 34 – Médias diárias dos valores de ferro e precipitação pluvial para o arroio Moreira no período de março de 2011 a janeiro de 2014

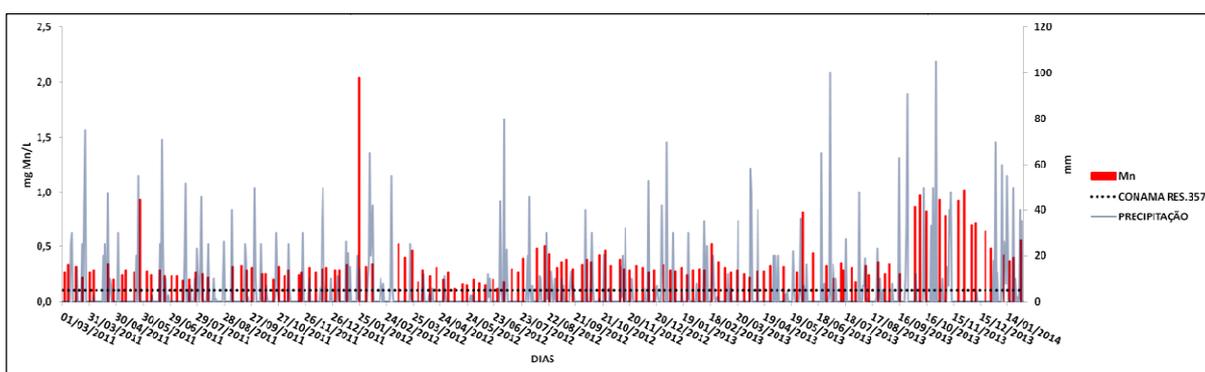


Figura 35 – Médias diárias dos valores de manganês e precipitação pluvial para o arroio Moreira no período de março de 2011 a janeiro de 2014

Através das análises realizadas nos arroios contribuintes observou-se que apresentaram comportamentos semelhantes, aumentando a concentração de Mn nos meses de abril a maio, tendo uma pequena queda no mês de junho e aumentando gradativamente até o mês de setembro. Em todas as coletas realizadas, os valores encontraram-se acima do estabelecido pela resolução nº 357 de 2005 do CONAMA (Figura 36). Maiores valores foram encontrados nos arroios Moreira e Carneiro, que pode ser associada ao uso do solo como a presença de mineradora, lavoura e tipo de solo, que na região tem predomínio de Planossolos e Gleissolos, onde ocorre a redução do Fe e Mn.

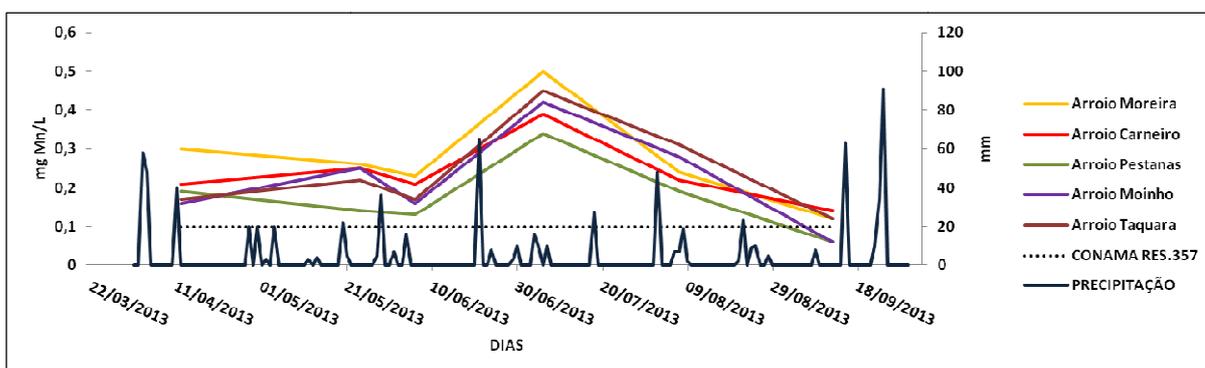


Figura 36 – Valores de manganês e precipitação pluvial para os arroios Moreira, Carneiro, Pestanas, Moinho e Taquara nos meses de abril a setembro de 2013.

Com relação ao Fe, os arroios obtiveram comportamentos semelhantes. No mês de abril todos estiveram com os valores dentro do estabelecido pelo conama, estando acima nos outros meses de coleta. Maiores valores encontraram-se nos arroios Moreira e Taquara, este último possui maior proporção de área campestre e silvicultura, com pastagem e criação de animais. As características do solo, que na região predomina o Argissolo mais profundo (partes baixas), Planossolo e gleissolo que contribuem com a liberação do ferro da região (Figura 37).

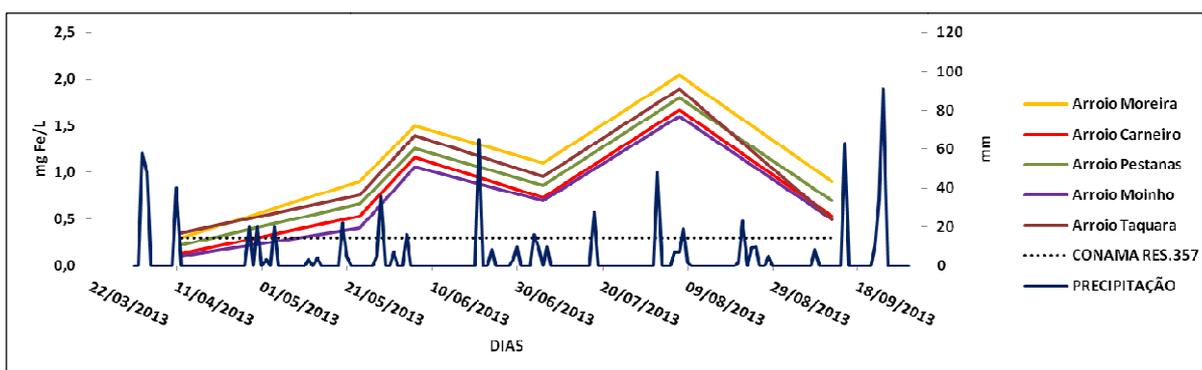


Figura 37 – Valores de ferro e precipitação pluvial para os arroios Moreira, Carneiro, Pestanas, Moinho e Taquara nos meses de abril a setembro de 2013.

Bonumá (2006), observou um aumento nas concentrações de Fe e Mn, indicando a interferência da área de mineração, ao avaliar a qualidade das águas superficiais sob impacto de mineradoras.

Os resultados encontrados para Fe e Mn são especialmente importantes, se considerarmos os diversos problemas que estas substância acarretam para o abastecimento público e para a saúde humana e animal.

## **7 Conclusão**

Com relação à qualidade da água e as influências do uso da terra, notou-se um aumento da concentração dos sólidos do manancial através da análise de cor, a qual esteve acima do estabelecido pela resolução nº357 de 2005 do CONAMA. Esta situação ocorreu nas áreas em que existe a presença de mineradora e lavoura (arroyo Carneiro), assim como nas áreas degradadas, com menor presença de mata ciliar (arroyos Pestanas e Moinho) e presença de estradas que cortam os arroyos.

Verificou-se que o pH possui um tendência de redução nos valores, provocada pelas áreas agricultadas, matas degradadas, mineradora, e solo do tipo argissolo encontrados nas sub-bacias dos arroyos Pestanas, Carneiro e Moreira, os quais apresentaram maior acidez nas análises realizadas.

Altas concentrações de Ferro e Manganês foram encontradas em todos os pontos de coleta, principalmente nos arroyos Moreira e Carneiro onde existe a presença de mineradora, atividade agrícola e influência dos solos do tipo planossolos e gleissolos indicando que ocorre redução desses metais, que através do deflúvio superficial contribui para o carreamento de partículas de solo contendo Fe e Mn, e combinado com a falta de mata ciliar ao longo dos arroyos contribuem com a degradação da água.

Estas observações são corroboradas pela constatação de que a precipitação pluvial tem influência direta sobre os parâmetros cor e turbidez, bem como sobre os parâmetros ferro e manganês, pois foram observadas alterações em períodos de ocorrência de precipitação pluvial, indicando um provável efeito de transporte de sedimentos contendo estes elementos.

Encontrou-se através das análises uma tendência de redução do OD, que pode ser ocasionada pelas áreas agricultadas como milho e soja, e moradias rurais, resultando em maior carreamento de matéria orgânica para o manancial, aumentando

a decomposição aeróbica e assim diminuindo a concentração do OD na água, podendo ser verificada nos valores encontrados no arroio Moreira.

Os efeitos da atividade de mineração e da presença de lavouras sobre a dureza da água podem ser percebidas na sub-bacia do arroio Carneiro, onde as duas atividades estão presentes e a água apresentou os valores mais altos de dureza total.

De maneira geral, os locais com menor cobertura de mata são frágeis ambientalmente, sendo que locais com maior proporção de área campestre, lavoura e pedreira possibilitam processos erosivos por possuir pouco ou nenhuma cobertura vegetal, levando à redução da qualidade da água devido ao deflúvio superficial. O mesmo ocorre com as áreas campestres nas quais se inclui as pastagens, vegetação rasteira e criação de animais, pois são locais com alta fragilidade ambiental, visto que a atividade de pecuária desenvolvida causa compactação do solo, diminuindo a infiltração da água no mesmo.

## **8 Considerações Finais**

Sugere-se a continuidade da pesquisa a fim de esclarecer melhor as relações entre a ocupação da terra e a qualidade da água, devendo englobar outros parâmetros, como fósforo e agrotóxicos.

Um estudo continuado da presença do ferro e manganês nos cursos d'água, e o estabelecimento de relações destes com os tipos de solos e efeitos antrópicos seria de grande relevância, pois verificou-se altos níveis destes metais nas análises realizadas neste trabalho, além de sua importância sanitária e econômica nas estações de tratamento de água, bem como para a saúde humana.

Também é importante realizar um levantamento das diferentes classes de usos da terra em toda a bacia de contribuição, e estabelecer relações e possíveis alterações com a qualidade da água.

## Referências

- ALBUQUERQUE, A.; FORTES, M. Análise morfométrica da rede de drenagem da bacia do rio Urucu, AM. 2009. Dissertação de Mestrado, Programa de Engenharia Civil, UFRJ, 2009.
- ALVES, C. E. S. Fundamentos da Gestão Ambiental. Centro Universitário de Maringá. Núcleo de Educação a Distância, 22 ed., Maringá, PR, 2012. 158p.
- ANDREOLI, C. V.; CARNEIRO, C. Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados, Curitiba: SANEPAR, 2005. 500p.
- ARAÚJO, L. M. N.; MORAIS, A.; BOAS, M. D. V.; PEREIRA, V. S. A.; SALES, A. N.; ARAÚJO, F. A. Estudo dos principais parâmetros indicadores da qualidade da água na bacia do rio Paraíba do Sul. **XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. São Paulo, 2007. 19p.
- MARTINS, I. Manganês. In: AZEVEDO, F. A.; CHASIN, A. A. M. (eds). **Metais: gerenciamento da toxicidade**, São Paulo: Atheneu, 2003. 554p.
- BONUMÁ, N. B. Avaliação da qualidade da água sob impacto das atividades de implantação de garimpo no município de São Martinho da Serra. 2006. Dissertação de Mestrado, PPG em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2006.
- BRASIL. **Lei nº 7802, de 11 de julho de 1989**. Regulamentação de agrotóxicos. Diário Oficial da União nº. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l7802.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7802.htm)>. Acesso em: 06 nov. 2014.
- BRASIL. **Lei nº 12.727 de 17 de outubro de 2012**. Código Florestal. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Atos2011-2014/2012/Lei/L12727.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Atos2011-2014/2012/Lei/L12727.htm)> Acesso em: 10 set. 2013.
- BRASIL. Fundação Nacional de Saúde, Manual prático de análise de água, 3 ed. rev. Brasília, 2009. 146p.
- BRASIL. **Lei nº 9.433**, de 08 de janeiro de 1997. Política Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm)>. Acesso em: 11 set. 2013.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357 de 17 março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água. Diário Oficial da União nº 053, seção 1. p. 58-63, 2005. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>: Acesso em: 22 set. 2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 410** de 04 de maio de 2009. Altera a Resolução nº 357/2005. Diário Oficial da União nº 83, seção 1. p. 106, 2009. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=603>> Acesso em: 03 nov. 2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011**. Complementa e altera a Resolução nº 357/2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res11/res43011.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2012.

BRETAS, H. P. Caracterização ambiental, amostragem dos parâmetros físico-químicos, biológicos e determinação do índice de fragilidade ambiental da microbacia Arroio Moreira/Fragata. 2009. Monografia de Graduação UCPEL. 2009.

BUZELLI, G. M.; CUNHA-SANTINO, M. B. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita (SP). **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 186-205, 2013.

CORADI, P. C.; FIA, R.; PEREIRA-RAMIREZ, O. Avaliação da qualidade da água superficial dos cursos de água do município de Pelotas-RS, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 4, n. 2, p. 46-56. 2009.

CUNHA, N. G. da; SILVEIRA, R. J. da. **Estudo dos solos do município de Capão do Leão**. Pelotas, RS: EMBRAPA-CPACT, 1996, 59 p. (EMBRAPA-CPACT. Documentos, 11).

CUNHA, N. G. da; SILVEIRA, R. J. da; SEVERO, C. R. S. **Estudo dos solos do município de Morro Redondo**. Pelotas, RS: EMBRAPA-CPACT, 1996, 28 p. (EMBRAPA-CPACT. Documentos, 23/96).

DORIGON, E. B.; STOLBERG, J.; PERDOMO, C. C. Qualidade da água em uma microbacia de uso agrícola e urbano em Xanxerê – SC. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v. 2, n. 2, p. 105-120, 2008.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA –. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, Serviço de Produção de Informação, 1999. 412p.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE (ESRI). ArcGIS Desktop 9.3 Redlands (CA), 2008. 1 CD-ROM.

ESTEVEES, F. **Fundamentos da limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência FINEP; 1998. 574 p.

FIRMINO, P. F.; MALAFAIA, G.; RODRIGUES, A. S. L. Diagnóstico da integridade ambiental de trechos de rios localizados no município de Ipameri, sudeste do estado de Goiás, através de um protocolo de avaliação rápida. **Braz. J. Aquat. Sci. Technol.**, v. 15, n. 2, p. 1-12, 2011.

FOLLADOR, F. A. C. **Controle estatístico de processo aplicado a qualidade de águas superficiais**. 2010. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola)-Universidade Estadual do Oeste do Paraná-Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Cascavel, PR, 2010.

FREIRE, F. G. C. Uso de indicadores para avaliação da qualidade da água na Bacia do Jaguaribe, CE. 2012, 80f., Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem), Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2012.

FUNCEME (Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídrico). Disponível em: <<http://www.funceme.br/index.php/areas/meio-ambiente/solos/102>>. Acesso em: 07 abr. 2014.

GOMES, M. A. F.; BARIZON, R. R. M. **Panorama da contaminação por agrotóxicos e nitrato de origem agrícola no Brasil: cenário 1992/2011**. Embrapa Meio Ambiente. Jaguariúna, SP, 2014. 35p.

GONÇALVES, G. K; MEURER, E.; BORTOLON, L.; GONÇALVES, D. R. N. Relação entre óxidos de ferro e de manganês e a sorção de fósforo em solos no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 35, p. 1633-1639, 2011.

GOOGLE. **Google Earth** (Ver. 7.1.1.1888) [Software]. Mountain View (CA), 2013. Disponível em: <<http://www.google.com.br/intl/pt-PT/earth/>>. Acesso em: 20 dez. 2013.

IBGE. **Manual técnico de uso da terra**. 3 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. 170 p. (Manuais técnicos em geociências, n. 7).

KOBIYAMA, M.; MOTA, A. A.; CORSEUIL, C. W. **Recursos hídricos e Saneamento**. Curitiba: Organic Trading, 2008. 165p.

KONDO, M. K. Curso de Zootecnia- Gênese, morfologia e classificação do solo. Universidade Estadual de Montes Claros. Janaúba, Minas Gerais, 2008.

MACÊDO, J. A. B. **Águas & Águas**, 3 ed., Belo horizonte: Jorge Macêdo, MG, 2007. 1043p.

MAIER, C. Qualidade de águas superficiais e tratamento de águas residuárias por meio de zonas de raízes em propriedades de agricultores familiares. 2007. Dissertação de Mestrado PPG em Ciências do Solo, UFSM, 2007. 96p.

MANSOR, M. T. C.; TEIXEIRA FILHO, J; ROSTON, D. M. Avaliação preliminar das cargas difusas de origem rural, em uma sub-bacia do Rio Jaguari, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 3, p. 715-723, 2006.

MEDRONHA, G. A.; MILANI, I. C. B.; SOUZA, M. F.; BONCZYNSKI, R.; JÚNIOR, D. R.; SUZUKI, L. E. A. S.; PRÁ, M. D.; COLLARES, G. L. Avaliação da qualidade da água do canal São Gonçalo – RS através do índice de qualidade de água. In: **Anais do XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, Bento Gonçalves, RS, 2013.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Revista Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 3, n. 4, out./dez., 2002.

MEZOMO, A. M. **A qualidade das águas como subsídio para gestão ambiental**. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2010. 220p.

MILANI, I. C. B.; ABREU, A. S.; MANKE, E. B.; SILVEIRA, J. F.; SOUZA, M. F.; PRIEBE, P. S.; CALDEIRA, T. L.; DUTRA, T. O.; HORBACH, F. A.; ATTISANO, K. K.; COLLARES, G. L.; SUZUKI, L. E. A. S.; TAVARES, V. E. Q. Uso dos solos e recursos hídricos no município de Capão do Leão – RS: possibilidade de impacto ambiental pelas atividades antrópicas. In: **Anais do XVI Congresso Brasileiro de Águas**

**Subterrâneas e XVII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços**, São Luís, 2010. 17p.

MORUZZI, R. B.; REALI, M. A. P. Oxidação e remoção de ferro e manganês em águas para fins de abastecimento público ou industrial: uma abordagem geral. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 4, n. 1, Abr., p. 29-43, 2012.

NETO, L. F. S. **Pedogênese e matéria orgânica de solos hidromórficos da região metropolitana de Porto Alegre**. 2010. Tese (Doutorado em Ciência do Solo). Faculdade de Agronomia, Universidade do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 2010.

OLIVEIRA FILHO, P. C.; DUTRA, A. M.; CERUTI, F. C. Qualidade das águas superficiais e o uso da terra: estudo de caso pontual em bacia hidrográfica do Oeste do Paraná, **Revista Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 1, p. 32-43, jan./mar., 2012.

PAGANINI, W. S. Poluição difusa e corpos d'água: ação silenciosa e desastres anunciados. **Conferência Brasileira de Desastres Naturais**. São José dos Campos, SP, 2013.

PATRÍCIO, M. C. M; SILVA, V. M. A; RIBEIRO, V. H. A. Conflitos socioambientais: estudo de caso em uma pedreira na Paraíba. **Revista Polêm!ca**, v. 12, n. 3, julho/ agosto/ setembro, p. 528-544, 2013.

PIVELI, R. P.; KATO, M. T. Qualidade **das águas e poluição: aspectos físico-químicos**, São Paulo: ABES; 2006. 285p.

REBELO, R. M.; CALDAS, E. D. Avaliação de risco ambiental de ambientes aquáticos afetados pelo uso de agrotóxicos. **Revista Química Nova**, v. 37, n. 7, p. 1199-1208, 2014.

RICHTER, C. A.; AZEVEDO NETTO, J. M. **Tratamento de água: tecnologia atualizada**, São Paulo: Edgard Blucher, 1991. 344p.

RIO GRANDE DO SUL. Conselho Estadual do Meio Ambiente. **Resolução nº 128, de 24 de novembro de 2006**. Disponível em: <<http://www.mp.rs.gov.br/ambiente/legislacao/id4887.htm>>. Acesso em: 22 set. 2012.

SANEP - Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas. [2012] Disponível em: <<http://www.pelotas.rs.gov.br/sanep/estacoes-de-tratamento/>>. Acesso em: 05 jun. 2012.

SANTOS, G. O.; HERNANDEZ, F. B. T. Uso do solo e monitoramento dos recursos hídricos no córrego do Ipê, Ilha Solteira, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 1, p. 60-68, 2013.

SANTOS, J. C. O uso do agrotóxico: o caso do cultivo de abacaxi no município de Sapé. 2013. Monografia de Graduação, Bacharelado e Licenciatura em Geografia. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, 2013.

SANTOS, Q. R.; FRAGA, M. S.; ULIANA, E. M.; REIS, A. S.; BARROS, F. M. Monitoramento da qualidade da água em uma seção transversal do rio Catolé, Itapetinga, BA. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 9, n. 16, p. 1503, 2013.

SATAKE, F. M.; ASSUNÇÃO, A. W. A.; LOPES, L. G.; AMARAL, L. A. Qualidade da água em propriedades rurais situadas na bacia hidrográfica do Córrego Rico, Jaboticabal, SP. **ARS Veterinaria**, Jaboticabal, SP, v. 28, n. 1, p. 048-055, 2012.

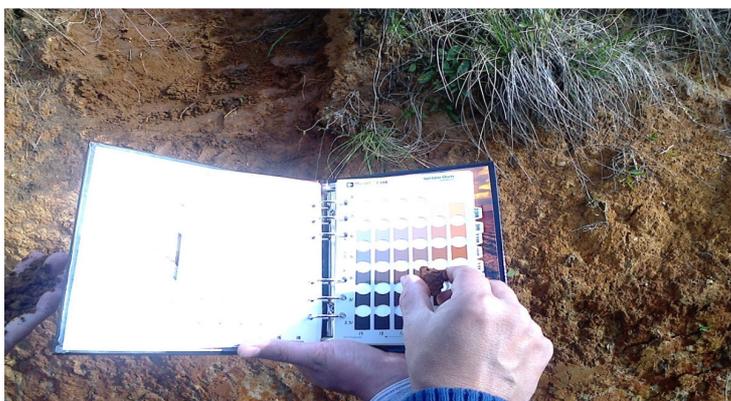
- SILVA, D. F.; GALVÍNIO, J. D.; ALMEIDA, H. R. R. C. Variabilidade da qualidade de água na bacia hidrográfica do rio São Francisco e atividades antrópicas relacionadas. **Qualit@s** Revista Eletrônica, v. 9, n. 3, 2010. 17p.
- SILVA, J. A. A.; NOBRE, A. D.; MANZATTO, C. V.; JOLY, C. A.; RODRIGUES, R. R.; SKORUPA, L. A.; NOBRE, C. A.; AHRENS, S.; MAY, P. H.; SÁ, T. D. A.; CUNHA, M. C.; RECH FILHO, E. L. **O código florestal e a ciência: contribuições para o diálogo**. São Paulo, SP. Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, SBPC; Academia Brasileira de Ciências, ABC. 2001. 124p.
- LIMA, L. A.; PIETÁ, V.; PRIESTE-TORRES, J.; DORNELLES, A.; SCALCO, F. S.; GUIMARÃES, M. R.; VEDANA, G.; SCHRÖDER, N. Efeitos da manipulação da transmissão colinérgica sobre o prejuízo de memória de reconhecimento induzido pela administração neonatal de ferro. In: **Anais do IX Salão de Iniciação Científica PUCRS**, 2008.
- SILVA, M. B. Estudo da influência da poluição difusa na qualidade da água de reservatórios de usinas hidroelétricas. 2012. Monografia Curso de Especialização em Gestão Ambiental no Setor Energético, Instituto de Eletrotécnica e Energia, Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, 2012. 50p.
- SOUZA, E. R.; FERNANDES, M. R. Sub-bacias hidrográficas: unidades básicas para o planejamento e gestão sustentáveis das atividades rurais. Informe agropecuário. Belo Horizonte, v. 21, n. 207, p. 15-20. 2000.
- STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. **Solos do Rio Grande do Sul**, 2. ed., Porto Alegre: EMATER/RS – ASCAR, 2008. 222p.
- TARGA, M. S. Estudo Hidrológico da Bacia do Rio Una: Subsídios para estabelecimento de planos de macrodrenagem no Vale do Paraíba do Sul - SP. 2009. Dissertação de Mestrado-Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – UNITAU. Taubaté, SP, 2009.
- TEODORO, P. F.; SANTOS, A. F. Qualidade da água da bacia do Rio das Pedras – Guarapuava (PR), baseado nos parâmetros que definem o índice de qualidade da água (IQA). **Guairacá** – Guarapuava, PR, v. 25, n. 1, p.121-156. 2009.
- TUCCI, C. E. M. **Modelos hidrológicos**. Porto Alegre: ABRH, 1998. 669 p.
- VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; FRANCO, R. A. M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis, Campina Grande, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 1, p.55-64, 2010.
- VENTURIM, H. G. **Diagnóstico físico conservacionista da bacia hidrográfica do ribeirão Jerusalém, Alegre, ES**. 2011. Dissertação de Mestrado PPG em Ciências Florestais, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, 2011.
- VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e o tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 2005. 452p.
- WEBER, E.; HASENACK, H. Base cartográfica digital do Rio Grande do Sul – Escala 1:250.000. Porto Alegre: UFRGS Centro de Ecologia. 2007. 1 CD-ROM.
- XAVIER, S. C. O mapeamento geotécnico por meio de geoprocessamento como instrumento de auxílio ao planejamento do uso e ocupação do solo em cidades

costeiras: estudo de caso para Pelotas (RS). 2010. Dissertação de Mestrado PPG em Engenharia Oceânica, Universidade Federal do Rio Grande - FURG, Rio Grande. 2010.

## **Apêndices**

**APÊNDICE A: ILUSTRAÇÕES DO LEVANTAMENTO DOS TIPOS DE SOLO**

Perfil do solo da Bacia do Arroio Moreira (Argissolo vermelho- amarelo)



Determinação da cor do solo através da carta Munsell



Presença de sódio e mosqueados de manganês – Bacia do Arroio Moreira



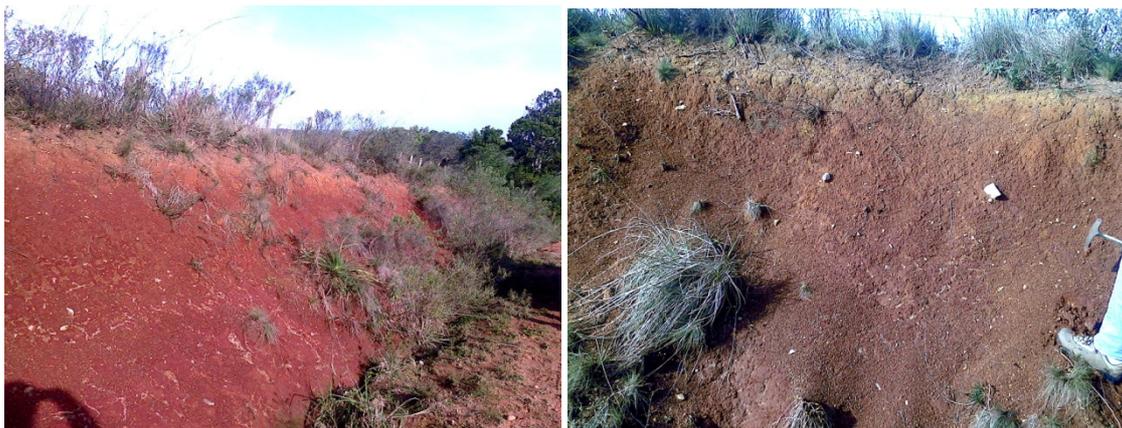
Perda de Fe no solo que implica na manifestação de cores acinzentadas, azuladas ou esverdeadas – Bacia do Arroio Moreira e Carneiro



Argissolo bruno-acinzentado com estrutura em blocos angulares fortes – Bacia do Arroio Pestanas



Erosão do Argissolo bruno-acinzentado nas estradas – Bacia do Arroio Pestanas



Associação de Argissolos – Bacia do Arroio Moinho



Argissolo com material de origem e material granítico (bastante erodível) – Bacia do Arroio Pestanas



Associação de Argissolo+Neossolo e Neossolo Regolítico – Bacia do Arroio Pestanas



Ponto mais alto da área de estudo e Várzea

## APÊNDICE B: ILUSTRAÇÕES DO LEVANTAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA



Vegetação ripária ao longo dos arroios



Bancos de areia no arroio Moreira e arroio Moinho



Pecuária e área de pastagem as margens dos arroios



Voçorocas nas margens dos arroios resultantes do manejo inadequado do solo



Resultado de precipitações intensas na bacia de contribuição Moreira

## **Anexos**

## ANEXO A: Metodologia das Análises Físico-Químicas

Tabela A1 – Metodologia utilizada para determinação dos parâmetros físico-químicos

PARÂMETRO	MÉTODO
<b>TURBIDEZ</b>	Nefelométrico (Pág. 02-09, método B)
<b>COR APARENTE (mg Pt/L)</b>	Espectofotometria
<b>pH</b>	Eletrométrico (Pág. 04-65, método B)
<b>DUREZA TOTAL (mg CaCO<sub>3</sub>/L)</b>	Titulometria (Pág. 02-36)
<b>ALCALINIDADE TOTAL (mg CaCO<sub>3</sub>/L)</b>	Titulometria (Pág. 02-26)
<b>CO<sub>2</sub> LIVRE (mg CO<sub>2</sub>/L)</b>	Titulometria (Pág. 04-17)
<b>O<sub>2</sub> DISSOLVIDO (mg O<sub>2</sub>/L)</b>	Winkler modificado (Pág. 04-97)
<b>O<sub>2</sub> CONSUMIDO (mg O<sub>2</sub>/L)</b>	Permanganometria
<b>FERRO TOTAL (mg Fe/L)</b>	Orto-fenantrolina
<b>NITROGÊNIO AMONÍACAL (mg N<sub>2</sub>/L)</b>	Nessler
<b>MANGANÊS (mg Mn/L)</b>	Persulfato de Amônio

Fonte: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 19<sup>a</sup> edição, 1995.