

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS
MESTRADO EM GESTÃO DO TERRITÓRIO**

ÂNGELA MARLI EWERLING LUÍZ

**COR E TURBIDEZ COMO INDICADORES DE PROCESSOS
EROSIVOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO TAQUARAL
SÃO MATEUS DO SUL – PR (2010-2011)**

PONTA GROSSA

2011

ÂNGELA MARLI EWERLING LUÍZ

**COR E TURBIDEZ COMO INDICADORES DE PROCESSOS
EROSIVOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO TAQUARAL
SÃO MATEUS DO SUL – PR (2010-2011)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Mestrado em Gestão do Território, da Universidade Estadual de Ponta Grossa, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientação: Prof^a Dr^a. Maria Ligia Cassol Pinto.

Co-orientação: Prof^a Dr^a Elizabeth W. O. Scheffer.

PONTA GROSSA

2011

L953c Luiz, Ângela Marli Ewerling
Cor e turbidez como indicadores de processos erosivos da Bacia
Hidrográfica do Taquaral São Mateus do Sul-Pr (2010-2011) / Ângela
Marli Ewerling Luiz. Ponta Grossa, 2011.
88f.
Dissertação (Mestrado em Gestão do Território), Universidade
Estadual de Ponta Grossa.
Orientadora: Profª Drª Maria Ligia Cassol Pinto
Co-orientadora : Profª Drª Elizabeth W.O. Scheffer

1.Bacia hidrográfica. 2.Usos da terra. 3. Erosão. 4. Cor e
turbidez. I. Pinto, Maria Ligia Cassol. II. Scheffer, Elizabeth W.O.
III.T.

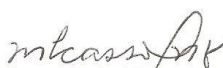
CDD : 551.48

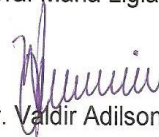
TERMO DE APROVAÇÃO

Ângela Marli Ewerling Luiz

COR E TURBIDEZ COMO INDICADORES DE PROCESSOS EROSIVOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO TAQUARAL SÃO MATEUS DO SUL-PR (2010- 2011)

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Geografia – Mestrado em Gestão do Território, Setor de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela seguinte banca examinadora:

Orientadora: 
Profa. Dra. Maria Ligia Cassol Pinto
UEPG


Prof. Dr. Valdir Adilson Steinke
UNB


Prof. Dr. Nicolas Floriani
UEPG

Ponta Grossa, 19 de Dezembro de 2011

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela oportunidade concedida.

À mãe, Maria Madalena, ao irmão André, ao esposo Osmair, à filha Mirela, pelo apoio, pelo incentivo e compreensão, nos momentos de alegria e de dificuldades.

À minha professora orientadora Maria Lígia Cassol Pinto pelo acolhimento, pelo conhecimento, pelo sentimento! Por sua paciência, confiança depositada no meu trabalho e disponibilidade de tempo para as orientações.

À professora Elizabeth W. O. Scheffer pela parceria e aprendizado na co-orientação desse trabalho.

Ao professor Valdir Steinke pela amizade, pelas significativas contribuições e valiosa participação nas bancas de qualificação e de defesa.

Ao professor Adriano Viana e Nicolas Floriani, pelas contribuições prestadas nas bancas de qualificação e defesa.

Aos colaboradores José Licheski, Cezariel França Santos, Ernesto G. Ronconi, ao colega e topógrafo Inocente João Furlan, pela contribuição prestada nas atividades iniciais de levantamento de dados para esse estudo.

Aos amigos Talia Rafaeli S. Anhaia, Emerson Farias dos Santos, Karen Ap^a. Oliveira e Marcelo Romano, que fizeram a diferença nesses anos de mestrado, pela amizade e prontidão em auxiliar.

À Adriana Ferraz Cordeiro, que se prontificou a realizar as análises de água, fica minha gratidão pelo gesto impagável; e a José Carlos Stoco, Coordenador Industrial da unidade da SANEPAR de São Mateus do Sul, por autorizar e validar a tarefa, fica o meu sincero agradecimento!

Aos diretores Luís Renato Gimny, do Colégio Estadual do Lajeado, e Ivan Fernandes, do Colégio Estadual São Mateus, pelo apoio concedido para que eu pudesse chegar até aqui!

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para esta pesquisa.

Talvez não tenhamos conseguido fazer o melhor,
mas lutamos para que o melhor fosse feito...
Não somos o que deveríamos ser
não somos o que ainda iremos ser
mas, graças a Deus,
não somos mais quem nós éramos.

Martin Luther King

RESUMO

A combinação de fatores naturais e antrópicos interferem nas características e propriedades das águas, atribuindo-lhes caráter específico em cada lugar. A qualidade dos recursos hídricos destinados ao consumo humano tem dependido em grande parte dos sistemas de usos do solo/terra nas encostas, associados aos processos erosivos que circundam as áreas de produção e de captação de água, dentro de uma dada bacia hidrográfica. Diante disso, este estudo mostra a configuração dos usos da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Taquaral, em São Mateus do Sul – PR, entre 2010-2011, e a contribuição destes no aporte de sedimentos carregados para o canal principal. Como parte da metodologia fez-se a definição de quatro Estações de Monitoramento das precipitações e das características da água ao longo do curso do Rio Taquaral. Estas foram definidas a partir da setorização do rio principal e dos usos da terra predominantes em cada setor. As amostras de água foram analisadas no laboratório da SANEPAR – São Mateus do Sul. Os parâmetros selecionados para se relacionar à presença de sedimentos foram cor e turbidez. As coletas de água foram realizadas entre Agosto de 2010 e Julho de 2011; no 15º dia de cada mês e a cada precipitação igual ou superior a 25 mm de evento contínuo, num intervalo de 12 horas. Os resultados indicaram que há maior carga de sedimentos transportados para o Rio Taquaral junto ao alto curso, onde predominam atividades agrícolas, em relação ao baixo curso onde se dá a ocupação urbana. Espera-se que esta pesquisa possa contribuir para o planejamento de gestão dessa bacia hidrográfica que serve para abastecer a população urbana e rural deste município. Diante deste diagnóstico, que sejam realizados encaminhamentos no sentido de informar e mobilizar a população que ocupa e usa da água dessa bacia hidrográfica, para preservar a qualidade da água e recuperar as áreas mais fragilizadas.

Palavras-chave: bacia hidrográfica, usos da terra, erosão, cor e turbidez

ABSTRACT

The combination of natural and anthropogenic factors interfere in characteristics and properties of water, gives it a specific character in each place. The quality of water intended for human consumption has depended largely on the systems of land use on the slopes, erosion associated with the surrounding areas of production and water catchment, within a given watershed. Therefore, this study intends to show the configuration of land uses in the River Basin Taquaral in São Mateus do Sul - PR, between 2010-2011, and its contribution of sediment carried to the main river. As part of the methodology became the definition of four monitoring stations in rainfall and water features throughout the course of Taquaral River. These were defined according the sectorization of the main river and predominant land uses in each sector. Water samples were analyzed in the laboratory of SANEPAR - São Mateus do Sul. The parameters considered to relate to the presence of sediment were color and turbidity. The water samples were taken between August/2010 and July/2011, the 15th day of each month and every rainfall greater than 25 mm continuous event, an interval of 12 hours. The results indicated that there is greater sediment load transported to the Taquaral River along the upper course, where agricultural activities predominate in relation to the lower reaches where it is the urban occupation. It is hoped that this research can contribute to the planning of river basin management that is the basin catchment for urban and rural population of this municipality. Given this diagnostics, which referrals are made to inform and mobilize the population that occupies and uses this water catchment area, to preserve water quality and restore the areas most vulnerable.

Keywords: watershed, land use, erosion, color, turbidity.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Técnicas aplicadas e procedimentos desenvolvidos durante a pesquisa, entre Agosto de 2010 e Julho de 2011.....	26
FIGURA 2	Localização das Estações de monitoramento de água na Bacia Hidrográfica do Taquaral	28
FIGURA 3	Pluviômetro utilizado para medir as chuvas e coletor de água no rio.	30
FIGURA 4	Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Taquaral – São Mateus do Sul/PR, em escala 1:50.000.	33
FIGURA 5	Distribuição dos tipos de solo na Bacia Hidrográfica do Taquaral, São Mateus do Sul/PR.	36
FIGURA 6	Panorama geral da paisagem do alto curso do Rio Taquaral, em altitude acima de 800 metros, no Segundo Planalto Paranaense.	38
FIGURA 7	Detalhe dos depósitos de materiais e efluentes advindos das áreas de entorno do Rio Taquaral, junto à área urbana.	39
FIGURA 8	Usos da terra na Bacia Hidrográfica do Taquaral.	41
FIGURA 9	Usos da terra em APP de rio, na Bacia Hidrográfica do Taquaral.	43
FIGURA 10	Bacia Hidrográfica do Taquaral: Hierarquia Fluvial segundo Strahler (1952).	45
FIGURA 11	Hipsometria da Bacia Hidrográfica do Taquaral.....	48
FIGURA 12	Distribuição das médias pluviométricas na região da Bacia Hidrográfica do Taquaral, entre Agosto/2010-Julho/2011.....	51
FIGURA 13	Declividade na Bacia Hidrográfica do Taquaral.	53
FIGURA 14	Perfil transversal do canal do Rio Taquaral, junto à Estação 4, na área urbana.	64
FIGURA 15	Características do canal no baixo curso: largura e volume de água do canal.	64
FIGURA 16	Perfil transversal do canal do Rio Taquaral, junto à Estação 1, em Taquaral do Bugre.	65

FIGURA 17	Perfil transversal do canal do Rio Taquaral, junto à Estação 2, em Faxinal do Ilhéus.	66
FIGURA 18	Aspectos do canal na Estação 1: ausência de depósito de sedimentos no talveg.....	67
FIGURA 19	Perfil transversal do canal do Rio Taquaral, junto à Estação 3, em Espigãozinho.....	68
FIGURA 20	Aspectos do canal do Rio Taquaral na Estação 3.	69

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1	Total anual de pluviosidade em São Mateus do Sul, de 2001 a 2010.	50
GRÁFICO 2	Resultado das análises de cloreto dissolvido, da água do Rio Taquaral, em cada uma das Estações de Monitoramento.....	54
GRÁFICO 3	Resultado das análises de alcalinidade total, da água do Rio Taquaral, em cada uma das Estações de Monitoramento.....	56
GRÁFICO 4	Resultado das análises de sólidos suspensos totais, da água do Rio Taquaral, em cada uma das Estações de Monitoramento.....	57
GRÁFICO 5	Média da cor da água do Taquaral, sem chuva.	59
GRÁFICO 6	Média da cor da água do Taquaral, com chuva.	60
GRÁFICO 7	Média da turbidez da água do Taquaral, sem chuva.....	70
GRÁFICO 8	Comparativo dos resultados mensais de turbidez em cada uma das Estações de Monitoramento, entre Agosto de 2010 e Julho de 2011.	73

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Medida em metros dos canais da Bacia do Rio Taquaral.	46
TABELA 2	Medida em metros do canal principal.	47
TABELA 3	Pluviosidade anual de São Mateus do Sul, entre 2001 e 2010.	50
TABELA 4	Cor (uH-mgPt-Co/L) da água do Taquaral, sem chuva.	58
TABELA 5	Índices anuais de pluviosidade em cada Estação de Monitoramento da Bacia do Rio Taquaral.	60
TABELA 6	Índices de cor (mgPt-Co/L) da água do Taquaral com chuva $\geq$ 25 mm em 12 horas.	62
TABELA 7	Turbidez (UT) da água do Taquaral, sem chuva.	69
TABELA 8	Índices de turbidez (UT) da água do Taquaral com chuva $\geq$ 25 mm em 12 horas.	71/72

LISTA DE SIGLAS

APP	Área de Preservação Permanente
CETESB	Companhia de Tecnologia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DSG	Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GPS	Global Positioning System
IAPAR	Instituto Agrônomo do Paraná
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPARDES	Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social
IQA	Índice de Qualidade das Águas
MINEROPAR	Minerais do Paraná S.A.
PET	Politereftalato de etileno
PETROBRAS	Petróleo Brasileiro
Ph	Potencial Hidrogeniônico
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
SANEPAR	Companhia de Saneamento do Paraná
SEDU	Secretaria do Desenvolvimento Urbano
SST	Sólidos Suspensos Totais
SUDERHSA	Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental
UEPG	Universidade Estadual de Ponta Grossa
uH	Unidade Hazen (mg Pt-Co/L)
UT/NTU	Unidade de Turbidez

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	13
2. RECURSOS HÍDRICOS: CONSUMO, PARÂMETROS E IMPACTOS	15
2.1. A ÁGUA PARA O CONSUMO HUMANO.....	16
2.2. PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA.....	17
2.3. PARÂMETROS DE COR E TURBIDEZ.....	19
2.4. IMPACTOS DOS USOS DA TERRA NO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS.....	20
3. PROPOSTA DE ABORDAGEM METODOLÓGICA.....	23
3.1.OS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS: AS TÉCNICAS DE PESQUISA.....	25
3.2. A ÁREA DE ESTUDO.....	32
3.2.1.Localização e caracterização da área de estudo.....	32
3.2.2.Os usos da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Taquaral.....	37
4. COMPREENDENDO A DINÂMICA ESPACIAL	45
4.1 MORFOMETRIA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO TAQUARAL.....	45
4.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA EM CADA ESTAÇÃO DE MONITORAMENTO.....	54
4.3 ÍNDICES DOS PARÂMETROS DE COR E TURBIDEZ DA ÁGUA DO RIO TAQUARAL.....	57
4.3.1. Índices dos parâmetros de cor e turbidez e aspectos morfométricos de cada Estação de Monitoramento.....	63
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	76
6. REFERÊNCIAS	78
ANEXOS.....	82

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1	Pluviosidade, turbidez e cor, da água do Taquaral, de 01 de Agosto de 2010 a 31 de Julho de 2011.....	83
ANEXO 2	Declaração das análises feitas na SANEPAR.....	88

1. APRESENTAÇÃO

Determinadas situações de uso e ocupação da terra nas vertentes das bacias hidrográficas, são determinantes para alterar a qualidade da sua água; quer pelo lançamento de efluentes ou então, pelos processos erosivos que se estabelecem a partir dos usos.(TUCCI, 2000)

Do ponto de vista dos processos erosivos superficiais ou de canal fluvial, dois parâmetros são afetados de forma mais específica: cor e turbidez. O tratamento da água sempre se inicia com a remoção dos materiais que flutuam ou estão suspensos nela. Os sedimentos carregados ao rio contribuem para o processo de assoreamento de canais e lagos, e afetam alguns dos índices relativos à potabilidade da água.

A Bacia Hidrográfica do Taquaral em São Mateus do Sul – PR foi escolhida como recorte espacial para esse estudo, por se tratar da bacia de captação de água para abastecimento da população rural e urbana do município, desde a década de 1970. Até o presente momento, são poucos os estudos e ações voltadas para a gestão compartilhada dessa bacia, e pelo uso cada vez mais intensivo estabelecido nas suas vertentes, consideram-se relevante para esse processo, as informações que nos propomos a buscar e sistematizar. Nesse contexto, chama atenção a ocupação desordenada de áreas de APP tanto no espaço urbano quanto rural.

Tal fator foi determinante na definição dos objetivos que orientaram esta pesquisa: teve-se como objetivo geral investigar a contribuição dos diferentes usos da terra na produção de sedimentos para o rio Taquaral, à montante da captação de água para abastecimento da cidade de São Mateus do Sul- PR.

A realização deste objetivo implicou no alcance de outros objetivos específicos, como: caracterizar o uso da terra na área da Bacia Hidrográfica a partir de imagens de satélite; realizar estudo da morfometria da Bacia Hidrográfica do Taquaral levantando índices e parâmetros de hierarquia fluvial e análise areal (área, comprimento, forma); analisar parâmetros das amostras de água para análise de cor, turbidez - volume de sólidos suspensos, em quatro locais (Estações) à montante da captação de água da SANEPAR, no Rio Taquaral.

A especificidade da pesquisa exigiu a proposição de uma metodologia capaz de permitir uma análise espacial em pequena escala, mas sem perder a ideia de

inter-relação entre as paisagens construídas no interior da bacia hidrográfica entre si e àquelas situadas além dos seus divisores de água.

Assim, a partir dos pressupostos da teoria geossistêmica que permite analisar o funcionamento físico em uma bacia hidrográfica, o ciclo da água no interior da bacia hidrográfica (precipitação e escoamento) associado ao transporte de sedimentos; estabeleceram-se as técnicas para esse estudo.

A abordagem geossistêmica, permite analisar o funcionamento físico global em uma bacia hidrográfica, através do qual podemos distinguir as transformações da energia gravitacional, que compreende a circulação da água, os processos erosivos associados à gravidade; o ciclo da água no interior da bacia hidrográfica (precipitação e escoamento) associado ao transporte de sedimentos.

Desse modo fez-se a caracterização da bacia hidrográfica, dos usos da terra e estabelecendo-se quatro (4) Estações de monitoramento da pluviosidade e coleta de água. Essas amostras de água foram analisadas no sentido de obter-se índices de cor e turbidez, que são os dois parâmetros físicos mensuráveis relacionados à presença de sedimentos na água.

Os resultados dessa pesquisa poderão servir como embasamento para o direcionamento de políticas públicas, visando garantir a melhor qualidade de alguns dos parâmetros de potabilidade da água dessa bacia. Programas de educação ambiental no campo e na área urbana podem contribuir para que se possa recuperar áreas mais degradadas, incentivar o manejo mais adequado do solo para evitar a erosividade e assoreamento dos canais e ainda o consumo sem desperdício desse recurso tão precioso.

Assim, a justificativa principal para a realização desta investigação é a de que, com certeza, poderá oferecer-se um quadro atualizado sobre o contexto da bacia hidrográfica em que é captada a água que abastece parte do município; contribuindo enquanto embasamento teórico sistematizado para abertura de novas discussões sobre planejamento e gestão ambiental desse importante manancial.

2. RECURSOS HÍDRICOS: CONSUMO, PARÂMETROS E IMPACTOS.

Os recursos hídricos podem ser, de maneira ampla, classificados como águas superficiais e subterrâneas. Quando os mananciais superficiais, que compreendem os rios, lagos e lagoas, se constituem nas fontes mais comuns e fáceis de utilização para os diferentes usos, faz-se necessário um controle de sua qualidade, seja em termos de qualidade ou quantidade.

No Brasil, esses mananciais são utilizados para os usos múltiplos, inclusive para o abastecimento humano, devido ao grande número de bacias hidrográficas existentes. Apesar da abundância desse recurso, parte significativa da população brasileira ainda não tem acesso à água e um percentual ainda maior não conta com água tratada. De acordo com os dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, “a região com maior percentual de municípios distribuindo água sem nenhum tratamento em 2008 era a Norte (20,8%), onde Pará (40%) e Amazonas (38,7%) tinham os maiores percentuais. Em seguida vinha o Nordeste (7,9%), com destaque para Piauí (24,3%) e Maranhão (21,8%)”. (IBGE, 2008)

Para tentar minimizar essas duas situações, desde os anos 1990, vem crescendo o movimento pela gestão dos recursos hídricos. Assim, a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) instituída pelo governo federal em 1997, baseia-se nos fundamentos de que a água é um bem público; os usos prioritários dos recursos hídricos são o consumo humano e a dessedentação dos animais; a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da PNRH e sua gestão é descentralizada, contando com a participação do Poder Público, dos usuários e da comunidade. (Lei Federal 9.433/97).

No caso do Paraná, a existência de legislação sobre gerenciamento de recursos hídricos data do ano de 1999, através da lei 12.726/99, que reforça os fundamentos da lei federal e estabelece critérios específicos para o Estado. Como os demais estados brasileiros, o Paraná também está dividido em Comitês de Bacias Hidrográficas; a SANEPAR é o órgão responsável pela captação, tratamento e distribuição de água para 344 dos 399 dos municípios paranaenses, inclusive São Mateus do Sul, sendo no rio Taquaral o ponto de captação de água para servir essa população urbana. Apesar da existência desse serviço estar de acordo com os critérios legais e oferecer um produto de qualidade aos munícipes, sente-se a

necessidade de investigar sobre os fatores que, com maior ou menor intensidade, tem prejudicado a qualidade da água para referida empresa.

Interessa à gestão compartilhada dos recursos hídricos não só a quantidade, mas a qualidade da água para os diversos e múltiplos usos, especialmente ao abastecimento humano. Nesse sentido, a gestão deve considerar as diferentes e prováveis fontes de interferência na perda de qualidade deste recurso, especialmente quando a situação é para o abastecimento da população.

2.1 A ÁGUA PARA O CONSUMO HUMANO

A exploração dos recursos naturais tem promovido a degradação de ecossistemas, comprometendo a qualidade de vida das espécies de um modo em geral.

Além disso, tem contribuído para reduzir a disponibilidade e alterar as condições de recursos naturais, como ar, solo e águas.

O impacto sobre as águas superficiais se deve principalmente pelo lançamento de efluentes líquidos de indústrias e esgotos em áreas urbanas, por resíduos sólidos, agrotóxicos, desmatamento de nascentes e margens de canais, assoreamento, e outras atividades que comprometem a disponibilidade e qualidade desse recurso para o consumo.

De acordo com Botelho (1999) no Brasil, desde a década de 1980, o estudo das relações entre diversos elementos das paisagens, sua dinâmica e planejamento quanto aos seus usos, tem adotado a bacia hidrográfica como unidade de pesquisa, planejamento e gestão de recursos hídricos.

Uma bacia hidrográfica, de acordo com Kobiyama *et al* (2008, p.44), representa uma “uma área geográfica que compreende todas as nascentes de um rio principal e de seus afluentes, juntamente com as áreas ao redor desses rios”.

Tucci (2000) afirma que a bacia hidrográfica é composta por vertentes e por uma rede de drenagem em que os cursos de água confluem no exutório, podendo ser considerada um sistema físico, havendo neste, entrada, saída e perda de matéria e energia. Segundo CHRISTOFOLETTI (1980, p.1): “Um sistema pode ser definido como um conjunto dos elementos e das relações entre si e entre seus tributos.”

Tal conceito está evidente na definição de bacia hidrográfica apresentada por Rodrigues e Adami (2005, p.147):

Sistema por onde circula e atua um volume de matérias, predominantemente sólidos e líquidos, próximo à superfície terrestre, delimitado interna e externamente por todos os processos que, a partir do fornecimento de água pela atmosfera, interferem no fluxo de matéria e energia de um rio ou de uma rede de canais fluviais.

Levando em conta a proporção de água doce disponível e o aumento da pressão sobre este recurso natural, é pertinente a discussão sobre o papel da ação antrópica sobre os recursos hídricos e os impactos resultantes de sua ação sobre a qualidade da água.

2.2 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA

A antropização e o próprio meio físico, por meio da precipitação, escoamento superficial e infiltração interferem nos parâmetros de qualidade da água; podendo estas interferências serem de ordem físico-química, bacteriológica e ou toxicológica.

Devido aos fatores naturais e antrópicos que interferem nas características da água, comprometendo sua qualidade, quando se trata de abastecimento público, são desenvolvidas atividades de monitoramento nas estações de coleta, gerando nesse controle um grande número de dados referentes aos principais parâmetros aquáticos. Visando facilitar a leitura e a divulgação desses dados à população, a Companhia de Tecnologia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) a partir de um estudo realizado em 1970 pela “National Sanitation Foundation” dos Estados Unidos, adaptou e desenvolveu o IQA - Índice de Qualidade das Águas. Este incorpora nove parâmetros considerados relevantes para a avaliação da qualidade das águas, tendo como determinante principal a utilização das mesmas para abastecimento público. A criação do IQA baseou-se numa pesquisa de opinião junto a especialistas em qualidade das águas, que indicaram os parâmetros a serem avaliados, o peso relativo dos mesmos e a condição com que se apresenta cada parâmetro. A partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade da água bruta, que é indicada pelo IQA, variando numa escala de 0 a 100, ou indicada pela qualidade Péssima, Ruim, Regular, Boa e Ótima.

Os parâmetros incorporados no IQA da CETESB são: coliformes termotolerantes, pH (potencial hidrogeniônico), DBO (demanda bioquímica de oxigênio), Nitrogênio total, Fósforo total, Temperatura, Turbidez, Resíduo total e Oxigênio dissolvido.

- Coliformes termotolerantes – Bactérias cuja presença indica poluição por esgotos domésticos, resultando em perda da balneabilidade e potabilidade da água.

- pH – Potencial Hidrogeniônico – De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 deve estar entre 6 e 9, para as águas de Classe II como é o caso do Rio Taquaral. Alterações no pH podem afetar o metabolismo de várias espécies aquáticas.

- DBO – demanda bioquímica de oxigênio – Está relacionada com o teor de matéria orgânica presente no corpo aquático. A ocorrência de valores mais elevados deste parâmetro está em geral associada, a uma redução na concentração de oxigênio dissolvido na água, o que pode provocar a morte de peixes e de outros organismos aquáticos aeróbios.

- Nitrogênio total –. Os compostos de nitrogênio são nutrientes para processos biológicos e quando lançado em grandes quantidades nos corpos d'água, junto com outros nutrientes, provocam o enriquecimento do meio, tornando-o mais fértil e possibilitando o crescimento em maior extensão, especialmente das algas, o que é chamado de eutrofização. Nessas condições a água torna-se imprópria para consumo humano, para recreação e para a preservação da vida aquática. O lançamento de esgotos sanitários e efluentes industriais, escoamento de águas com fertilizantes, são as principais fontes de nitrogênio.

- Fósforo total – Assim como o nitrogênio é um importante nutriente que se presente em excesso no corpo aquático pode contribuir com a eutrofização das águas. O fósforo aparece aumentado em águas naturais devido principalmente às descargas de esgotos sanitários, relacionado ao uso de detergentes e também devido a drenagem superficial de áreas agrícolas, neste caso associado ao uso de fertilizantes.

- Temperatura - Todos os corpos d'água apresentam variações de temperatura ao longo do dia e das estações do ano. Porém, o lançamento de efluentes com altas temperaturas pode causar impacto significativo nos corpos d'água prejudicando o crescimento e reprodução de organismos aquáticos.

- Resíduo total - Os resíduos sólidos que se depositam nos leitos dos corpos d'água podem causar seu assoreamento, aumentando o risco de enchentes e gerando problemas para a navegação. Pode ainda causar danos à vida aquática.
- Oxigênio dissolvido – O oxigênio dissolvido é essencial para a vida aquática. O lançamento de esgotos reduz a sua presença, comprometendo a vida nos rios ou reservatórios de água.
- Turbidez - Indica o grau de atenuação que um feixe de luz sofre ao atravessar a água, devido a presença de sólidos em suspensão - silte, areia, argila, algas, detritos, etc. (ANA, 2009)

Em conformidade com a Resolução 357/2005 do CONAMA, a (CETESB), aponta que tais parâmetros são “considerados relevantes para a avaliação da qualidade das águas, tendo como determinante principal a utilização das mesmas para abastecimento público”. No Brasil são onze estados, entre eles o Paraná, que fazem uso desse índice para avaliar a qualidade da água destinada para consumo humano.

Nesse sentido, essa pesquisa se propôs a relacionar os diferentes usos do solo com os parâmetros físico-químicos da água de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, limitando-se ao que diz respeito à cor e turbidez. Tomou-se por base os valores que a resolução define sobre parâmetros de aspecto estético de aceitação ou rejeição do produto, como condição para o consumo humano da água doce.

2.3. PARÂMETROS DE COR E TURBIDEZ

A cor da água se traduz pela presença de substâncias dissolvidas ou divididas, como material em estado coloidal, na maioria dos casos de natureza orgânica. (NBR 9896/1993).

A cor pode originar-se de minerais ou vegetações naturais, de substâncias metálicas como os compostos de ferro e manganês, do húmus, turfa, tanino, algas, e protozoários, ou ainda de efluentes industriais e domésticos. A resolução CONAMA 357/2005 define o valor de cor para classe II de água doce como sendo de no máximo 75 uH¹ (mg Pt-Co/L), e de acordo com a Portaria 518/2004 do Ministério da

¹ uH – Unidades Hazen: miligramas de Platina- Cobalto por Litro

Saúde, esse valor pode ser de no máximo 15 uH quando a água for disponibilizada para consumo humano após tratamento. A mesma resolução define ainda que para classe II, o índice de turbidez pode ser de no máximo 100 UT². Tomando esses valores como referenciais e levando em consideração, as características diagnosticadas no período de estudo e de acordo com a metodologia aplicada, pode-se definir que a água do Rio Taquaral (sem chuvas intensas), se classifica setorialmente (nas estações de coleta de água) como sendo de classe II.

A turbidez se caracteriza pela presença de material fino em suspensão na água e representa a resistência à passagem de luz. A principal fonte de turbidez é a erosão dos solos. Quando ela aumenta, é necessário usar uma quantidade maior de produtos químicos (coagulantes) nas estações de tratamento de águas, o que por sua vez aumenta os custos. A alta turbidez pode ainda afetar a preservação dos organismos aquáticos, seu uso industrial e as atividades de recreação.

Sobre o impacto dos sedimentos na turbidez e na qualidade da água, Cooke, Doornkamp (1990) afirmam que:

O aumento na concentração de sedimentos influencia na turbidez e esta na qualidade da água, podendo prejudicar peixes e outros elementos da biota, projetos de engenharia como de usinas hidrelétricas, e a qualidade da água para fins domésticos e industriais. (...) Recentemente foi reconhecido que junto aos sedimentos são transportados pesticidas, elementos radioativos, metais pesados e nutrientes, que são absorvidos pelas partículas dos sedimentos.(p.185-186)

Segundo Macedo (2001), todas as impurezas da água (exceto os gases dissolvidos) contribuem para a carga de sólidos, que por sua vez, podem ser classificados conforme seu tamanho e características químicas. Aos materiais em suspensão, somam-se bactérias, algas e protozoários, e o iodo, por exemplo.

2.4. IMPACTOS DOS USOS DA TERRA NO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS

O tratamento da água sempre se inicia com a remoção dos materiais que flutuam ou estão suspensos. Assim sendo, foram levados em consideração a interferência das diferentes formas de uso do solo e a relação destas com o

² UT ou UNT– Unidades Nefelométricas de Turbidez: (Resolução CONAMA 357/2005) estabelece: Para águas destinadas ao consumo humano de classe I – até 40 UT, classe II e III até 100 UT.

processo erosivo, como indicador para explicar a origem do material em suspensão carregado pelo rio Taquaral, processo do qual resultam os índices de parâmetros avaliados.

Segundo Mafra (1999) a erosão hídrica que provoca a perda progressiva do solo, é a transferência de matéria e energia resultante de um desequilíbrio do sistema água-solo-cobertura vegetal. Na p. 301, explica que:

A energia da chuva é aplicada à superfície do terreno, e, a partir de um limite de resistência ao cisalhamento, iniciam-se as transferências de matéria por processos de desestabilização dos agregados do solo, de movimentação e transporte de partículas e de sedimentação em zonas mais rebaixadas da topografia. Como consequência da atuação desse conjunto de ações em que participam matéria e energia, a camada superficial e mais fértil do solo é removida e posteriormente, os seus horizontes subsuperficiais.

A autora afirma ainda que desta forma o solo vai perdendo sua capacidade produtiva e por essa razão, se faz necessário compatibilizar os usos da terra com as limitações particulares a cada tipo de solo e ao conjunto de elementos do contexto ambiental em que ele se encontra.

Para Santos (2004, p. 97) o uso da terra “retrata as atividades humanas que podem significar pressão sobre os elementos naturais.”

Gaile e Willmott (2003) ratificam esse discurso ao considerarem que o desenvolvimento de atividades agrícolas e as mudanças nos padrões de cultivo vêm resultar na variação temporal e espacial das taxas de erosão e deposição de sedimentos, que podem alterar profundamente as paisagens.

Segundo Silva, Schulz e Camargo (2003) a erosão se caracteriza pelo desgaste da superfície terrestre por agentes naturais como a água, vento, gelo entre outros. Pode ser de ordem natural/geológica ou potencializada pela ação antrópica.

Os autores apontam as principais formas de erosão hídrica, como sendo:

- Laminar – remoção de uma fina camada de solo que se dá pela precipitação pluvial e escoamento superficial.
- Linear – erosão que se caracteriza pela formação de canais em que a remoção e transporte de material se dá pela enxurrada.
- Deslizamento – As chuvas fortes e contínuas se encarregam de remover das encostas íngremes, massas de solo ou fragmentos rochosos.

- Canais – Trata-se da erosão fluvial, ação das correntes de água nos canais dos rios, em que o transporte de material se dá de forma espontânea e contínua.

A intensidade com que o solo sofre o processo erosivo deve-se a uma série de fatores que agem em conjunto: tipo de solo, declividade do terreno, formas de uso e manejo do solo, entre outras.

Solos de relevo plano, com boa permeabilidade, profundidade e estabilidade de agregados, com uso agrícola e aplicação de técnicas de manejo adequadas, serão muito menos suscetíveis ao processo erosivo.

A cobertura do solo tem função relevante na contenção ou aceleração do processo erosivo. Silva, Schulz e Camargo (2003) afirmam:

Conforme o tipo de cobertura do solo será maior ou menor a efetividade de proteção do solo, algumas favorecendo mais o processo de infiltração da água no solo e outras a impermeabilizando totalmente o solo (p.22.).

Os autores discutem a contribuição do meio urbano e do meio rural no processo de erosão e a decorrência desta na qualidade/quantidade da água.

Apontam-se como problemas elementares do meio urbano a inibição da infiltração da água e o aumento do escoamento superficial que a organização desse espaço promove, a ocupação das áreas de riscos e o assoreamento de rios resultantes quase que somente da erosão em áreas urbanas. Em relação ao processo erosivo no meio rural, defende-se que o agravamento da erosão nesse espaço decorre principalmente pelo uso de técnicas de manejo de solo e opção por determinados tipos de cultura que deixam a superfície do solo mais exposto, contribuindo assim para o carreamento de grandes quantidades de sedimentos para os cursos d'água.

O cultivo intensivo de um mesmo tipo de cultura pode provocar o esgotamento dos nutrientes e a contaminação do solo. Destruir parte dos agregados do solo o torna mais suscetível à erosão. Assim também, a utilização de máquinas pode levar à compactação do solo, comprometendo a capacidade de infiltração e potencializando a erosão.

Para Salomão (1999, p. 258) “as práticas de conservação de solo devem ser aplicadas após o conhecimento integrado das potencialidades e limitações dos subsistemas solo-água em nível de bacias hidrográficas...”

3. PROPOSTA DE ABORDAGEM METODOLÓGICA

A pesquisa apóia-se no método dedutivo partindo de um raciocínio lógico – baseado numa premissa geral – cuja constatação ou refutação se alcançam em virtude da aplicação correta das regras científicas, conceitos e teorias já consolidados, como por exemplo, de sistema, geossistema e bacia hidrográfica.

Christofoletti (1980, p.1) define o sistema como “conjunto dos elementos e das relações entre si e seus atributos”.

De acordo com Bertalanffy (1968, p. 137) os sistemas “se organizam mediante diferenciação progressiva, evoluindo de estados de baixa para estados de complexidade superior”, ou seja, a evolução é permanente e o sistema se autoregula, sendo assim, dinâmico. “São fechados quando isolados de seu ambiente, ou abertos, quando há importação e exportação de matéria, havendo interação dinâmica de seus componentes”. (p. 203)

“A teoria dos sistemas gerais foi inicialmente introduzida na Geomorfologia pelos trabalhos de Arthur N. Strahler - 1950, 1952. ...”.(CHRISTOFOLETTI, 1980, p.1)

No final do século XVIII, o americano William M. Davis apresentou uma proposta de estudo fundamentando-se no positivismo evolucionista, “em que o relevo se define em função da estrutura geológica, dos processos operantes e do tempo”, sem estabelecer articulações com a climatologia e a biogeografia, como o faz a escola alemã, que passou a fundamentar estudos geomorfológicos na noção de ciclo. (CASSETI, 1994, p. 14)

As décadas de 1940 a 1960 foram marcadas por abordagens quantitativas, como a teoria dos sistemas e fluxos e o uso da cibernética, que assumem abordagem teórica. Ainda nesse sentido, a partir da década seguinte, a teoria probabilística passou a ser incorporada aos estudos geomorfológicos.

Cunha e Guerra (2003) chamam atenção para as questões relacionadas à degradação ambiental e o papel integrador da Geomorfologia nesse processo. Entendem que:

(...) o estudo da degradação ambiental não deve ser realizado apenas sob o ponto de vista físico (...) deve-se levar em conta as relações existentes entre a degradação ambiental e a sociedade causadora dessa degradação... (p.337)

Nessa perspectiva, os autores anteriormente citados, propõem a integração das questões sociais às análises da natureza. Para estes, a Geomorfologia passa a exercer um papel integrador...

na medida em que procura compreender a evolução espaço-temporal dos processos do modelado terrestre, tendo em vista escalas de atuação desses processos, antes e depois da intervenção humana, num determinado ambiente.(p. 348-9)

Transportando essa idéia para a bacia hidrográfica, haveremos de considerar toda uma evolução espaço-temporal ocorrente nessa unidade e a relação desse processo com a intervenção humana que pode gerar alterações ou impactos a jusante e nos fluxos energéticos de saída, corroborando com a idéia geossistêmica.

Tomando como referência tais pressupostos, o caráter metodológico dessa pesquisa é desenvolvido com base na teoria do Geossistema, que corresponde a um determinado tipo de sistema, podendo ser aberto, fechado ou misto; do qual entra e sai certa quantidade de matéria e/ou energia, o que o torna um sistema dinâmico; conforme explica Bolós i Capdevila (1992).

Para Bertrand,G. e Bertrand,C.(2007, p. 17).a partir da unidade de paisagem é possível esboçar uma definição teórica de geossistema:

(...) resulta da combinação local e única de fatores como – declividade, clima, rocha, manto de decomposição, hidrologia das vertentes – e de uma dinâmica comum – mesma geomorfogênese, pedogênese idêntica, mesma degradação antrópica da vegetação (...) certa homogeneidade fisionômica, forte unidade ecológica e biológica, enfim, fato essencial, por um mesmo tipo de evolução.

Berutachvili e Bertrand (2007) descrevem as seguintes características e funcionamento do geossistema:

O geossistema serve para designar um sistema geográfico natural homogêneo associado a um território. Ele se caracteriza por uma morfologia, isto é, pelas estruturas espaciais verticais (os geohorizontes) e horizontais (os geofácies); um funcionamento que engloba o conjunto das transformações dependentes da energia solar ou gravitacional, dos ciclos da água, dos biogeociclos, assim como dos movimentos das massas de ar e dos processos de geomorfogênese; um comportamento específico, isto é, para as mudanças de estado que intervêm no geossistema de uma dada sequência temporal. (p.51)

Considerando tal concepção sobre a dinâmica na bacia hidrográfica em que pesam a transformação e transporte de matéria e energia, verificamos que para avaliação da qualidade da água segundo a presença de sedimentos, o parâmetro de

qualidade que melhor se aplica para a avaliação da água, é o da turbidez. Considera-se o uso desse parâmetro e o da cor da água, como amostra representativa de avaliação das características da água quando da presença de sedimentos.

Os conhecimentos de química ambiental foram importantes na análise dos índices de qualidade da água de acordo com as determinações legais, seja do Ministério da Saúde, seja do Conselho Nacional de Meio Ambiente.

A implantação de parâmetro metodológico pela amostragem com base em tipicidade é apresentada por Marconi e Lakatos (1996), como seleção amostral em que o pesquisador busca pela representatividade, definir os elementos capazes de gerar dados e informações que por serem típicos, funcionam como representante de um contexto maior. A técnica da representatividade é aplicada para esse estudo, ao serem definidas cada uma das Estações de Monitoramento da pluviosidade e coleta de água. Cada uma delas é um ponto de seleção de amostragem cujos resultados ali colhidos, servem como representantes da dinâmica das áreas de entorno e do funcionamento da bacia como num todo. Em cada Estação foi realizado um conjunto de procedimentos, repetidos metodicamente de acordo com critérios estabelecidos

Segundo Goudie et al. (1990) é comum em certas áreas da geomorfologia, em estudo de geomorfologia, haver limitação de orçamento, tempo disponível, acessibilidade e acima de tudo, necessidade de adaptar a técnica e equipamentos em função da dinâmica natural do meio, em que circunstâncias particulares podem exigir modificações no que fora previsto. No caso dessa pesquisa, foi realizado um arranjo de técnicas e materiais em função do tempo de um ano e dos materiais, recursos disponíveis para o desenvolvimento dos estudos.

3.1. OS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS: AS TÉCNICAS DE PESQUISA

As atividades tiveram início com os levantamentos de dados primários e secundários sobre a Bacia Hidrográfica do Taquaral. A Figura 1 apresenta as técnicas e procedimentos aplicados nesta pesquisa.

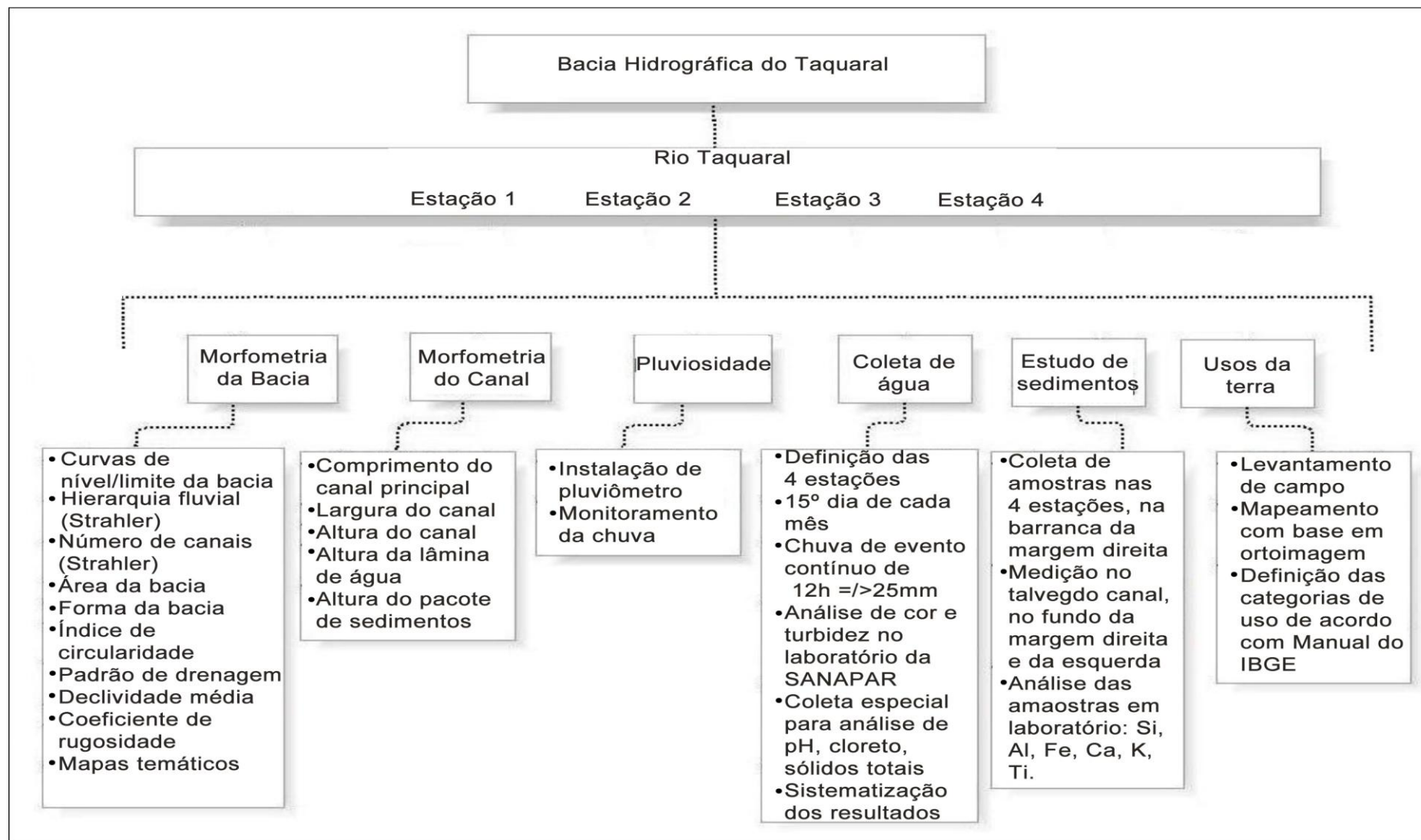


Figura 1 – Técnicas aplicadas e procedimentos desenvolvidos durante a pesquisa, entre Agosto de 2010 e Julho de 2011.

Fonte: A autora

*SANAPAR leia-se SANEPAR.

Para fins cartográficos da bacia, foram utilizadas cartas topográficas de São João do Triunfo e São Mateus do Sul, folhas SG.22-X-C-V / MI 2855-1 e MI 2855-3, respectivamente, na escala 1:50.000, elaboradas pela DSG do Exército Brasileiro, do ano de 2006 (1ª Impressão) e com escala de trabalho 1:50 000; mapas temáticos do IAPAR, MINEROPAR E SUDERHSA (Instituto Águas Paraná), sobre solos, geologia e hidrografia, respectivamente

Em junho de 2011 obteve-se junto ao SEDU/PARACIDADE uma ortoimagem (2005) ESCALA 1:10.000, que serviu de base para elaboração do mapa de usos da terra, sendo ajustada a escala em 1:50.000 da carta topográfica do município.

Em campo foi realizado o levantamento com receptor de sinal Global Positioning System (GPS) topográfico das coordenadas e altimetria dos pontos extremos da bacia e das Estações de Monitoramento.

A coleta de todos esses materiais e informações contribuiu para elaboração de mapas temáticos sobre a Bacia do Taquaral: localização da bacia, morfometria da bacia, morfometria de canais, mapa de hipsometria, mapa de declividade da bacia, mapa de localização das Estações de coleta de água, geologia, solos, cobertura e uso da terra. Para elaborar os mapas foram utilizados os programas Envi 4.4 e ArcView 3.2, junto ao laboratório de Geografia na Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG).

Para reconhecimento da área, foram realizadas várias saídas de campo para registro de informações obtidas por entrevistas, fotografias e registros escritos. Feito o reconhecimento e caracterização da área, foram definidos os locais das Estações de coleta de água e monitoramento da pluviosidade.

Primeira Estação de coleta: Alto Curso do Rio Taquaral (25°46'S; 50°23'W).
Localidade: Taquaral do Bugre

Segunda Estação de coleta: Médio-Alto Curso do Rio Taquaral (25°47'S; 50°21'W). Localidade: Faxinal dos Ilhéus

Terceira Estação de coleta: Médio curso, na confluência do Rio do Meio no Rio Taquaral (25°49'S; 50°20'W). Localidade: Espigãozinho

Quarta Estação de coleta: Baixo Curso do Taquaral (25°52'S; 50°22'W)
Localidade: Área Urbana de São Mateus do Sul – Usina Velha.

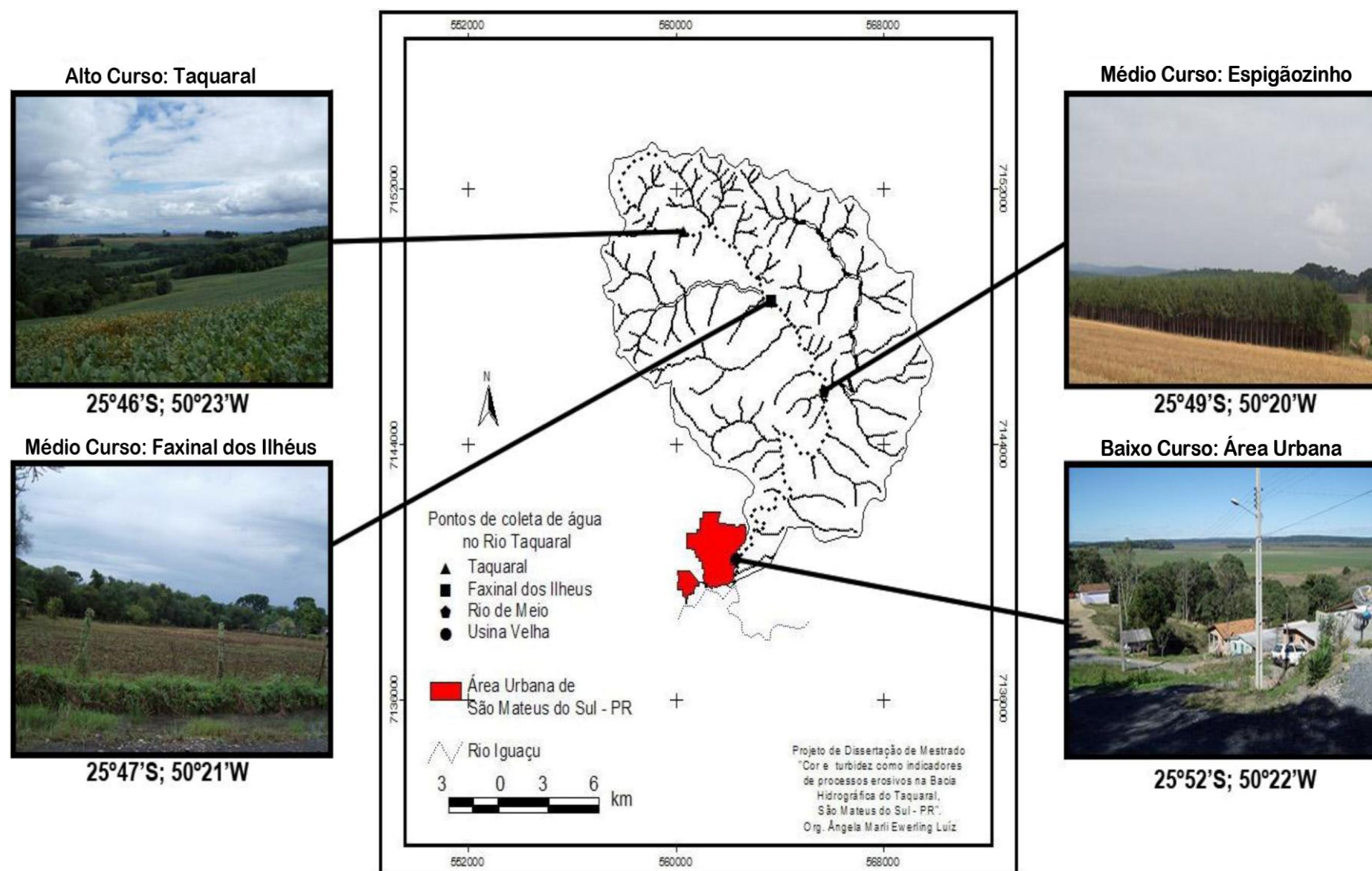


Figura 2 – Localização das Estações de Coleta de Água na Bacia Hidrográfica do Taquaral.
 Fonte: Ministério da Defesa, DSG, 1ª DL. Carta Topográfica de São Mateus do Sul, 1:50.000, 2006.

As Estações de Monitoramento foram assinaladas sobre a carta topográfica de São Mateus do Sul, em escala 1: 50.000, da Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG), 2006, como mostra a figura XV. Aspectos morfométricos, de caracterização de solos, segmentos do rio e usos da terra foram os critérios adotados para definição delas.

- A primeira Estação de Monitoramento foi definida em função do segmento do rio, alto curso, e a ocupação da área se caracterizar pelo predomínio de pequenas propriedades agrícolas, dedicadas ao cultivo de fumo, soja, feijão e milho. A esses cultivos estão incorporados o uso de máquinas. Tal prática permite que parte do ano o solo fique mais exposto, o que implica numa capacidade maior de transporte de sedimentos pelas águas das chuvas; ocasionando por sua vez, alteração nos parâmetros de cor e turbidez.

- Considera-se que a segunda Estação de Monitoramento foi estratégica pelo fato de que ali o Taquaral já conta com a carga de um importante tributário da sua margem direita, o Rio Sanga Funda. Este percorre áreas de grandes propriedades que cultivam batata e também desenvolvem a suinocultura.

- A terceira Estação de Monitoramento se definiu por ser um importante afluente da margem esquerda do Rio Taquaral: o Rio do Meio; cuja bacia tem seus cursos em áreas de propriedades agrícolas de pequeno e médio porte, cuja bacia é drenada em áreas agrícolas de pequeno e médio porte, com culturas temporárias destinadas para comercialização, fumo e erva-mate e ainda a silvicultura do pinus.

- A definição da quarta Estação considerou a possibilidade de neste local observar-se a influência da área urbana em relação à quantidade de sólidos suspensos carregados pelo Taquaral. Localizado junto à parte leste da área urbana, na Usina Velha, observa-se a ocupação de áreas de risco e de manancial, produção de sedimentos por estradas sem pavimento e impermeabilização do solo, que aceleram o escoamento superficial e transporte de sedimentos, influenciando diretamente na cor e turbidez da água.

Como parte dos procedimentos, junto a cada uma das Estações instalou-se um pluviômetro. O registro da pluviosidade foi feito às 07 horas e 19h ou com observações imediatas após chuvas torrenciais, pancadas isoladas e intensas, durante 12 meses.

As idas a campo para coleta de água ocorreram no 15º dia de cada mês e a cada chuva de evento contínuo, igual ou superior a 25 mm num período de 12 horas. Foi definida uma coleta no 15º dia de cada mês, para avaliar a cor e a turbidez regular da água, ou seja, em possíveis condições de ausência de chuva. Nessa ocasião, além de coletar água, faz-se uma observação detalhada para diagnosticar mudanças no ambiente num raio de 500m a partir da estação de coleta. As demais coletas foram estabelecidas a partir da soma dos milímetros de chuva de um evento contínuo, no intervalo de 12 horas. Perfazendo 25 mm ou mais, implicava na coleta de água. Para chuvas torrenciais de pancadas isoladas, após seu término era aguardado um prazo de duas horas para então ser feita a coleta de água. Nesse tempo dá-se o escoamento da água até os rios.

De acordo com Guerra (1999, p.20) “além da energia cinética da chuva, outros fatores influenciam no processo erosivo e, portanto, fica difícil definir um valor universal para detonar o processo, sob quaisquer circunstâncias”.

As amostras do 15º dia ou em condições de chuva foram encaminhadas para o laboratório da SANEPAR, para análise de cor e turbidez.

A coleta de água foi feita com um coletor construído a partir de uma garrafa de politereftalato de etileno (PET) de 2 litros, fixa a uma haste e com um suspiro de saída de ar.



Figura 3 – Pluviômetro utilizado para medir as chuvas e coletor da água no rio.
Fonte – A autora

Assim fez-se a coleta não muito próxima à margem, e sim, junto ao meio do canal, a uma profundidade média de 10 cm na água.

No laboratório da SANEPAR utilizou-se de 200 a 250 ml de água para ambientação e análise. O teste de cor foi feito através do método de comparação por disco (Aqua Tester). Para análise de cor, no Aqua Tester foram usadas duas cubetas; enchendo uma com água destilada que servia para o padrão da outra com a amostra homogeneizada.

Eram secadas com papel absorvente e também eliminadas as bolhas de ar, que, caso presentes, agitava-se levemente até a liberação das mesmas. As cubetas eram encaixadas no Aqua Tester, e girava-se o disco até a coincidência de cor da amostra padrão. O disco tem valores com intervalos de 0,00 a 25,00. Dependendo da água in natura foi necessário diluir aplicando o fator de diluição (1:10, 1:100). A unidade lida de cor é uH a unidade de Hazen, representada em mgPt-Co/L.

Para análise de turbidez empregou-se o Método Nefelométrico, onde foi usado um turbidímetro (equipamento digital Hach). Antes da análise, realizava-se a verificação metrológica fazendo leitura de ampolas (padrões secundários) que contém uma faixa aceitável de valores. Em seguida, a análise da amostra, completando uma cubeta com aproximadamente 10 ml da amostra a ser lida. Agitava-se levemente e eliminando as bolhas de ar tomando cuidado para não incluir partículas maiores ou material flutuante. A cubeta era mantida seca entre as análises, inclusive a tampa. A unidade para a turbidez é NTU ou UT/UNT – Unidades Nefelométricas de Turbidez.

Para estudo de sedimentos, mediu-se em cada uma das Estações: a altura e largura do canal, a altura da lâmina de água e de sedimentos no talveg, na margem direita e esquerda do canal. Ainda foi feita uma coleta de amostras de sedimento na barranca da margem direita do canal. Essas amostras foram submetidas à análise em laboratório, através de Fluorescência de Raio X (FRX). Empregou-se um espectrômetro de fluorescência de raios X de dispersão de energia modelo EDX-720 da Shimadzu, no modo semi-quantitativo. O espectrômetro foi operado a 50 kV, alvo de Rh, 10 mA, Collimator: 10 mm, Detector: Si(Li) semiconductor detector, energia de aproximadamente 155 eV tempo de análise 100 s. As amostras foram analisadas na forma de pó e submetidas a pressão de 30 Pa para evitar a atenuação dos raios X pela atmosfera. Foram apurados dados sobre a composição do solo em relação

potássio, ferro, importantes componentes do solo da região, e elementos responsáveis pela rápida intemperização das rochas em ambientes subtropicais úmidos como no caso da área deste estudo

Foram também realizadas, em duas coletas, a determinação de outros parâmetros aquáticos: pH, alcalinidade total, cloreto dissolvido e sólidos suspensos totais (SST), visando traçar um perfil dos locais de coleta que pudesse subsidiar as demais análises e discussões.

Alcalinidade total, teores de cloreto dissolvido e de SST foram determinados pelos métodos 2540D, 4500B e 2320B, respectivamente, descritos no Standard Methods for the Examination of water and Wastewater (APHA, 1995). Esses métodos consistem em: (i) titulação potenciométrica para a alcalinidade total, expressa em miligramas $\text{CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$, determinada nas amostras *in natura* utilizando HCl purificado como titulante, até pH 4,5; (ii) método indireto de precipitação de Möhr (Argentimetria) para determinação do teor de cloretos; (iii) para sólidos suspensos totais (SST) técnica gravimétrica empregando uma alíquota da amostra *in natura* filtrada em membrana de fibra de vidro previamente tarada (GFC-52 Schleicher & Shuell) de 0,45 μm (micrômetro – milionésimo do metro) de porosidade. O pH das amostras foi determinado com um eletrodo de vidro combinado conectado a um potenciômetro Labmeter model – PM2 e a condutividade elétrica foi determinada empregando-se um analisador portátil marca CD – 860.

3.2. A ÁREA DE ESTUDO

3.2.1. Localização e Caracterização da Área de Estudo

A bacia hidrográfica do rio Taquaral (Figura 4) situa-se na porção leste da área urbana do município de São Mateus do Sul, que ocupa a porção sudeste do Paraná. A bacia hidrográfica possui 111,75 km^2 e ocupa cerca de 8% do município. (IPARDES, 2008).

O Rio Taquaral, cujas nascentes situam-se a aproximadamente 904m de altitude, que corresponde a parte mais alta do município, percorre, em seu médio e alto curso extensões da área rural.

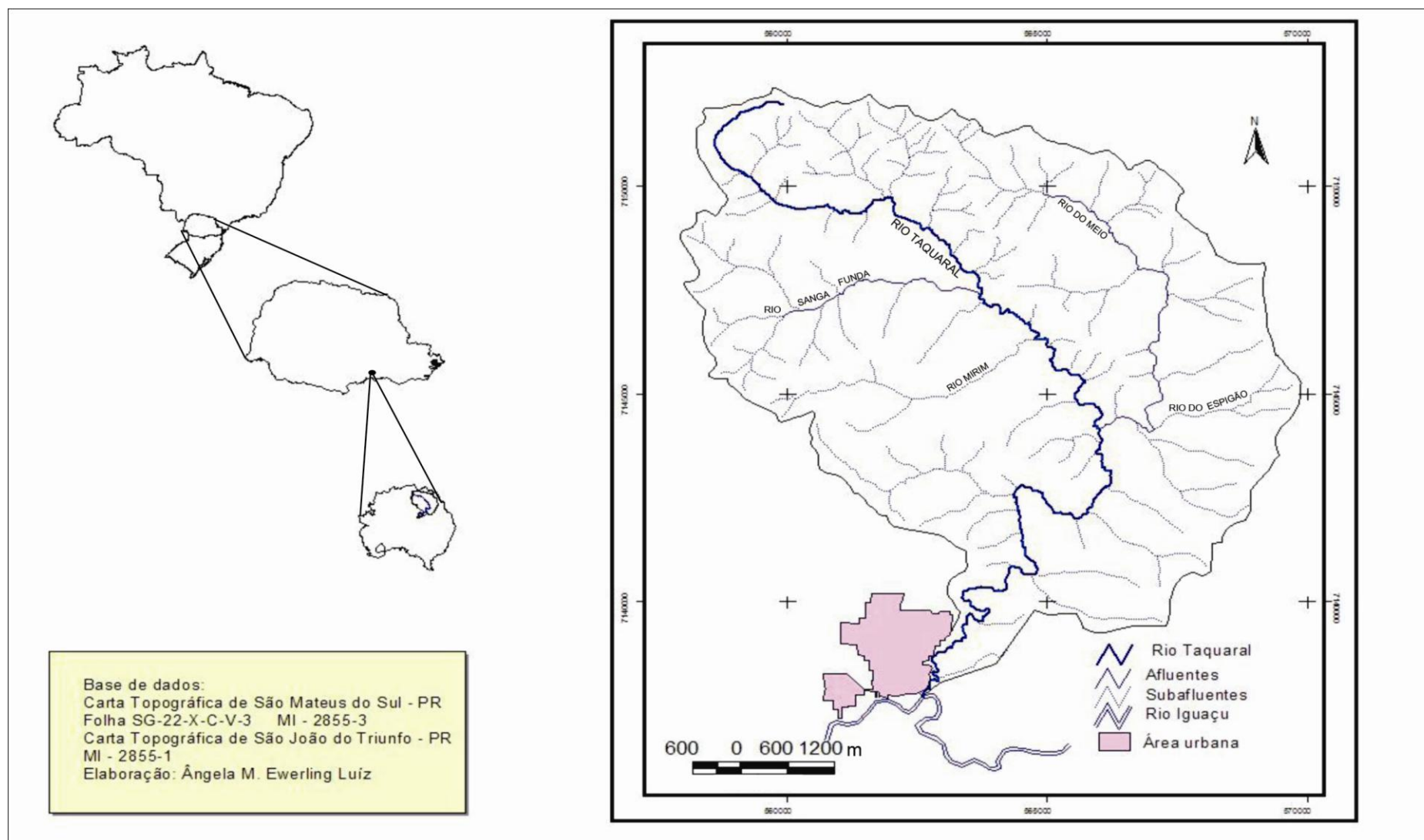


Figura 4 – Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Taquaral – São Mateus do Sul/PR, em escala 1:50.000.
 Org.: A autora

Em seu baixo curso percorre a porção leste da área urbana do município, tendo sua foz na cota de 759 m de altitude.

A extensão do rio Taquaral é de 30,06 km. Sua bacia com 111,75 km² apresenta forma arredondada e seu padrão de drenagem é dendrítico. Conta com uma paisagem rica em detalhes, onde predominam feições de um relevo suave com vertentes convexo-côncavas.

Regionalmente, a área de estudo se localiza na subunidade morfoescultural, do Planalto de São Mateus do Sul (MINEROPAR, 2006), domínio morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná.

Morfologicamente, o município apresenta dissecação baixa (Figura 6) e um gradiente de 240 metros com altitudes variando entre 760m (mínima) e 1.000m (máxima). A classe de declividade predominante no município é menor que 6% em uma área de 1.063,54 km², da sua área total de 1.342 km². As formas de relevos apresentam, predominantemente, topos aplainados, vertentes retilíneas e vales em “V”, modeladas em rochas das Formações Teresina, Palermo, Rio Bonito e Serra Alta. (MINEROPAR, 2006).

Geologicamente, na região, o Segundo Planalto Paranaense é constituído por sedimentos da era Paleozóica, destacando-se cordões carboníferos e xisto betuminoso, com afloramentos de rochas vulcânicas, fator esse que o torna a mais rica região do Estado em recursos minerais, como por exemplo, o calcário, areia e xisto betuminoso. A porção sedimentar é constituída quase na sua totalidade de terrenos pertencentes à Bacia Sedimentar do Paraná. (MINEROPAR, 2006)

A área deste estudo se inclui em terrenos das unidades litoestratigráficas: Formação Rio Bonito (Prb), Formação Palermo (Pp), ambas do Grupo Guatá/Permiano-Devoniano, e Formação de Sedimentos Recentes (Qha) do Quaternário Holoceno. Em seu alto curso ocorre a Formação Palermo, sendo possível constatar a presença de uma falha definida. Nos cursos médio e inferior do Rio Taquaral, podem ser encontradas rochas da formação Rio Bonito, em que se registram falha preenchida por dique e áreas de contato aproximado entre as duas formações citadas. Coincide que nas áreas onde se localizam as falhas, o rio apresenta trechos do seu canal, controlados por essas estruturas. Junto à sua foz no Rio Iguaçu, registra-se a ocorrência da Formação de Sedimentos Recentes. Por levantamento de campo, constatou-se a presença de planícies de inundação com

depósitos do quaternário.

Essas rochas, pela presença de descontinuidade, são susceptíveis à ação do intemperismo químico e de processos erosivos, sendo as rochas de origem cristalina, mais resistentes ao processo erosivo pela água, que as rochas sedimentares.

As condições climáticas podem influenciar no processo erosivo de várias formas, sendo a chuva o agente erosivo mais comum na área de estudo. Além desse, contribuem para tal processo, fatores climáticos como a temperatura e as massas de ar que ali atuam.

Conforme Maack (1981, p. 89) sobre o clima no Estado do Paraná, este afirma que a “maior parte do Estado está inserida na zona subtropical, entre 23°27’ e 26°47’”. Na região onde se situa a Bacia Hidrográfica do Taquaral, predominam climas temperados ou subtropicais úmidos, com uma média de aproximadamente 1587,9 mm de chuvas bem distribuídas ao longo do ano, se considerado o período entre 2000 e 2010 (INSTITUTO ÁGUAS PARANÁ, 2011).

Ayoade (1988) ao propor uma classificação de acordo com fatores regionais, caracteriza o clima da zona temperada como tendo estações em que a variação da temperatura é mais significativa do que a precipitação, diferente da zona de climas tropicais, por exemplo. As médias pluviométricas variam de 750 mm a cerca de 1500 mm anuais, com verões semelhantes aos climas tropicais chuvosos e invernos moderadamente frios devido a atuação das massas de ar polar, com temperaturas variando entre 5°C e 12°C nessa estação.

Dependendo das variáveis climáticas e das propriedades do solo, a este são aplicadas medidas de manejo e ainda de controle da erosão. Associa-se a suas características de textura, porosidade, permeabilidade, fatores como topografia, clima e cobertura do solo como elementos que influenciam na resistência ao processo erosivo.

Em termos de solo, predominam na área de estudo, solos como o Cambissolo Háplico associado ao Neossolo Litólico, Latossolo Vermelho e a Associação Latossolo Vermelho com Nitossolo Háplico. Genericamente, os Cambissolos são solos pouco desenvolvidos, com diferença marcante de granulometria do horizonte A para o B incipiente (Bi). São solos de textura argilosa, pouco profundos, com baixa permeabilidade. Os neossolos são solos com evolução limitada, apresentam maior resistência ao intemperismo e sem alterações significativas em relação ao seu

material de origem. Caracterizam-se por solos constituídos de material mineral ou orgânico pouco espesso. A associação de Cambissolos Háplicos ao Neossolo Litólico, distribuídos nas áreas de maior altitude da bacia, por sua característica e localização, representam solos mais suscetíveis à erosão. Esta por sua vez, pode ser acentuada ou minimizada pelas suas formas de uso e manejo. Os Latossolos são solos em avançado estágio de intemperização, solos bastante evoluídos, típicos de relevo plano e suave ondulado. Caracterizam-se por terem textura argilosa. A fração de argila comumente permanece constante ao longo do perfil do solo, podendo em alguns casos aumentar gradativamente com a profundidade. São solos profundos, porosos, bem drenados e permeáveis. Os Nitossolos são solos de textura argilosa ou muito argilosa (EMBRAPA, 1984). Os Latossolos Vermelhos e Associação Cambissolo Háptico/Neossolo Litólico estão distribuídos (Figura 5) quase que totalmente dentro da formação geológica Pp – Formação Palermo. Na área de Associação Latossolo Vermelho com Nitossolo Háptico, tem-se como base a Formação Prb- Rio Bonito.

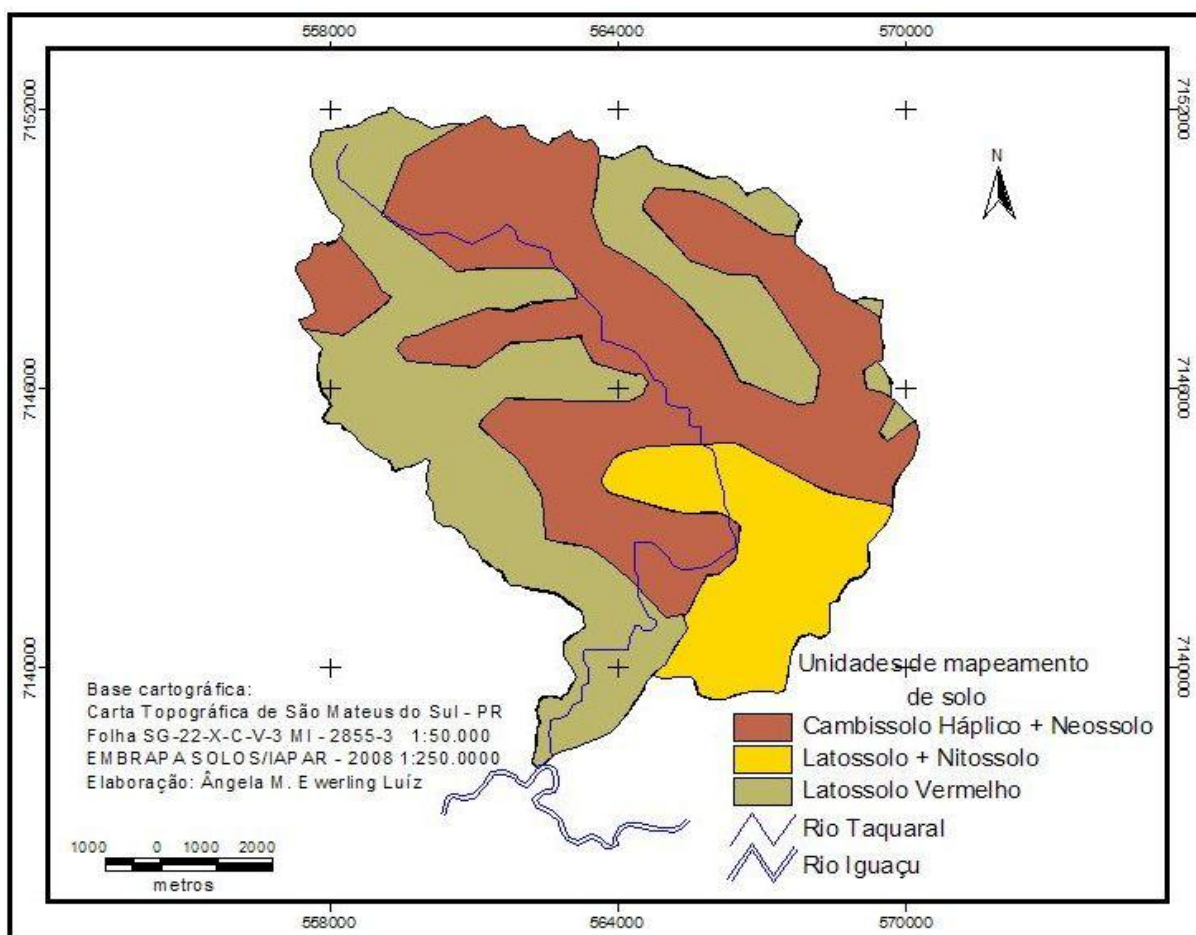


Figura 5 – Distribuição dos tipos de solo na Bacia Hidrográfica do Taquaral - São Mateus do Sul/PR
 Fonte: EMBRAPA SOLOS/IAPAR – 2008

É possível observar ainda que no interior da bacia do Taquaral, predominam os latossolos, menos suscetíveis aos processos erosivos. Estabelecendo uma análise em relação aos elementos já descritos – como o relevo suave ondulado e os solos que a esse se associam – é possível afirmar que à exceção das áreas onde ocorrem os Cambissolos, há condições favoráveis para a agricultura com uso de máquinas.

As condições pedomorfogênicas e climáticas são favoráveis para o desenvolvimento de determinadas formações arbóreas e herbáceas. Encontra-se no Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 1992) a caracterização da vegetação referente à área desse estudo, onde estão presentes de forma predominante a Floresta Ombrófila Mista Montana e a formação de Vegetação Secundária. Ainda de acordo com o IBGE, a área de estudo em questão se enquadra como pertencente ao Bioma Mata Atlântica

3.2.2 Os Usos da Terra na Bacia Hidrográfica do Rio Taquaral

No início da colonização da área em que se localiza a Bacia Hidrográfica do Taquaral, por volta de 1890, a economia baseava-se na agricultura e no extrativismo, principalmente da madeira e da erva-mate, principais riquezas da região.

Na primeira década do século XXI, a população do município ultrapassou o número de 41.257 habitantes (IBGE, 2010) e as terras circunscritas na referida bacia apresentavam uma paisagem bastante distinta da existente nos anos 70, quando essa bacia passa a ser usada como fonte de captação de água para abastecer a área urbana. Essa mudança na paisagem, motivada pelo avanço da agricultura sobre a vegetação nativa e o aprimoramento das técnicas de uso e conservação dos solos, pode ser observada na Figura 6.

A Floresta Ombrófila Mista Montana, foi bastante devastada pelos usos da terra, restando apenas alguns remanescentes, tem em sua composição espécies como a *Araucaria angustifolia* - pinheiro-do-paraná ou araucária, *Cedrela fissilis* - cedro branco, *Cryptocarya aschersoniana* - canela, *Ilex paraguayensis* - erva-mate e *Ocotea porosa* - imbuia.



Figura 6 – Panorama geral da paisagem do alto curso do Rio Taquaral, em altitude acima de 800m, no Segundo Planalto Paranaense.

Fonte: A autora.

O extrativismo vegetal, seguido da pecuária e uso agrícola, descaracterizou a vegetação original. Nos fragmentos abandonados por essas atividades ocorrem a formação de Floresta Secundária

Tal formação vegetal segundo Maack (1981) ocupa a maior porção de todos os planaltos de vegetação de regeneração.

Além da vegetação e das características de ocupação da área, a Figura 4 apresenta as feições do relevo que predominam na bacia e a característica da sua rede de drenagem.

No seu alto curso o rio principal é acompanhado, em sua margem esquerda por um dique de diabásio, produzindo um relevo diferenciado ao cortar as formações de rochas sedimentares paleozóicas, e unidades de solo que se desenvolvem sob um clima subtropical úmido. Atualmente, é uma região ocupada predominantemente por pequenos proprietários que se dedicam principalmente ao cultivo de fumo, milho, soja, e criação de animais em pequena escala. Essa característica de estrutura

fundiária se associa ao desmatamento, onde muitos proprietários o justificam pela pequena extensão da propriedade, havendo assim que aproveitar o máximo delas para produção. Em áreas de grandes propriedades, que representam a minoria do total delas e que podem ser observadas junto ao médio e baixo curso do Rio Taquaral, é o cultivo de feijão e batata que predominam. O manejo do solo é realizado essencialmente a partir do uso de máquinas agrícolas, adubação química, calagem e uso intenso de agrotóxicos na maior parte das propriedades rurais dessa bacia hidrográfica.

No baixo curso o rio percorre a porção leste da área urbana do município. A urbanização se expande ao largo de sua margem direita, mesmo em áreas que, pela legislação ambiental, deveriam ser de preservação permanente. Ali ele sofre influência dos processos de ocupação desordenada e por consequência, dos processos erosivos (Figura 7) de materiais advindos da ocupação de morros, da construção civil e abertura de vias de circulação, por exemplo.



Figura 7 – Detalhe dos depósitos de materiais e efluentes advindos das áreas de entorno do Rio Taquaral, junto à área urbana.

Fonte: A autora.

A identificação dos usos da terra atualmente na área da Bacia do Taquaral foi realizada a partir de levantamento *in lócus*. Para representar essa distribuição dos usos num mapa (Figura 8), foi usada como base uma ortoimagem de São Mateus do Sul (SEDU/PARANACIDADE, 2005). A seleção de categorias de uso da terra especificadas na legenda foi feita de acordo com o Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2006).

A presença da Floresta Ombrófila Mista Montana representadas no mapa são áreas com avançado processo de desmatamento da araucária, porém, há que se concordar que a presença da floresta representada pelas demais espécies que são menos exploradas, ainda exercem importante função ecológica na bacia.

As áreas classificadas pela categoria extrativismo de madeira também eram áreas cobertas por Floresta Ombrófila Mista Montana, mas que nessa ocasião são manchas em avançado processo de desmatamento, restando apenas poucas espécies arbustivas.

É expressiva a presença da agricultura nas propriedades da bacia hidrográfica. As áreas desmatadas ao longo dos tempos têm cedido espaço à prática do cultivo agrícola em que dominam as culturas temporárias. Entre essas culturas é significativo o avanço do cultivo de fumo nas pequenas propriedades.

Além da perda de solo fértil é preciso considerar a fragilidade dos canais sujeitos a esse processo de transporte de sedimentos. A fragilidade é mais evidente ainda na região das nascentes do alto curso onde muitas já foram soterradas e outras vêm sendo ligeiramente assoreadas. Além da declividade mais acentuada do relevo por se tratar da região mais alta da bacia, da constituição pedológica de associação cambissolos e neossolos, elementos que contribuem para o transporte de sedimentos, a retirada da mata ciliar e inserção da lavoura nas áreas de APP de rio (ver Figura 9), acelera o processo de assoreamento e extinção de nascentes. Esse cenário é retratado nos elevados índices de turbidez na água da Estação 1 de coleta de água em dias de chuva. Outra consequência dessa dinâmica é o transbordamento rápido de canais em ocasiões de chuva intensa. Os canais ao longo da bacia apresentam pouca largura e profundidade. Nas medições realizadas de morfometria de canal - especificamente em cada uma das Estações de Monitoramento - é na Estação 4, junto ao baixo curso, que o canal apresenta sua maior largura (9 m) e maior profundidade de lâmina d'água (1,5 m).

Usos da terra na Bacia do Taquaral

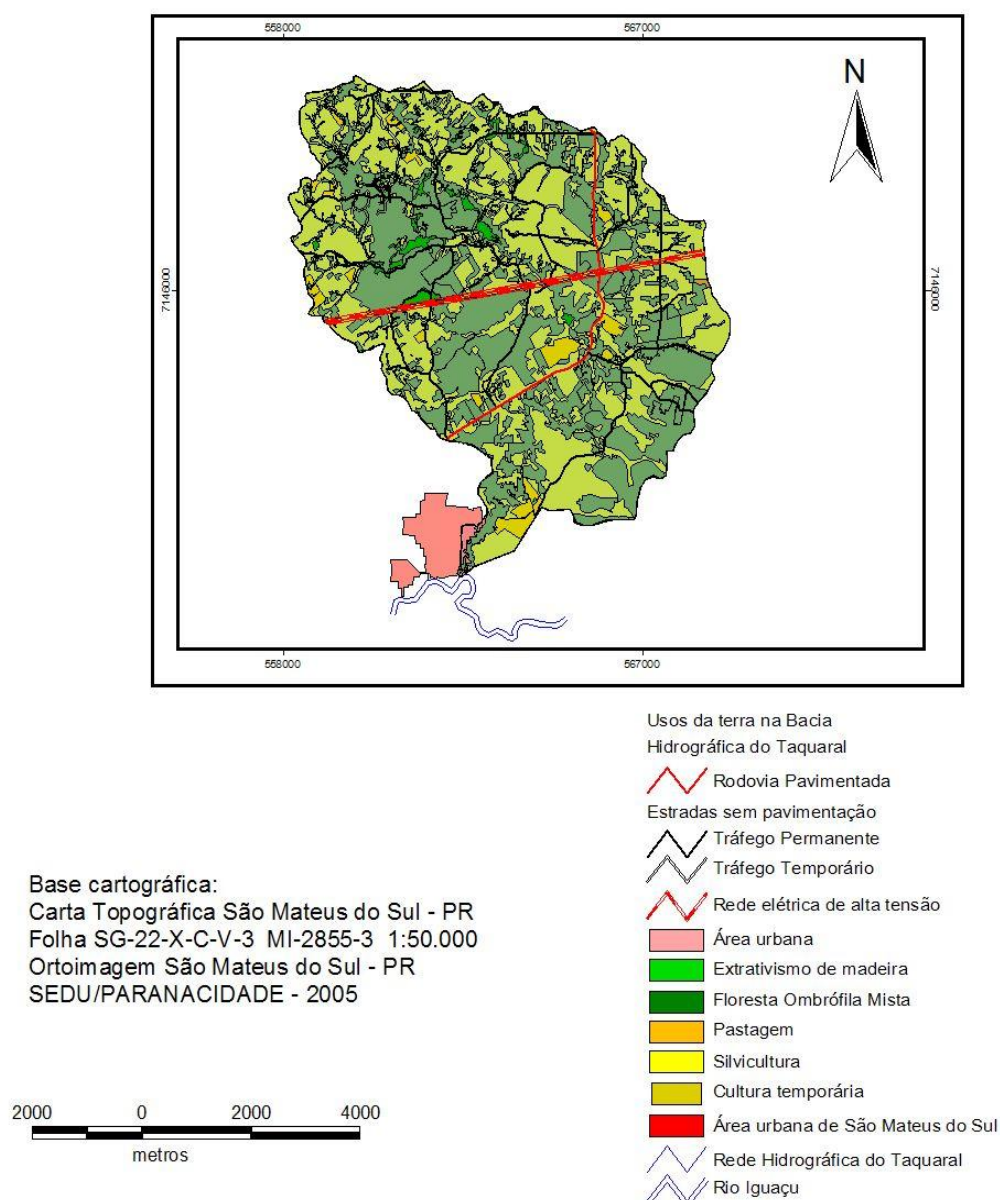


Figura 8 – Usos da terra na Bacia Hidrográfica do Taquaral.
Org.: A autora.

Só essa característica já é o bastante para ocorrência de enchentes. Se associada à retirada de floresta ripária que entre outras funções evita o assoreamento, potencializa em muito a frequência e intensidade delas.

As pastagens não ocupam áreas significativas, considerando que a pecuária praticada é em sua maioria destinada à subsistência.

A prática da silvicultura foi registrada na ocasião da elaboração desse mapa, apenas num ponto junto à parte oriental do divisor de águas da bacia, na localidade de Espigãozinho. Como a base desse mapa data do ano 2005, foi realizada uma detalhada verificação em campo das unidades mapeadas, sendo possível confirmar que a unidade mapeada se trata de uma área de reflorestamento de espécie exótica de pinus. Constatou-se ainda nessas observações *in lócus*, um aumento de áreas cultivadas com exóticas de eucaliptos, usadas como lenha no processo de secagem do fumo nas estufas.

A área urbana presente dentro dos limites da bacia hidrográfica também precisa ser alvo de políticas públicas para minimizar os impactos e conter o avanço na ocupação das áreas de risco e APP do rio Taquaral. A ocupação desordenada desses espaços vem contribuindo para o desgaste do solo e transporte de sedimentos para o rio (Figura 7), emissão direta no rio de esgotos domésticos sem nenhum tratamento, e a visível falta de gerenciamento de resíduos sólidos. A falta de atitudes sustentáveis além de comprometer a vida do rio e seu entorno, afeta a qualidade de vida das pessoas que ali estão e daquelas que se abastecem da água do rio Taquaral.

A esses usos da terra apresentados no mapa e caracterizados no texto, pode-se acrescentar a presença das estradas que se constituem em importantes vias de onde são erodidos sedimentos que chegam aos canais dos rios pelas chuvas.

De acordo com o mapeamento apresentado, os usos na APP de rio se configuram da seguinte forma:

- 65,5% do total da área de APP encontram-se coberta com floresta;
- 32,4% foram desmatados e é usada para cultivos temporários (lavouras)
- 1,6% da floresta ripária está com manchas significativas de clareiras, resultantes da extração de madeira;
- 0,4% da floresta ripária está sendo ocupada por pastagens
- 0,1% da área, junto ao curso inferior, é área de ocupação irregular urbana.

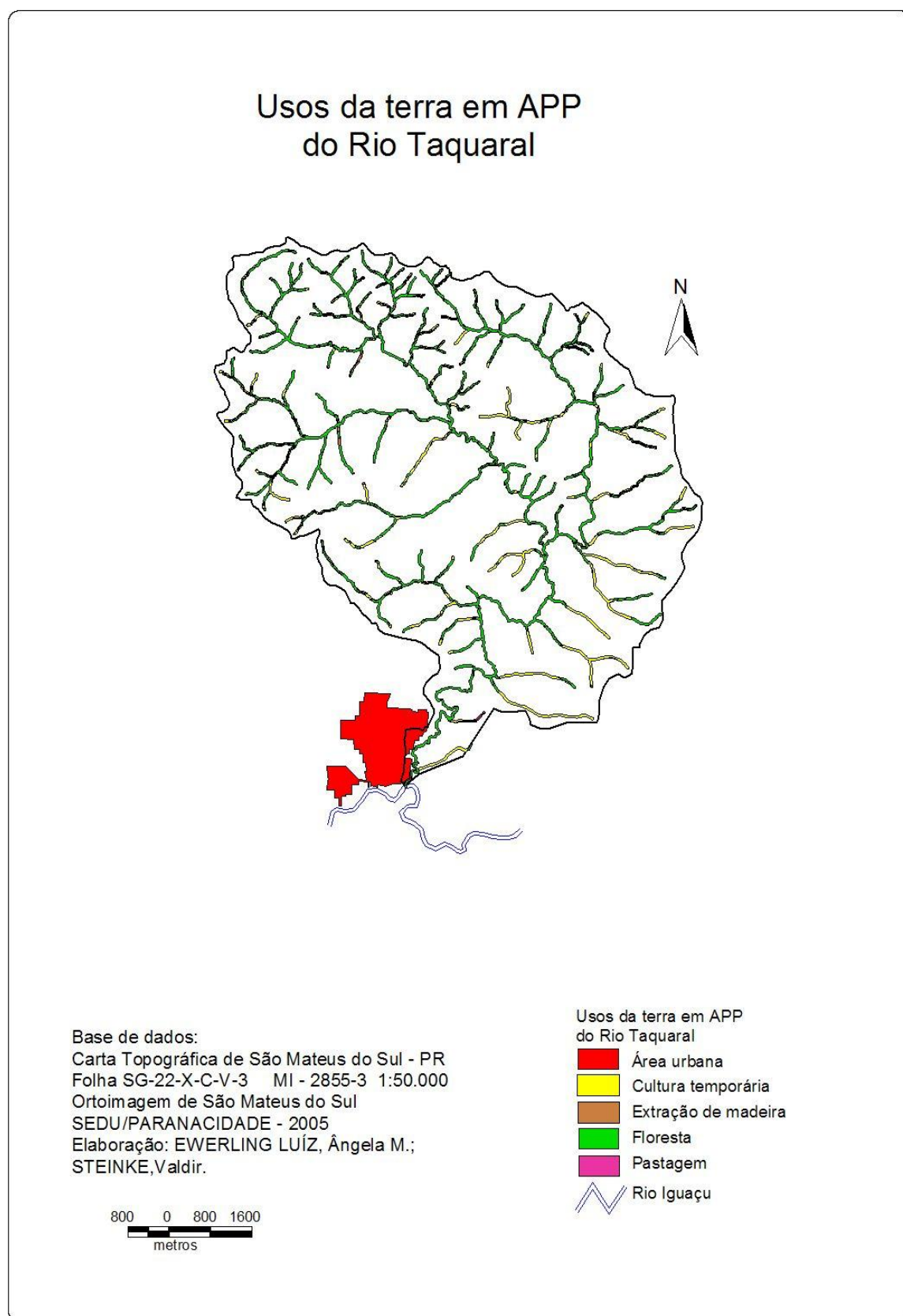


Figura 9 - Usos da terra em APP de Rio, na Bacia Hidrográfica do Taquaral.
 Org.: A autora.

É preciso ressaltar que apesar de constar uma área de 0,1% de ocupação urbana na APP do rio, ocorrem dois agravantes em relação a esse aspecto: o primeiro quanto a data da imagem para elaborar o mapa – 2005. É notório o aumento da invasão dessa área no intervalo dos últimos 7 anos. Outro aspecto a ser considerado, diz respeito ao impacto causado junto ao curso inferior, que não se restringe à área de APP ocupada, mas sim, há uma contribuição de entorno muito mais ampla; quer pela produção de sedimentos que são carregados ao rio, ou de outros materiais e efluentes líquidos e sólidos que ali são depositados.

Pode-se observar no mapa que a prática do desmatamento está disseminada em toda área da bacia, tanto ao longo da APP de floresta ripária de cursos como também de nascentes.

A retirada da floresta ripária e implantação de cultivos e pastagens nas APPs, contribui para acentuar a capacidade de transporte de sedimentos para dentro dos canais fluviais. Isso implica no assoreamento de canais - o que leva a inundações e desaparecimento de nascentes - perda de biodiversidade nas áreas que deveriam estar florestadas, e alteração da qualidade da água dos rios, o que afeta sua biota e para o consumo humano dessa água

4. COMPREENDENDO A DINÂMICA ESPACIAL

4.1. MORFOMETRIA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO TAQUARAL

A partir da metodologia proposta por Strahler, o Rio Taquaral é um rio de 4ª ordem, numa escala 1:50.000, (Figura 10); e conforme já citado, sua bacia tem um perímetro de 52,14 km e uma área de 111,75 km².

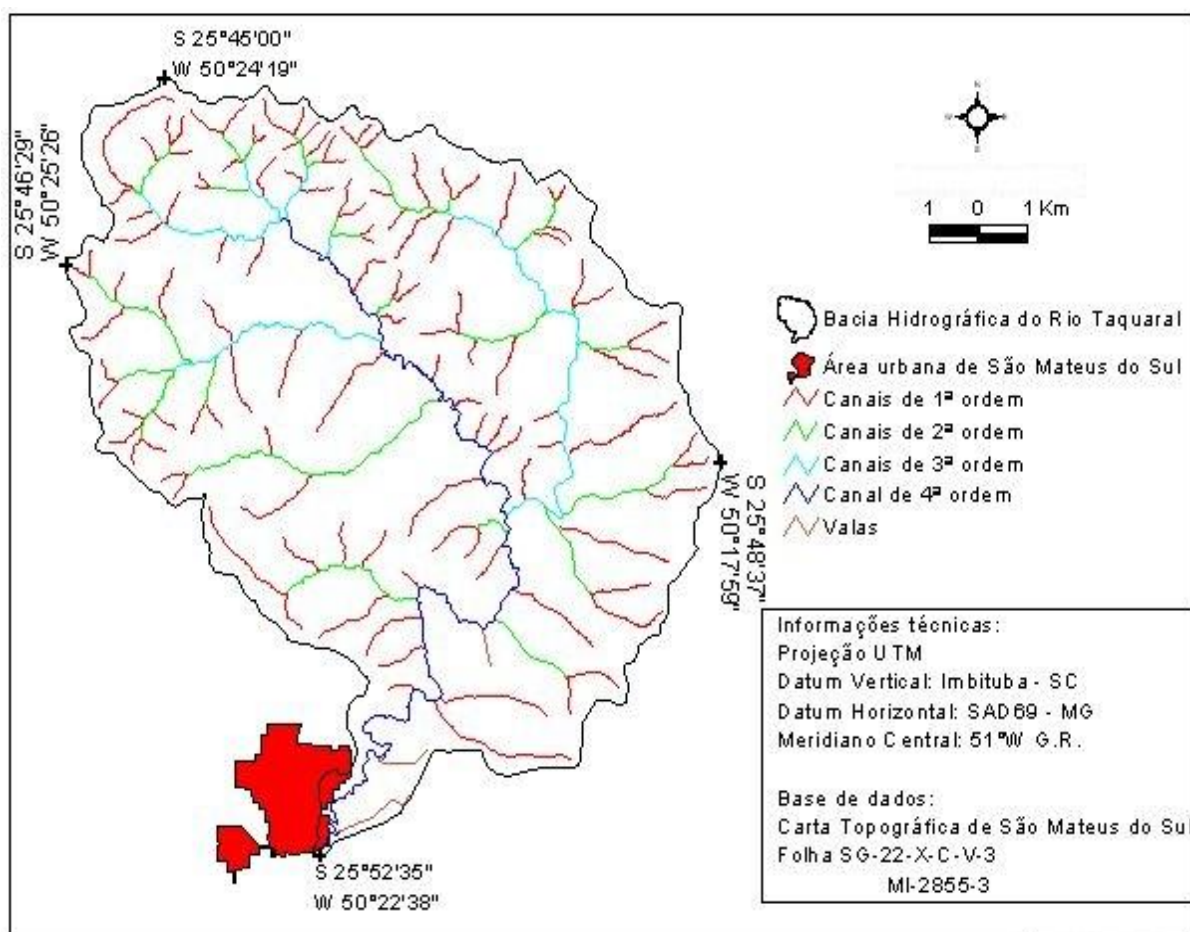


Figura 10 – Bacia Hidrográfica do Taquaral: Hierarquia Fluvial segundo Strahler (1952).
 Org.: A autora.

Sabendo-se a hierarquia fluvial de uma bacia hidrográfica é possível estimar o número de rios que a compõem pela “lei do número de canais”. Na metodologia de Strahler (1952 *apud* CHRISTOFOLETTI, 1980) a ordem de um canal aumenta de 1 na medida em que este entra em confluência com outro de mesma ordem, sendo o número total de canais correspondente ao número de canais de 1ª ordem.

A relação entre o comprimento total (km) dos canais fluviais e a área da bacia hidrográfica define a densidade de drenagem (Dd) da bacia, explica Granell-Pérez (2004). Ou seja, informa o comprimento de canais disponíveis para drenar cada

unidade de área da bacia (km^2) e assim, sobre a disponibilidade do escoamento hídrico superficial.

Tabela 1 – Medida em metros dos canais da Bacia Hidrográfica do Taquaral.

ORDEM DOS CANAIS DA BACIA DO TAQUARAL		
ORDEM	NÚMERO DE CANAIS	COMPRIMENTO (m)
1 ^a	115	98.339,67
2 ^a	25	35.652,32
3 ^a	6	20.692,78
4 ^a	1	23.375,85
Total	115	178.060,62

Fonte: Carta Topográfica de São Mateus do Sul, em escala 1:50.000, da Diretoria de Serviço Geográfico (DSG) do Exército, 2006.

A densidade de drenagem, definida por Horton (1945 *apud* CHRISTOFOLETTI, 1980) correlaciona o comprimento total dos canais de escoamento com a área da bacia hidrográfica, a partir da equação que divide o comprimento total de canais (178 km) pela área da bacia (111,75 km^2); tendo como resultado o valor 1,6 km/km^2 .

Segundo Christofolletti (1969) valores abaixo de 7,5 km/km^2 representam baixa densidade de drenagem, parâmetro que permite inferir então, que essa é a característica da bacia hidrográfica do Taquaral. De acordo com Granell-Pérez (2004), esse valor de baixa densidade de drenagem, é um indicativo de que na bacia em questão, têm-se solos com boa infiltração, boa cobertura vegetal e relevo suave. Essas características se confirmam, por exemplo, nas áreas onde predominam o solo latossolo vermelho, com boa condição de permeabilidade e assim, controle maior de agentes erosivos, diminuindo a capacidade de transportar sedimentos a serem carregados.

O rio principal foi definido a partir do critério de Horton (1945), em que “o canal de ordem mais elevada corresponde ao rio principal”, ou ainda pelo critério de Shreve (1974 *apud* CHRISTOFOLETTI, 1980, p.111): “curso de água mais longo, da desembocadura da bacia até determinada nascente, medido como a soma dos comprimentos dos seus ligamentos”. Desta forma, é possível afirmar que o rio principal apresenta 30,06 km de comprimento, com uma amplitude altimétrica de 145

metros, sendo esta considerada como a diferença entre o ponto mais elevado e a desembocadura do canal principal.

Tabela 2 – Medida em metros do canal principal

ORDEM DO CANAL PRINCIPAL - RIO TAQUARAL	
ORDEM	COMPRIMENTO (m)
1 ^a	2.289,34
2 ^a	180,42
3 ^a	3.613,14
4 ^a	23.375,85
Total	30.058,75

Fonte: Carta Topográfica de São Mateus do Sul, em escala 1:50.000, da Diretoria de Serviço Geográfico (DSG) do Exército, 2006.

É tomando por referência o rio principal que se calcula o Índice de Sinuosidade (Is), em que se divide o comprimento dele pela sua distância vetorial – distância em linha reta entre os dois pontos extremos do canal. Valores próximos a 1,0 indicam canais mais retilíneos; valores superiores a 2,0, canais sinuosos e de valores intermediários, canais transicionais, regulares e irregulares. (Schumm, 1963 *apud*. Lana, Alves, Castro, 2001). Dividindo 30.058 m por 14.241 m, obteve-se o resultado 2,11 de Índice de Sinuosidade, sendo portanto, um canal significativamente sinuoso, o que favorece o depósito de sedimentos ao longo do canal e por consequência seu assoreamento e inundações.

A bacia hidrográfica apresenta um Índice de Circularidade 0,521, se aproximando mais de uma forma arredondada, que alongada. O índice de circularidade (IC), de acordo com Granell-Pérez (2004, p.93) “é a relação da área da microbacia e a área de um círculo e informa o quanto a bacia é circular ou alongada”. Para se chegar ao valor do IC aplica-se a fórmula em que o número da área da microbacia em quilômetros quadrados ou em hectare (A) é dividido pelo número da área do círculo medida nas mesmas unidades de área que a microbacia (Ac). O resultado sempre varia entre 0 e 1. Quanto mais próximo de 0 for o resultado, mais estreita e alongada é a forma da bacia. Quanto mais perto de 1, mais circular será sua forma.

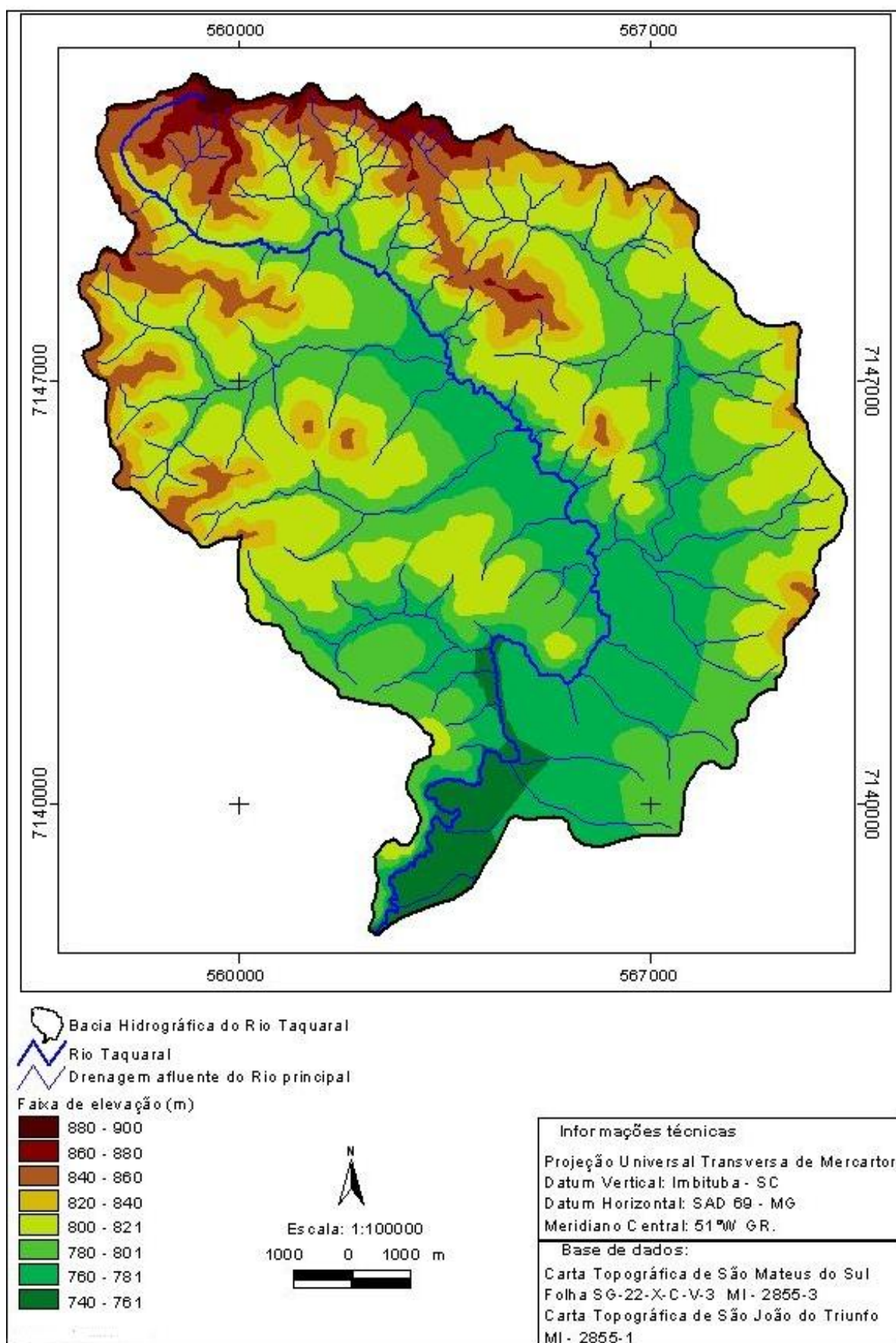


Figura 11– Hipsometria na Bacia Hidrográfica do Taquaral.
 Fonte: A autora.

Em relação a esse parâmetro e ao valor 0,521 obtido para área deste estudo, cabe uma observação: como se trata de um valor relativamente intermediário, o parâmetro pode ser questionado. Para ter noção se esta bacia é arredondada ou alongada, é necessário fazer uso de outro parâmetro ou de uma imagem, uma vez que ele por si só, não dá esta resposta.

Concluindo a ideia, numa bacia alongada, precipitações intensas geram um escoamento melhor distribuído temporalmente no canal principal, com um nível de vazão alta mais durável, porém com menos risco de enchente

Já numa bacia mais circular, diante de precipitações intensas há um alto risco de enchente súbita. Isso porque, uma grande quantidade de água de chuva oriunda das vertentes e dos afluentes, irão convergir num curto espaço de tempo para o canal principal, ocasionando um pico de vazão. Devido a essas condições, é mais adequado que sejam mantidas o maior número de áreas com cobertura vegetal e práticas de conservação de solo para assim, facilitar a infiltração, controlando o escoamento superficial associado à capacidade de erodir os solos.

Dependendo dos índices anuais de pluviosidade, os rios podem ser perenes ou temporários, condição esta que se relaciona à densidade de rios. A média de pluviosidade na última década é de 1.587,9 mm anuais, o que faz com que os rios locais sejam perenes.

O Gráfico 1 apresenta o total de pluviosidade (P) anual, ao longo da última década, de 2001 a 2010. Esses valores foram obtidos junto ao Instituto Águas Paraná (2011). A estação pluviométrica que forneceu essas medições encontra-se instalada na localidade de Pontilhão (25°57' S, 50°34' W) no Rio Potinga (afluente do Rio Iguaçu), em São Mateus do Sul. Essa estação pluviométrica dista-se a aproximadamente 20 km da foz do Rio Taquaral, numa direção NE-SO.

Para se chegar à densidade de rios – relação existente entre o número de rios e a área da bacia – com a finalidade de comparar a quantidade de cursos de água por quilômetro quadrado, aplica-se a fórmula Horton (1945 *apud* CHRISTOFOLETTI, 1980), sendo: $D_r = \text{número total de rios (N)} / \text{número da área da bacia (A)}$. Nesse caso, o número obtido foi 1,02.

A densidade de rios indica a disponibilidade de água na bacia. Associando esse resultado ao fato de que os rios são perenes, é possível afirmar que a

disponibilidade de água nessa bacia é boa dentro de padrões normais de pluviosidade.

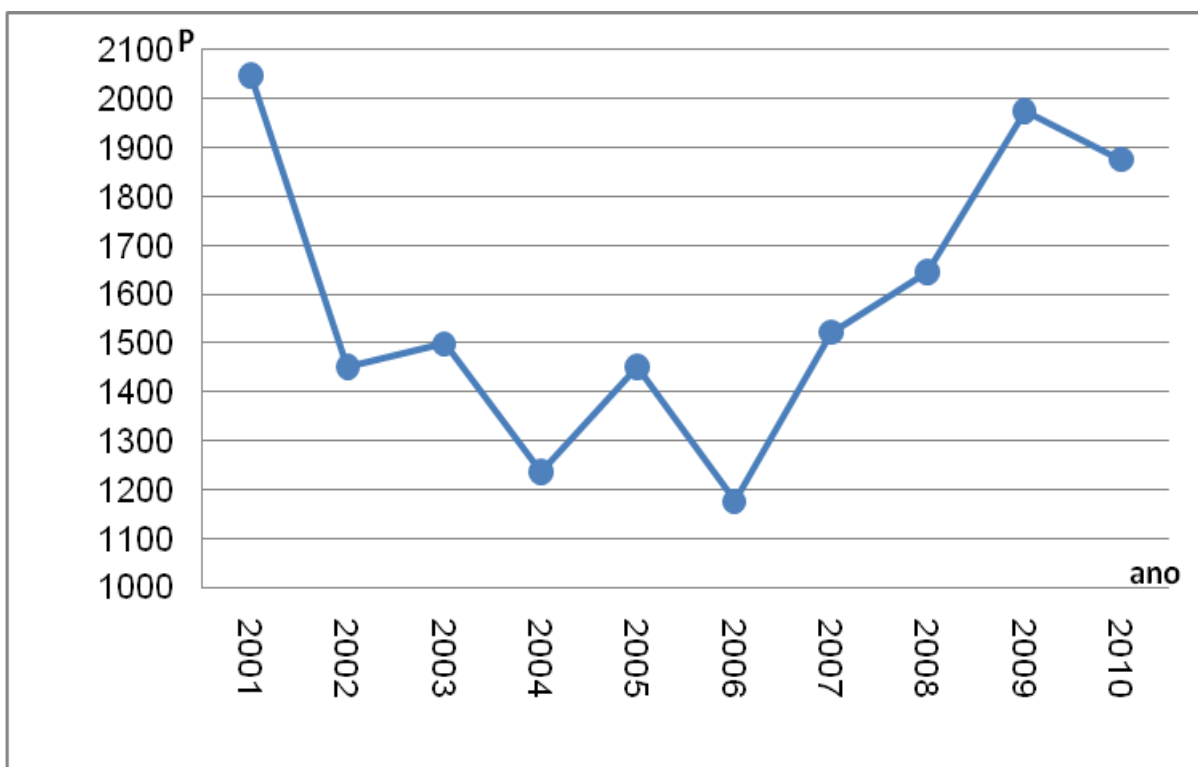


Gráfico 1 - Total anual de pluviosidade em São Mateus do Sul, de 2001 a 2010.

Fonte: SUDERHSA/Instituto Águas Paraná – 2011.

A tabela a seguir apresenta os valores detalhados do total de precipitação anual, entre 2001 e 2010.

Tabela 3– Pluviosidade anual em São Mateus do Sul – PR, entre 2001-2010.

2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2047,6	1451,3	1498,4	1235,9	1451	1175,4	1521,9	1646,1	1975,6	1875,8

Fonte: SUDERHSA/Instituto Águas Paraná – 2011.

Tomando por referência a média desta última década, os anos de 2006 e 2001 se destacam pelo desvio em relação à média. O ano de 2006 por ser o menos chuvoso e o de 2001, o mais chuvoso.

O ano de 2006 sendo o menos chuvoso do período, teve nos meses de abril, maio e junho a época maior estiagem durante o ano, com menos de 40 mm de chuva no mês.

É possível observar que nesse período, os anos de 2001 e 2010 apresentaram índices anuais de pluviosidade mais elevados em relação aos demais. Os meses mais chuvosos em 2001 foram janeiro, fevereiro, outubro e novembro; já em 2010, foram os meses de março, abril e dezembro, sendo em ambas as situações, com mais de 200 mm de chuva no mês.

A Figura 12 apresenta a distribuição das médias de precipitação na região da Bacia Hidrográfica do Taquaral. Pode-se observar que na média os índices mais altos de pluviosidade se concentram junto ao baixo curso da bacia; com médias mais elevadas na Estação 4.

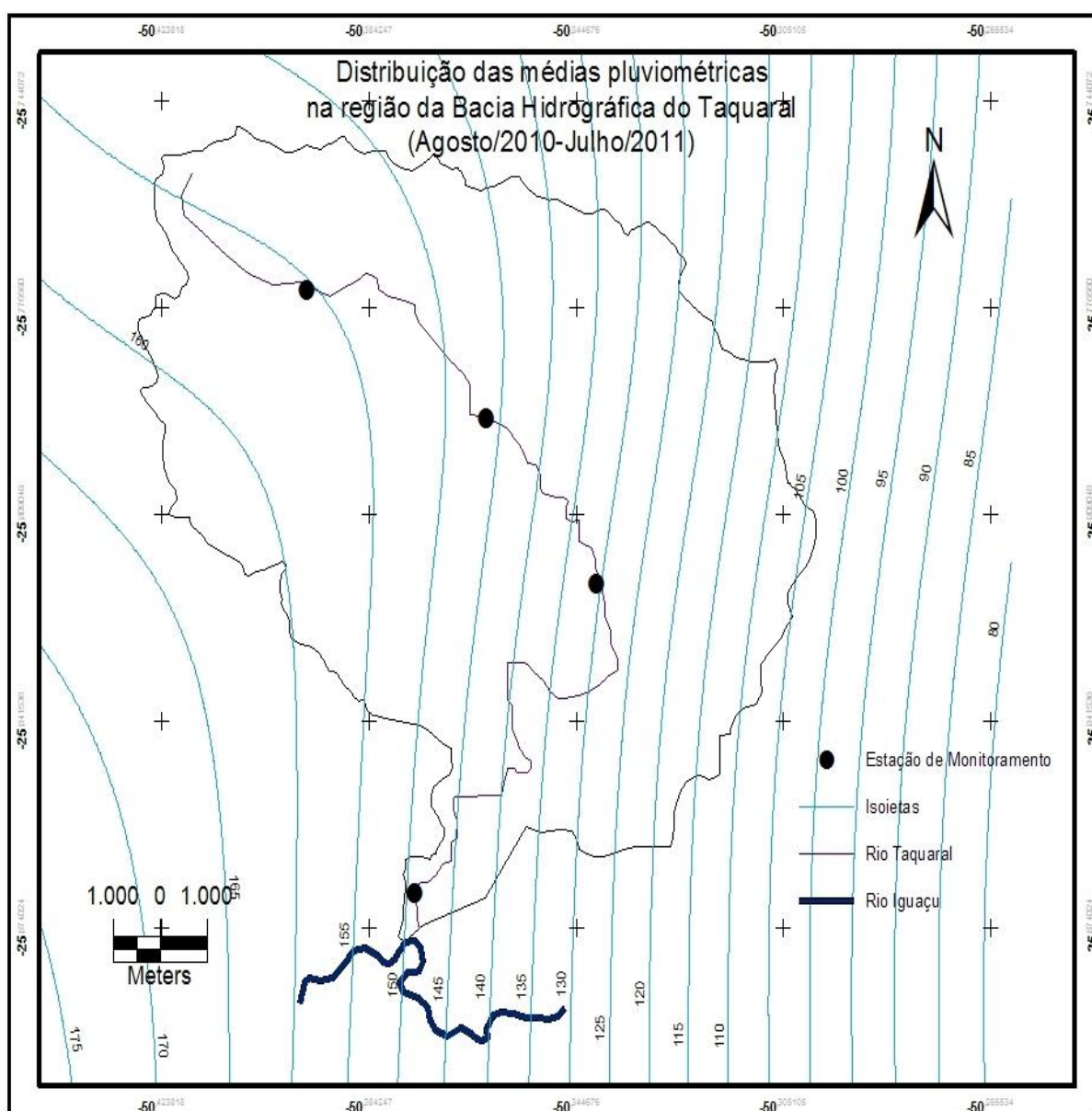


Figura 12 – Distribuição das médias pluviométricas na região da Bacia Hidrográfica do Taquaral, entre Agosto/2010-Julho/2011.

Fonte: SUDERHSA/Instituto Águas Paraná

Aos dados já apresentados, acrescentam-se os valores 9,99% de declividade média (H) e 15,84 de coeficiente de rugosidade (RN) para a bacia desse estudo. Para calcular a declividade, multiplica-se o total de quilômetros das curvas de nível pela equidistância em quilômetros das curvas de nível. O valor obtido deve ser dividido pela área da bacia e então, multiplicado por 100. O coeficiente de rugosidade é obtido pelo cálculo que multiplica o valor da densidade de drenagem pelo valor da declividade média. (GRANELL-PÉREZ, 2004)

Relacionam-se esses valores ao que a mesma autora explica sobre tais parâmetros: a declividade média da bacia(H) e o coeficiente de rugosidade (RN) são dois parâmetros significativos de indicadores de riscos na bacia.

A declividade (Figura 13) se correlaciona com a energia do relevo, determinando a capacidade que este apresenta na velocidade dos fluxos hídricos superficiais e infiltração.

Terrenos de relevo com menor energia, como no caso dessa bacia, apresentam uma velocidade menor do escoamento hídrico devido a baixa gravidade. Esse é o mesmo critério se aplica ao coeficiente de rugosidade, ou seja, quanto menores os seus valores, menores os riscos de erosão por processos hídricos.

É possível observar no mapa que a maior parte das terras da bacia encontra-se abaixo de 20% de declividade, o que confirma a predominância de terrenos suaves ou suave ondulado, com menores restrições quanto as suas formas de uso e ainda de capacidade de erosão laminar.

“O tamanho e a quantidade do material em suspensão arrastados pela água dependem da velocidade com que ela, escorre que, por sua vez, é uma resultante do comprimento do lançante e do grau de declividade do terreno”. (SILVA, SCHULZ, CAMARGO, 2003, p. 19)

Dessa forma, como o relevo predominante na bacia se encontra na declividade suave e suave ondulado, em sua maioria até 20% de declividade, o solo está bem menos suscetível aos processos erosivos.

Assim sendo, o coeficiente de rugosidade indica baixos riscos de erosão por processos hídricos.

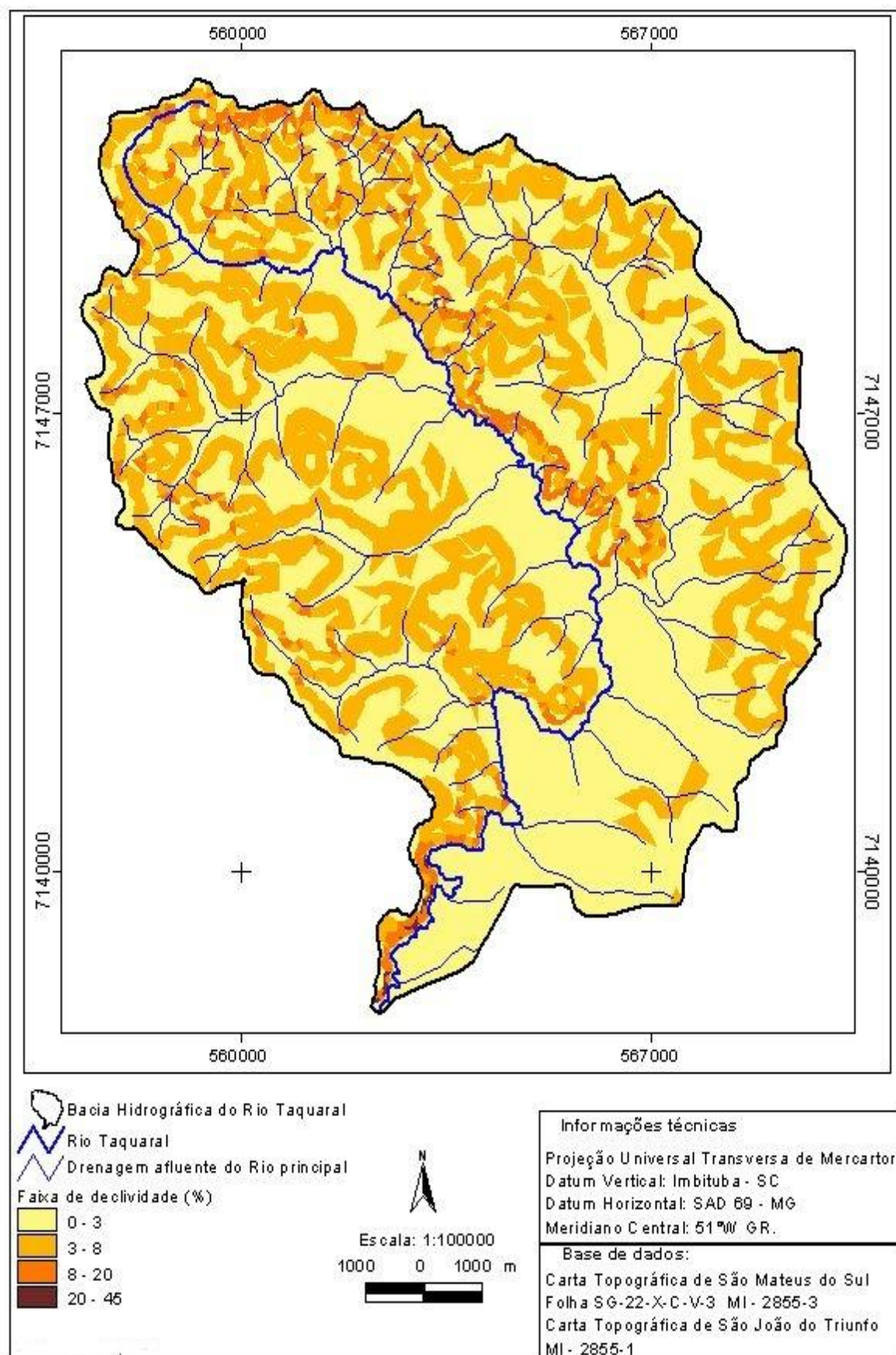


Figura 13- Declividade na Bacia Hidrográfica do Taquaral
Org.: A autora

4.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA EM CADA ESTAÇÃO DE MONITORAMENTO

Para estas análises foram utilizadas as amostras coletadas em março/2011 (com chuva) e maio/2011 (sem chuva). Os valores encontrados para pH entre 6,0 e 6,6 estão dentro da faixa de valores estabelecida pela legislação (CONAMA 357, 2005), sendo o menor valor (mais ácido) para a Estação 3 e o maior valor na Estação 4. Também para a condutividade os valores foram sempre iguais ou inferiores a 0,1 mS/cm³. Apesar de não haver indicação legal sobre este parâmetro a CETESB sugere que, em geral, apenas níveis superiores a 0,1 mS/cm indicam ambientes mais impactados.

As concentrações de cloreto dissolvido e os teores de alcalinidade total podem ser analisados comparativamente entre as Estações. Verifica-se que as concentrações de cloreto (Gráfico 2) foram maiores na Estação 4, que é a área mais urbanizada.

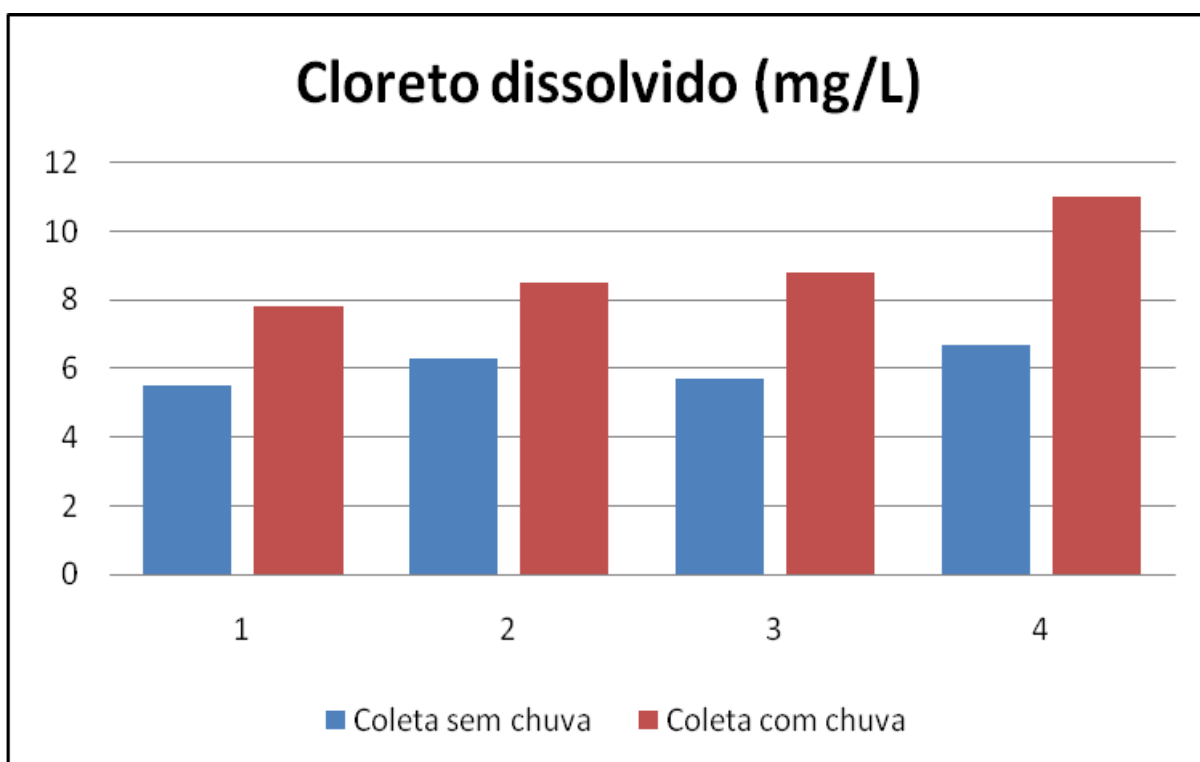


Gráfico 2 – Resultado das análises de cloreto dissolvido, da água do Rio Taquaral, em cada uma das Estações de Monitoramento.

Fonte: Laboratório de Química Ambiental da UEPG

³ mS/cm – miliSiemens por centímetro: unidade de medição de condutividade.

De fato, a presença de cloreto pode ser um indicativo de poluição relacionada às descargas de esgotos sanitários, pois cada pessoa expele através da urina cerca 6 g de cloreto por dia, o que faz com que os esgotos apresentem concentrações de cloreto que ultrapassam a 15 mg/L⁴. Diversos efluentes industriais também apresentam concentrações de cloreto elevadas. Quanto à legislação, apenas o Ministério da Saúde através da Portaria 1469, estabelece a concentração de cloreto dissolvido em 250 mg/L, pois concentrações mais elevadas podem imprimir gosto desagradável à água.

Quando comparamos as coletas com relação à pluviosidade, pode-se verificar que no período chuvoso há um aumento da concentração de cloreto em todas as Estações amostradas do Rio Taquaral, especialmente na Estação 4, indicando o aporte a partir dos afluentes e canais que passam a ter maior vazão e também da drenagem das áreas do entorno.

De qualquer forma, as concentrações de cloreto em todas as Estações, com ou sem chuva, estão dentro da legislação de potabilidade.

Quanto à alcalinidade, (Gráfico 3) ela indica a capacidade quantitativa da água neutralizar íons H^{+5} , constituindo, portanto, uma forma de expressar a sua capacidade de tamponamento ou de resistir às mudanças de pH. Frequentemente relacionada ao tipo de solo que compõe o leito do rio, sua concentração é dada pela soma de diversos íons como carbonatos (CO_3^{2-}), bicarbonatos (HCO_3^-) e hidróxidos (OH^-). Valores mais elevados de alcalinidade estão frequentemente relacionados a processos de decomposição da matéria orgânica e alta taxa respiratória de microorganismos, com liberação dissolução de gás carbônico (CO_2) na água (MORAES, 2008).

Assim, no caso do Rio Taquaral as coletas com chuva nas Estações 2, 3 e 4 resultaram em teores inferiores de alcalinidade, evidenciando diluição com o aumento da vazão. Para a Estação 1, entretanto a condição chuvosa está associada ao aumento desses teores, sendo este fato provavelmente relacionado ao arraste de material do entorno enriquecendo a concentração de íons. Este comportamento dá indícios da fragilidade deste local próximo às nascentes, com evidências de assoreamento.

⁴ mg/L: miligramas por litro

⁵ H^{+} : Ácidos

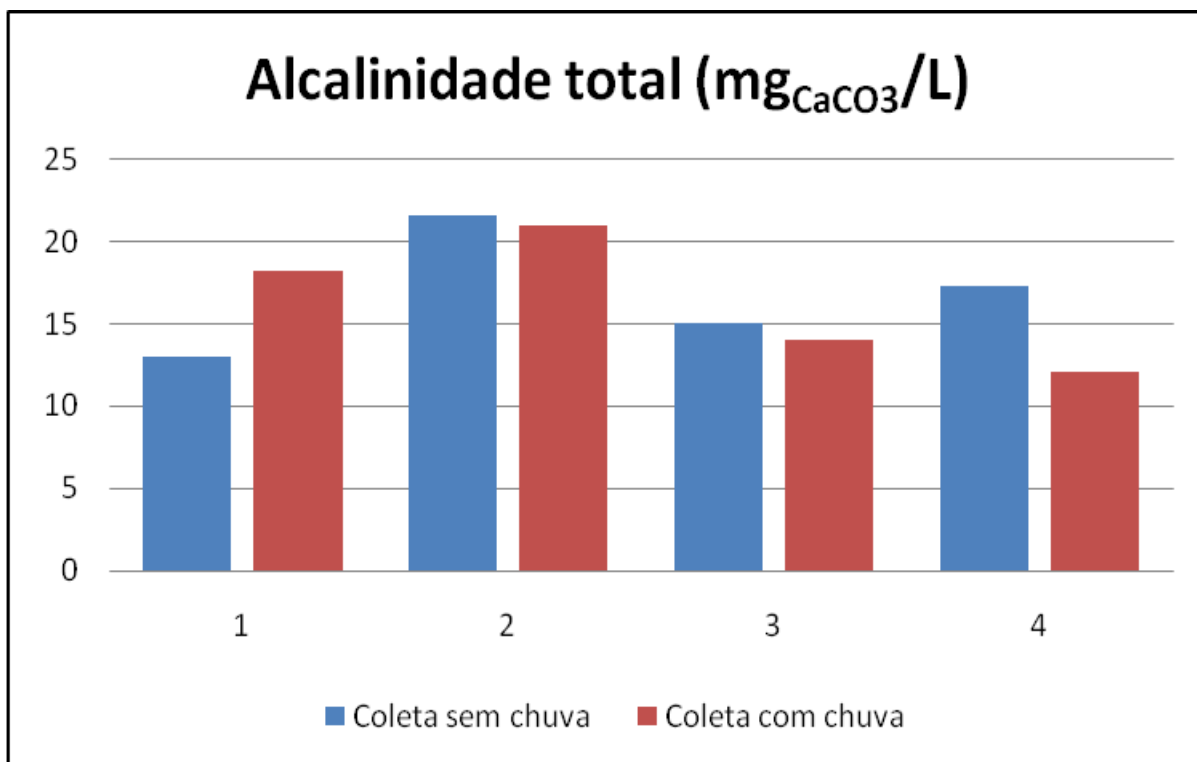


Gráfico 3 – Resultado das análises de alcalinidade total, da água do Rio Taquaral, em cada uma das Estações de Monitoramento.

Fonte: Laboratório de Química Ambiental da UEPG.

Em relação aos sólidos presentes nos cursos d'água, afirma-se que podem ser originados através de processos erosivos naturais ou acelerados do solo, lançamento de efluentes domésticos e industriais, disposição de resíduos sólidos no ambiente, carregados pelas chuvas através da drenagem superficial ou, ainda, através de processos de urbanização de bacias hidrográficas. Desta forma, pode-se dizer que as principais fontes de sólidos na água estão associadas à intervenção humana ao meio ambiente (Moreira, 2008).

Com relação a concentração de sólidos suspensos totais (SST) para o Rio Taquaral, a comparação deve estar relacionada à pluviosidade (Gráfico 4). Em período chuvoso o arraste de material que permanece suspenso na água e nas análises realizadas é retido em membrana apropriada, é maior nas Estações 1, 2 e 3. Na Estação 4, SST tem concentrações praticamente iguais nas coletas com e sem chuva, indicando aporte constante de material sólido independente da pluviosidade, provavelmente relacionado à contribuição de efluentes da ocupação urbana.

De fato, em coleta sem ocorrência de chuva este local apresentou concentração superior de SST quando comparado às Estações 3 e 4, mas é importante observar a semelhança, neste caso, com a Estação 1.

A Estação 1 que nitidamente tem as concentrações de SST aumentadas com a chuva, na coleta sem chuva possui concentração de SST comparável à Estação 4. Como já mencionado anteriormente as nascentes do Rio Taquaral onde localiza-se a Estação 1, apresentam sinais de assoreamento, e a não ocorrência de chuva no dia da coleta, não significa que nos dias anteriores a precipitação não tornou o solo do entorno mais encharcado e vulnerável.

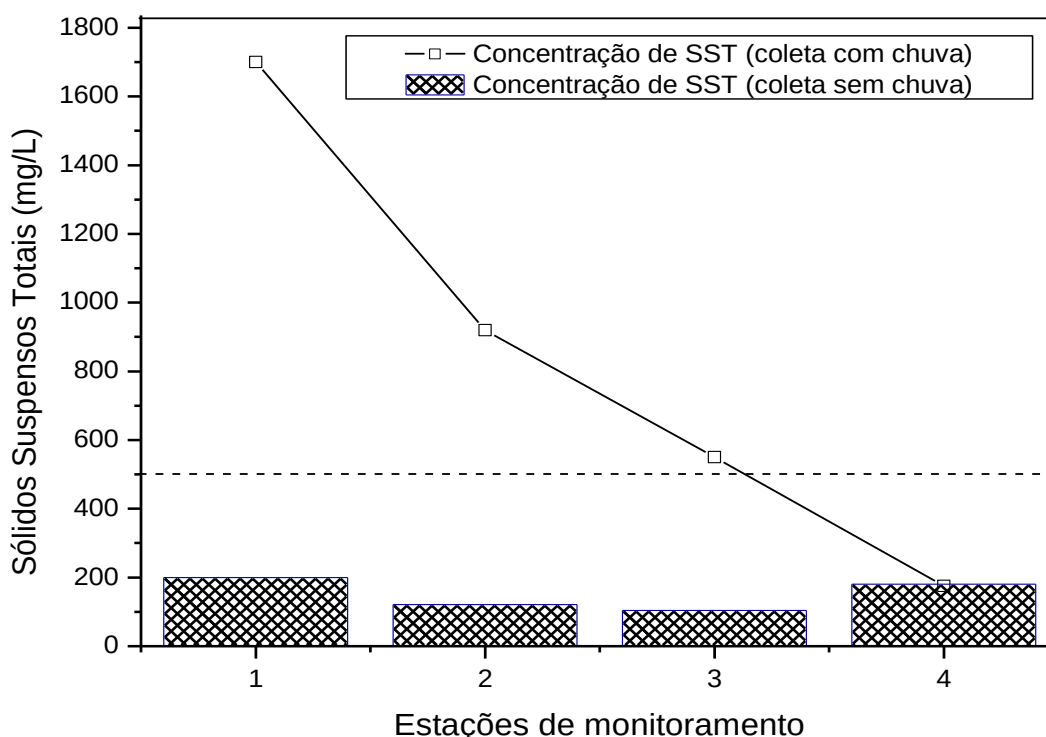


Gráfico 4 – Resultado das análises de sólidos suspensos totais, da água do Rio Taquaral, em cada uma das Estações de Monitoramento.

Fonte: Laboratório de Química Ambiental da UEPG.

Portanto a partir dos parâmetros avaliados, pode-se evidenciar com relação à qualidade da água do Rio Taquaral que apenas a concentração de SST apresentou alterações em relação à legislação. A ocorrência de chuva durante a coleta trouxe concentrações de SST superiores a 500 mg/L que é o valor limite estipulado pela legislação CONAMA 357/2005, sendo a exceção a Estação 4. Esse comportamento, com SST elevado é característico da ocorrência de processos de carreamento de material do entorno para o leito do rio.

4.3. ÍNDICES DOS PARÂMETROS DA COR E TURBIDEZ DA ÁGUA DO RIO TAQUARAL

Os resultados das análises de cor e turbidez das amostras dessas quatro Estações passam a ser discutidos a partir da Tabela 4.

Foram tabulados os dados das coletas realizadas entre 1º de Agosto de 2010 e 31 de Julho de 2011, no 15º dia de cada mês. Não consta na tabela o registro de análise de amostra no dia 15 de Outubro porque nessa data choveu.

Os valores sobre a cor da água da Tabela 4 são indicativos de que, a água do Rio Taquaral em seu estado regular, é uma água com carga mínima de sedimentos suspensos.

Tabela 4 – Cor (uH –mgPt-Co/L) da água do Taquaral, sem chuva.

Datas	Estação 1	Estação 2	Estação 3	Estação 4
15/08/2010	20,0	20,0	25,0	25,0
15/09/2010	25,0	20,0	25,0	25,0
15/11/2010	5,0	5,0	2,5	25,0
15/12/2010	50,0	50,0	50,0	50,0
15/01/2011	50,0	50,0	50,0	50,0
15/02/2011	50,0	50,0	50,0	50,0
15/03/2011	50,0	50,0	75,0	75,0
15/04/2011	25,0	25,0	25,0	25,0
15/05/2011	25,0	25,0	17,5	17,5
15/06/2011	15,0	5,0	5,0	5,0
15/07/2011	5,0	5,0	5,0	5,0

Fonte: SANEPAR – Unidade São Mateus do Sul

Isso confirma que não ocorre remoção significativa de sedimentos de fundo de canal.

Observa-se que a média dos índices de cor das análises realizadas sem chuva apresentou-se com valor minimamente crescente da Estação 1 a 4. Associa-se esse resultado o fato de que, nas condições em que o canal apresenta uma lâmina de água com um nível mais baixo e menos turbulento no seu ponto deposicional no baixo curso, os sedimentos encontram-se mais agregados; o que

explica valores um pouco maiores nas Estações 3 e 4, em relação às Estações 1 e 2.

A explicação para valores de cor oscilarem de 5,0 a 75,0 em condições de coleta sem chuva, dá-se em função de que no dia da coleta não houve chuva, mas em dias anteriores pode ter havido, elevando esse resultado em certas análises.

A mesma explicação se aplica aos valores de turbidez da Tabela 7.

O Gráfico 5 que apresenta a média das análises de cor da água do Taquaral das coletas do 15º dia (sem chuva), permite inferir que os valores das médias da cor, podem ser considerados baixos se comparados ao parâmetro de 75 mgPt-Co/L estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005, como o máximo para a cor das águas de Classe II, ou seja, às águas que podem ser destinadas à proteção de comunidades aquáticas, recreação de contato primário, irrigação de hortaliças entre outros de consumo direto, pesca, e ao consumo humano após tratamento convencional.

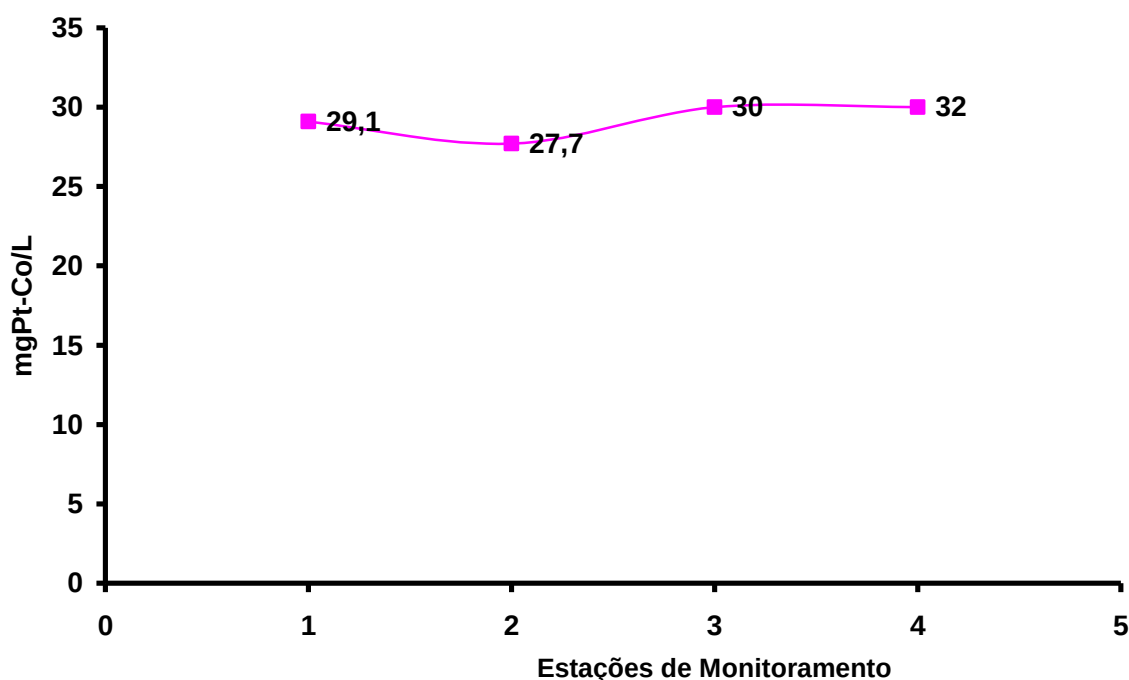


Gráfico 5 – Média da cor da água do Taquaral, sem chuva.
Fonte: SANEPAR – São Mateus do Sul.

A média desses mesmos índices em condições de chuva igual ou superior a 25 mm apresenta-se contrária às condições sem chuva. As médias são maiores nas Estações 1 e 2 e decrescentes nas Estações 3 e 4 (Gráfico 6).

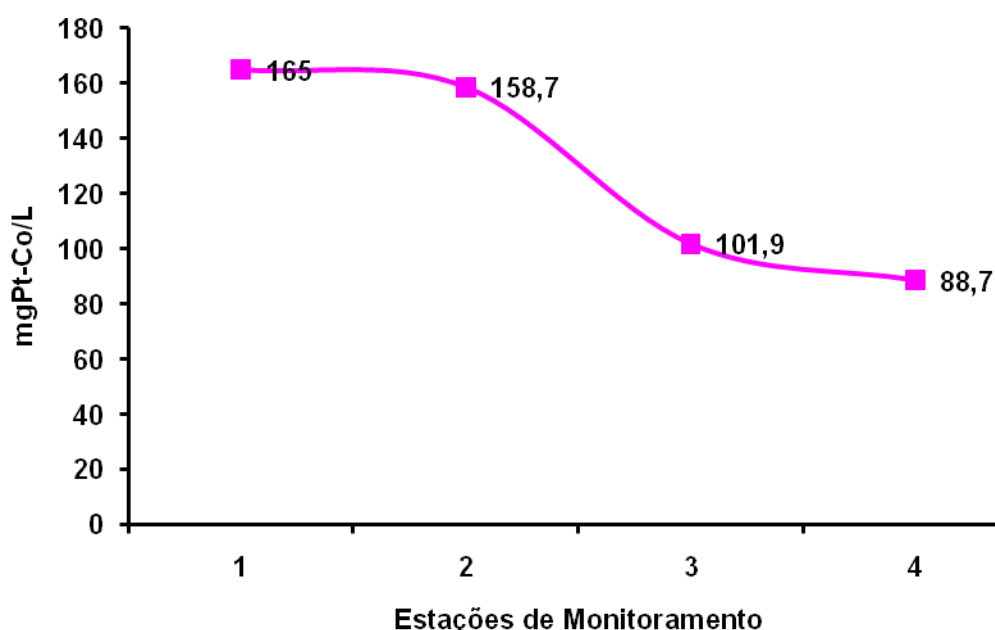


Gráfico 6 – Média da cor da água do Taquaral, com chuva.
Fonte: SANEPAR – São Mateus do Sul.

O total anual de milímetros de chuva no município, de Agosto/2010 a Agosto/2011, foi de 1830,7 mm. (INSTITUTO ÁGUAS PARANÁ, 2011)

Já em relação às 4 Estações de monitoramento foram registrados os valores:

Tabela 5 - Índices anuais de pluviosidade em cada Estação de Monitoramento da Bacia do Rio Taquaral.

Estação 1	Estação 2	Estação 3	Estação 4
1742 mm/a	1759 mm/a	1573 mm/a	1817 mm/a

Fonte: A autora.

Partindo do critério da sazonalidade, o verão foi a estação mais chuvosa do período estudado. Os índices mensais dos meses de verão variaram de 190 a 366 mm.

Relaciona-se a tal condição, o resultado das análises de cor e turbidez de todas as tabelas, compreendidos entre Dezembro/2010 e Março/2011, que se apresentaram mais elevados em relação aos demais.

Embora os meses de Outubro e Novembro/2010 também tenham registrado precipitações na ordem de 124 e 205 mm, os resultados das análises se equiparam aos demais meses. Logo, só a pluviosidade não dá conta de explicar esse quadro.

É preciso considerar que a partir de Dezembro, coincide com o período de preparo do solo para o plantio da “safrinha”. Colheita feita, solo preparado, culturas como milho e feijão, são plantadas nessa época para renderem aos agricultores uma 2ª safra no ano agrícola, a chamada “safrinha”.

Assim, com os solos mais expostos e o elevado índice de precipitação ocorrido no período, houve uma carga maior de sedimentos transportados por erosão laminar.

Concluindo, apesar dos meses de Outubro e Novembro/2010 apresentarem índices mais elevados de chuva, os resultados das análises foram mais baixos levando em conta que o solo ainda estava com cobertura maior de cultivos agrícolas.

A Tabela 6 traz os resultados referentes ao parâmetro de cor, em dias com precipitação ≥ 25 mm em um intervalo de 12 horas.

Nesta tabela, os dias/Estações com espaços anulados na tabela correspondem à ausência de chuva e nos resultados assinalados com asterisco, houve chuva de quantidade inferior a 25 mm. Isso nos permite inferir que a distribuição da chuva na área da bacia está distribuída de formas distintas em tempo e quantidade. Pode-se estabelecer o comparativo da dinâmica da ocorrência de chuva com intensidade semelhante nas Estações 1 e 2 em relação às Estações 3 e 4.

Há que se considerar ainda, o fato de que a média dos resultados da cor da água, “mascara” algumas especificidades dos eventos. Ou seja, o evento de precipitação do dia 13/12/2010 em que a cor da água deu um resultado de 750,0 mgPt-Co/L se apresenta como uma exceção e que altera significativamente a “média” dos resultados num todo. Comparando a média mais elevada que foi obtida na Estação 1, de 165,0 uH, aos resultados em forma de agrupamento, verifica-se que de um total de 26 eventos para esse local, 18 deles (69%), apresentaram resultados com valores ≤ 150 uH; e destes, 12 indicaram resultados $\leq 100,0$ uH.

Tabela 6 – Índices de cor (mgPt-Co/L) da água do Taquaral, com chuva $\geq$ 25 mm em 12 horas.

Datas	Estação 1	Estação 2	Estação 3	Estação 4
04/08/2010	175,0	*	100,00	50,0
24/09/2010	100,0	100,0	-----	-----
02/10/2010	125,0	100,0	100,0	125,0
05/10/2010	225,0	275,0	-----	-----
07/10/2010	225,0	175,0	-----	-----
15/10/2010	50,0	50,0	50,0	50,0
30/10/2010	100,0	100,0	12,5	10,0
22/11/2010	275,0	250,0	-----	-----
02/12/2010	75,0	75,0	100,0	7,5*
07/12/2010	-----	-----	100,0	175,0
13/12/2010	750,0	750,0	375,0	175,0
15/12/2010	100,0	100,0	100,0	50,0
16/12/2010	75,0	5,0*	75,0	75,0
19/12/2010	275,0	250,0	-----	-----
23/12/2010	75,0	250,0	-----	-----
12/01/2011	175,0	250,0	175,0	75,0
18/01/2011	-----	-----	150,0	150,0
06/02/2011	350,0	50,0*	75,0	50*
15/02/2011	75,0	50,0	75,0	75,0
22/02/2011	175,0	150,0	-----	-----
25/02/2011	150,0	150,0	150,0	150,0
30/03/2011	125,0	100,0	75,0	100,0
15/05/2011	150,0	75,0	50,0	50,0
07/06/2011	50,0	50,0	50,0	50,0
30/06/2011	75,0	75,0	75,0	175,0
03/07/2011	100,0	100,0	75,0	75,0
21/07/2011	150,0	75,0	125,0	50,0
30/07/2011	100,0	100,0	50,0	25,0
Médias	165,4	158,7	101,9	88,7

* Não teve chuva $\geq$ 25 mm

Fonte: SANEPAR – São Mateus do Sul - PR

As Tabelas 6 e 8 de cor e turbidez em condições com chuva apontam uma distinção no número de precipitações de acordo com a metodologia estabelecida, entre as Estações de coleta de água. Porém, essa distinção é mais significativa entre as Estações 1 e 4. Entre Agosto de 2010 e Agosto de 2011, foram registrados 25 eventos de precipitação igual ou superior a 25 mm na Estação 1, em relação a 19 eventos na Estação 4. Assim, o número desses eventos é 32% maior na área das nascentes do Taquaral em relação à área da sua foz, junto à área urbana. Porém, vale salientar que no total anual de milímetros precipitados, este foi de 1742 mm para a área da Estação 1(nascentes) e de 1817 mm para a Estação 4 (foz); o que representa em torno de 4,4% de diferença na quantidade de chuva.

Assim, conclui-se que na área rural do alto curso ocorreu número maior de eventos de chuva, mas na área urbana do baixo curso, mesmo chovendo menos vezes o volume de água das chuvas foi um pouco maior.

Para se chegar às causas dessa distribuição e intensidade, cabe um estudo mais detalhado sobre a atuação do clima (massas de ar) e relevo nessa bacia hidrográfica.

4.3.1. Índices dos parâmetros de cor e turbidez e aspectos morfométricos de cada Estação de Monitoramento

É preciso levar em consideração as características morfométricas do canal, c para explicar o resultado da cor da água em situações de precipitação $\geq$ a 25 mm em um intervalo de 12 horas.

No seu baixo curso, próximo à estação de captação de água da SANEPAR, onde foi demarcada a Estação 4 de coleta de água, com vertentes abaixo dos 800 metros de altitude, o canal do rio apresenta uma largura de 9 metros, lâmina d'água de 1,5 metros medidos no meio do canal, a também ali, foram verificados 50 centímetros de profundidade de sedimentos depositados no fundo do canal.

Tendo na sua jusante um nível de água mais elevado no canal, decorrente da precipitação, há também uma maior turbulência. O nível mais elevado de água nesse ponto do canal em relação aos anteriores, associado à turbulência, contribuem para a dispersão dos sedimentos, o que resulta em valores mais baixos de cor nas condições descritas.

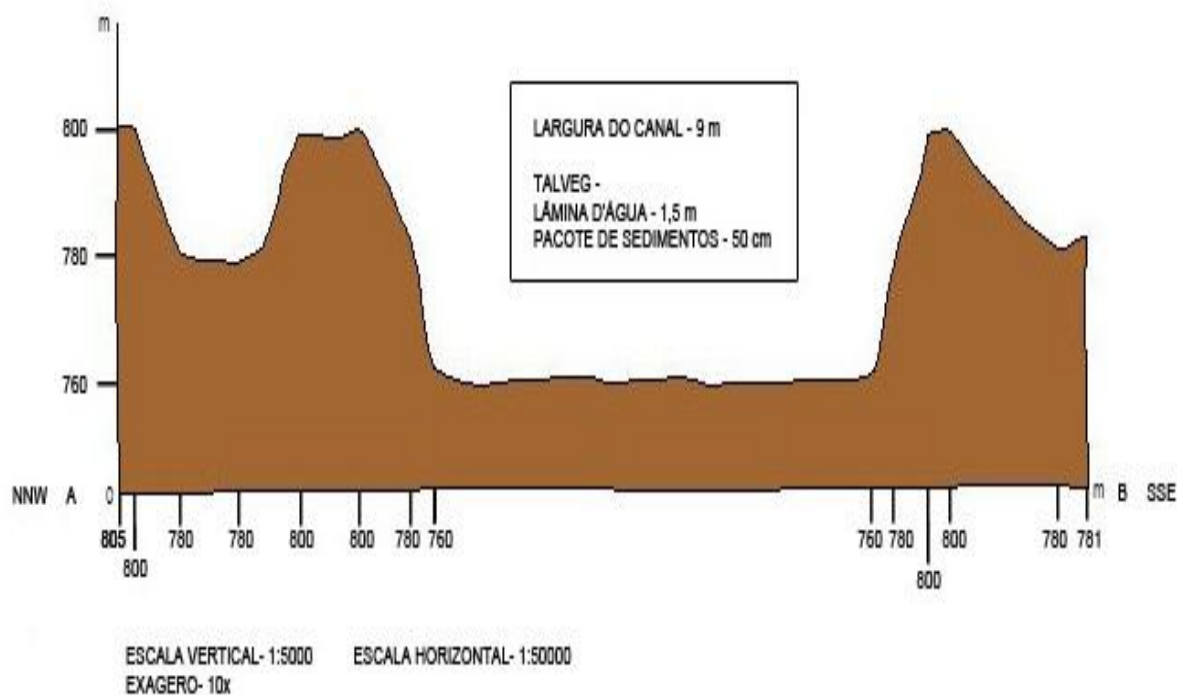


Figura 14 - Perfil transversal do canal do Rio Taquaral, junto à Estação 4, na área urbana.
Fonte: Ministério da Defesa, DSG, 1ª DL. Carta Topográfica de São Mateus do Sul, 1:50.000, 2006.

A Figura 15 mostra as características do canal no baixo curso, permitindo visualizar sua largura e volume de água.



Figura 15 – Características do canal no baixo curso: largura e volume de água do canal.
Fonte: A autora.

Vale salientar que, ao longo do seu curso nesse terço inferior, a floresta ripária é gradativamente substituída pelo processo de ocupação urbana, que invade a APP.

Ao fator de um nível de água mais elevado nesse terço do rio, pode-se agregar explicações referentes à declividade, solos e usos da terra. Os valores maiores de cor e turbidez, nas Estações 1 e 2 representam a dinâmica da área de maior declividade da bacia. A Figura 16 do perfil transversal do canal na Estação 1, ilustra a altitude das vertentes nesse local: 880 m na margem esquerda e 840 m para vertentes da margem direita.

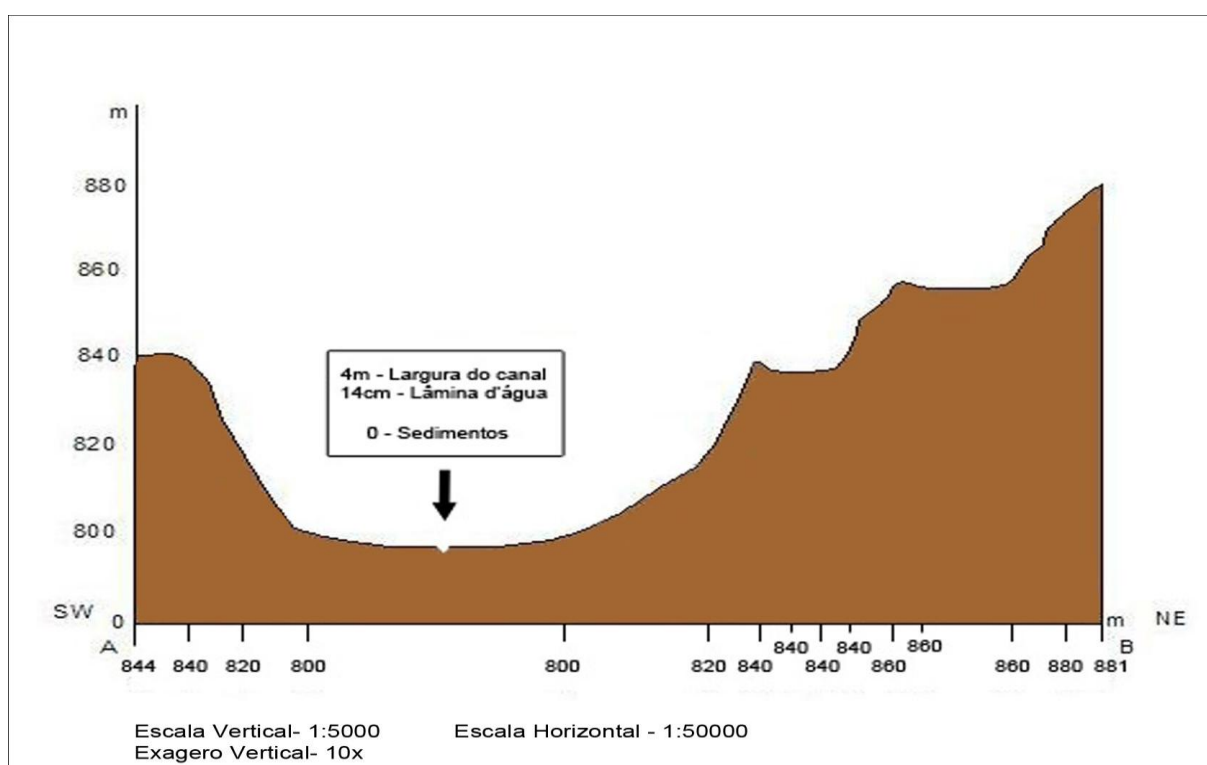


Figura 16- Perfil transversal do canal do Rio Taquaral, junto à Estação 1, em Taquaral do Bugre.
Fonte: Ministério da Defesa, DSG, 1ª DL. Carta Topográfica de São Mateus do Sul, 1:50.000, 2006.

A declividade da área da Estação 2 pode ser observada na Figura 17:

Com vertentes na margem esquerda na ordem dos 860 m e da margem direita, de 820 m, essas se caracterizam como sendo as áreas de maior declividade da bacia.

Ali coincide a presença de solos Cambissolo Háplico+Neossolo (Figura 5), que são solos de maior erodibilidade em relação aos demais que existem na bacia hidrográfica. É possível observar que nessa área, junto à margem esquerda do Rio Taquaral, deu-se o uso intensivo da terra (Figura 8) com a introdução de culturas

apenas de sedimentos removidos do fundo do canal. Tal afirmativa se fundamenta no fato de que até esse local do rio, o canal apresenta embasamento de rocha aflorada, com pouco sedimento depositado, o que pode ser visto na Figura 18.

Na medição realizada há 3 metros acima do ponto de coleta, não consta depósito de sedimentos no talveg, na margem esquerda e apenas 5 cm na margem direita.

Tal condição permite concluir a erosividade dos solos pela água da chuva, das áreas de entorno dos rios nessa bacia.



Figura 18 - Aspectos do canal na Estação 1: ausência de depósito de sedimentos no talveg.
Fonte: A autora.

As médias mais elevadas dos índices de turbidez na Estação 3 (Figura 19) começam a ser explicadas também, em função da morfometria do canal.

Até esse local o Rio Taquaral apresenta-se mais estreito e também mais raso em relação ao restante do seu percurso, onde se espraia pelo relevo suave. Embora seja um canal com tais características, é justamente até ali o rio que recebe a maior contribuição dos seus tributários.

Essa Estação está há dois metros à jusante da foz do Rio do Meio. Ali o Rio Taquaral tem um canal de 6 metros de largura e 1,80 metros de lâmina de água no



Figura 20 - Aspectos do canal do Rio Taquaral na Estação 3.
Fonte: A autora.

A Tabela 7 apresenta os resultados das análises de turbidez, realizados nas mesmas condições de coleta de água para análise de sua cor.

Tabela 7 - Turbidez (UT) da água do Taquaral, sem chuva.

Datas	Estação 1	Estação 2	Estação 3	Estação 4
15/08/2010	8,65	9,29	11,40	10,70
15/09/2010	5,27	1,78	2,09	3,42
15/11/2010	5,50	5,50	2,37	2,37
15/12/2010	22,40	26,60	22,30	19,70
15/01/2011	16,30	11,60	9,50	11,20
15/02/2011	16,90	16,00	9,40	14,70
15/03/2011	14,20	27,10	58,30	55,60
15/04/2011	5,17	8,21	18,20	8,13
15/05/2011	8,60	9,20	6,50	6,80
15/06/2011	6,95	3,40	2,81	2,97
15/07/2011	5,50	6,70	4,50	3,90

Fonte: SANEPAR – Unidade de São Mateus do Sul – PR.

Comparando os resultados de turbidez aos de cor da água sem chuva, observa-se uma diferença entre os valores mais elevados, em relação aos locais em que ocorrem. Ou seja, para os índices de cor, a Estação 4 registrou a média mais alta, o que não se repete para os índices de turbidez, em que o valor mais elevado é registrado na Estação 3. É preciso levar em conta que o turbidímetro utilizado é um aparelho de maior precisão em relação ao aparelho de avaliação da cor.

Os valores da média de turbidez da água, podem ser melhor observados no Gráfico 7.

Junto à Estação 4, conforme já registrado, o canal tem 9 metros de largura e 1,50 metros de lâmina de água no talveg.

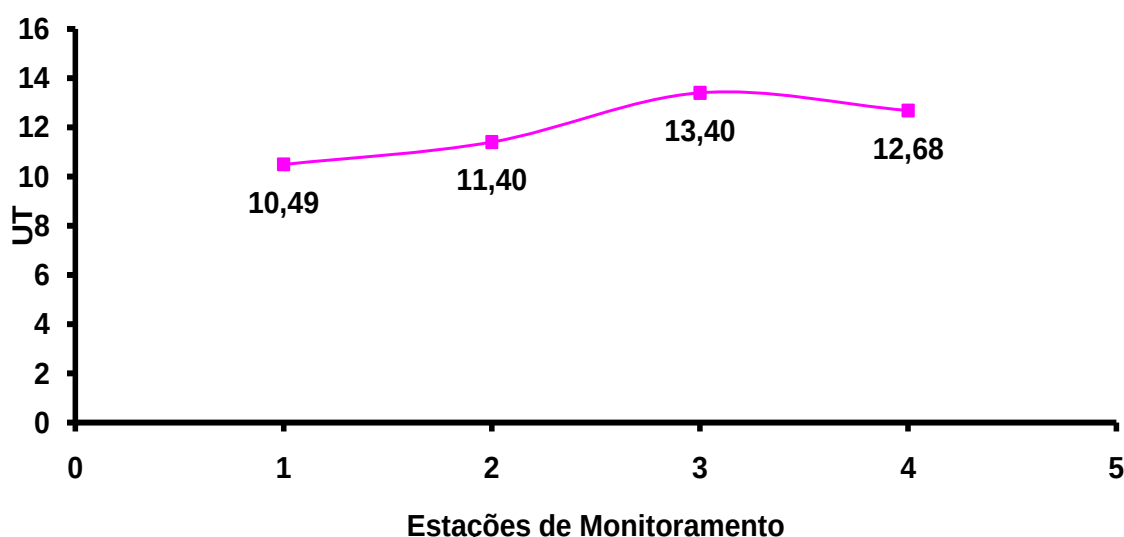


Gráfico 7 - Média da turbidez (UT) da água do Taquaral, sem chuva.
Fonte: SANEPAR- São Mateus do Sul.

No percurso entre a Estação 3 e a 4, o rio apresenta-se como um canal consideravelmente sinuoso em relevo bastante suave, favorecendo assim o depósito de sedimentos nesse trajeto, o que pode explicar os valores inferiores de turbidez em período sem chuva da Estação 4 em relação à 3. Em eventos de chuvas torrenciais ou contínuas, facilmente o Rio do Meio transborda, o que altera a quantidade de sedimentos nessa Estação de coleta. Assim, enquanto nas demais Estações o fluxo da água volta ao normal, a Estação permanece alagado; e mesmo sem chuva no dia 15, aparecem os efeitos da pluviosidade dos dias anteriores.

A Tabela 8 apresenta o resultado das análises de turbidez da água em dias de chuva igual ou superior a 25 mm num intervalo de 12 horas. Assim como na

tabela da cor com chuva, os espaços anulados correspondem à ausência de chuva. Os resultados assinalados com asterisco correspondem a chuvas inferiores a 25 mm.

A média dos valores de turbidez sem chuva (Tabela 7) é significativamente menor se comparados à média deles com chuva (Tabela 8).

Os dias 15 de Dezembro de 2010, 15 de Fevereiro e 15 de Maio de 2011, por ser no 15º dia do mês correspondente às coletas de água em estado regular sem chuva, aparecem nas duas modalidades de tabela (sem e com chuva) tendo sido feitas duas coletas no mesmo dia: uma delas quando ainda não havia precipitação e a outra após ter chovido.

Comparando os valores da média de turbidez com chuva entre Agosto de 2010 e Julho de 2011, da Estação 1 – alto Taquaral, em relação à Estação 4 – área urbana da Usina Velha, obteve-se na Estação 1 o valor de 118,58 UT, em relação à 55,83 UT da Estação 4. A média da cor para o mesmo período é de 165,4 mgPt-Co/L na Estação 1 para 88,7 mgPt/L na Estação 4. Nesse caso os valores de turbidez da Estação 1 excedem o valor de 100 UT estabelecido para as águas de classe II, pela legislação CONAMA 357/05. Ainda em conformidade com a mesma resolução, a cor da água de classe II deve apresentar no máximo 75 mgPt-Co/L.

Tabela 8 – Índices de turbidez (UT) da água do Taquaral, com chuva= $\geq$ 25 mm em 12 horas

Datas	Estação 1	Estação 2	Estação 3	Estação 4
04/08/2010	141,00	*	65,80	25,30
24/09/2010	37,40	21,90	-----	-----
02/10/2010	40,30	26,80	15,90	34,10
05/10/2010	46,50	65,70	-----	-----
07/10/2010	59,90	22,20	-----	-----
15/10/2010	19,10	16,30	13,60	13,10
30/10/2010	55,80	61,30	6,55	5,80
22/11/2010	170,00	91,00	-----	-----
02/12/2010	82,20	65,40	138,00	11,30*
07/12/2010	-----	-----	50,50	133,00
13/12/2010	459,00	675,00	786,00	156,00
15/12/2010	62,00	63,50	114,00	21,80
16/12/2010	96,60	3,80*	59,00	67,50

19/12/2010	360,00	228,00	-----	-----
23/12/2010	45,80	151,00	-----	-----
12/01/2011	121,00	282,00	99,20	20,40
18/01/2011	-----	-----	87,20	95,80
06/02/2011	303,00	11,90*	31,90	17,00*
15/02/2011	83,30	69,80	77,70	27,00
22/02/2011	121,00	93,20	-----	-----
25/02/2011	96,00	87,00	101,00	119,00
30/03/2011	148,00	57,00	39,50	59,10
15/05/2011	66,20	27,20	14,90	15,00
07/06/2011	44,90	33,50	28,30	23,00
30/06/2011	75,30	68,40	80,40	134,00
03/07/2011	74,90	69,30	65,10	60,00
21/07/2011	170,00	37,30	160,00	24,50
30/07/2011	104,00	82,00	39,10	26,40
Médias	118,60	104,12	98,74	55,83

* Não teve chuva $\geq$ 25 mm

Fonte: SANEPAR – Unidade de São Mateus do Sul – PR.

O Gráfico 8 mostra que os resultados do mês de Dezembro/2010 destoam significativamente dos demais, ficando bem acima do valor de 360 UT que é o valor máximo para todo o restante dos resultados.

Tal resultado permite estabelecer uma relação entre pluviosidade e presença de sedimentos na água, ou seja, quanto mais elevados os índices de pluviosidade, maior a carga de sedimentos carreados ao rio

Ainda, pode-se afirmar a partir da observação do gráfico, que os resultados da Estação 1, por 12 vezes estão acima das demais Estações.

Comparativo dos resultados mensais de Turbidez

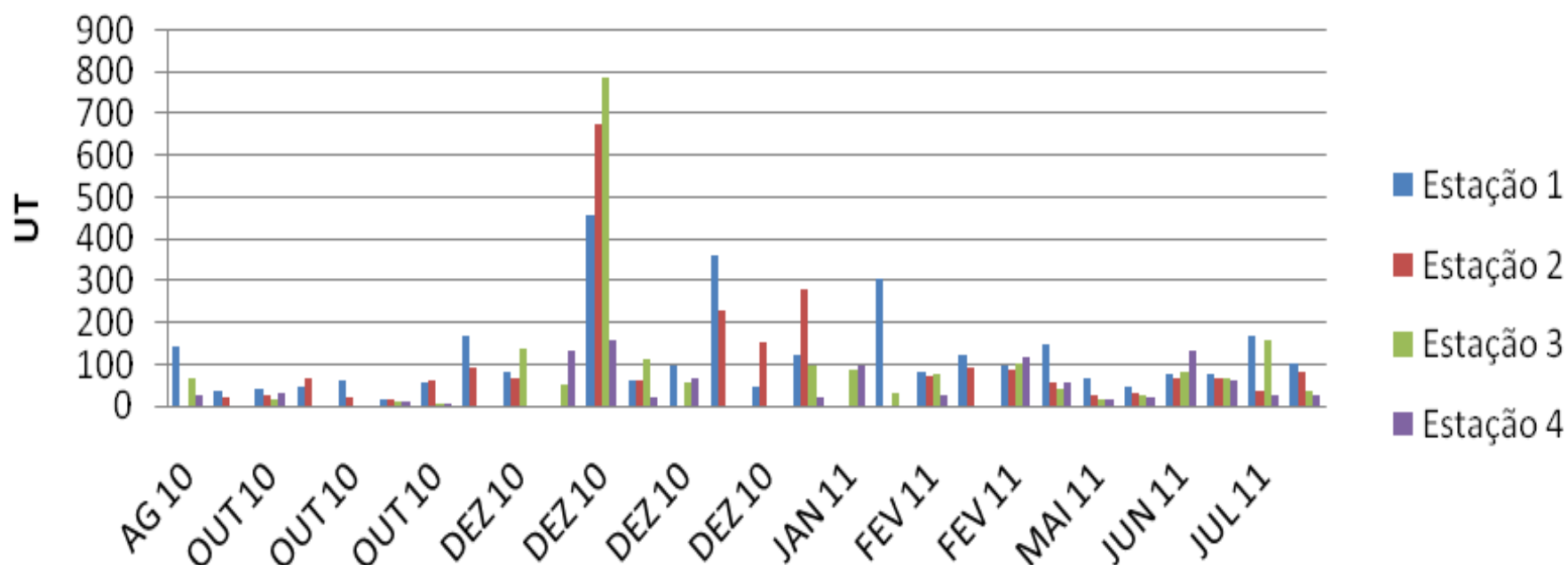


Gráfico 8 – Comparativo dos resultados mensais de turbidez em cada uma das Estações de Monitoramento, entre Agosto/2010 e Julho/2011.
Fonte: SANEPAR – São Mateus do Sul – PR.

A Tabela do Anexo (Pluviosidade, turbidez e cor da água do Taquaral de Agosto de 2010 a Julho de 2011) apresenta resultados que podem ser analisados de forma contextualizada ou de forma mais específica. Ou seja, podem ser comparados os resultados de uma estação em relação à outra considerando a sazonalidade, por exemplo, ou analisar os dados de uma mesma coleta e os resultados obtidos em cada uma das Estações de Monitoramento. Nesse último caso, a distribuição temporal da chuva influencia em muito nos resultados.

Em alguns casos, observa-se proporção entre a quantidade de chuva e resultados de cor e turbidez. Outros casos apresentam especificidades que merecem maior detalhamento de interpretação, além da influência das características de canal fluvial e usos da terra na bacia.

Para a coleta 5 do dia 02/10/10 consta registro de chuva na área da Estação 4 nos dias 30/09 e 01/10, e no restante da área da bacia hidrográfica não. Essa pode ser a razão para a diferença considerável de turbidez e cor entre as Estações 3 e 4.

A coleta 8 de 15/10/10 chama a atenção pelo registro de uma quantidade de chuva maior e valor de turbidez igual/menor em relação aos demais. Nesse caso, a coleta da água foi realizada às 19 horas nas 4 Estações. Nas áreas das Estações 1, 2 e 3, deu-se chuva concentrada apenas no período da tarde. Na área da Estação 4 a chuva foi menos intensa mas prolongada, teve início pela manhã e se estendeu pelo dia todo.

A coleta 9 da data de 30/10/10 apresenta quantidade maior de chuva para as Estações 3 e 4 e valores significativamente menores de turbidez e cor em relação às estações anteriores, com quantidade menor de chuva. As quatro coletas foram feitas 7 horas da manhã. Nas Estações 1 e 2 choveu entre 0 hora e 6 horas da manhã do dia 30. Situação essa que retrata resultados padrões de acordo com a dinâmica. Nas Estações 3 e 4 choveu das 20 horas do dia 29/10 à 1 hora da madrugada do dia 30. Como a coleta foi feita às 7 horas da manhã houve tempo para ocorrer alguma deposição de parte dos sedimentos suspensos na água trazidos por essas chuvas.

Na coleta do dia 02/12/10, a coleta 12, o resultado da Estação 3 pode ser explicado pela pluviosidade das 48 horas anteriores. Nesse intervalo de tempo, precipitou 15 mm e 18 mm nas Estações 1 e 2, respectivamente. Na área em que pesam os resultados da Estação 3 precipitou 32 mm nesse período de 48 horas.

Com o solo mais saturado, pode ter havido maior escoamento superficial, o que resultou num valor mais elevado de turbidez. No caso das coletas 14 (12/12/10), coleta 16 (15/12/10), coleta 26 (15/02/11) e coleta 28 (25/02/11), em que se diferem os resultados da Estação 3, deve ser considerado um quadro de solo bastante saturado devido a pancadas isoladas de chuva durante a semana que antecedeu a coleta. Essa precipitação interferiu no nível da água do canal. Conforme descrito anteriormente, a água se concentra muito nesse local de coleta em função da largura do canal no seu curso anterior à Estação 3 e pela quantidade maior de água dos tributários que recebe até ali. Como o rio estava transbordando nesse local, registra-se uma situação de excepcionalidade em relação às demais Estações.

A coleta 15, de 15/12/10 e a coleta do 15º dia do mês de março de 2011 (coleta 29), feitas em condições de tempo sem chuva, apresentam resultados de cor e turbidez mais elevados em relação às demais coletas de 15º dia do mês. Nesse caso deve ser considerado os índices de pluviosidade nas 72 horas anteriores ao dia 15, o que interfere nesses resultados.

Na coleta 3, do dia 31/12/10, choveu uma precipitação concentrada de 20 mm entre 19 e 20:30 horas do dia 30/12. No decorrer da noite, até 7 horas da manhã, precipitaram de forma bem distribuída mais 12 mm, perfazendo assim, 32 mm no período estabelecido das 12 horas. Considera-se que nessas condições houve tempo de parte dos sedimentos carregados pela chuva na Estação 3, serem levados até a Estação 4, explicando assim uma turbidez mais elevada para uma mesma quantidade de milímetros de chuva.

O resultado da coleta 34 do dia 15/05/11 é obtido em condições em que as lavouras estavam todas plantadas e o período antecedente foi de estiagem de aproximadamente 40 dias. A área das encostas mais íngremes do alto curso, de solo Associação Cambissolo e Neossolo, foi a que apresentou maiores quantidades de sedimentos suspensos na água de acordo com o resultado da cor e da turbidez.

A leitura dos resultados obtidos permite inferir que a área urbana, apesar do avanço na ocupação de áreas de risco (áreas íngremes) e de APP nas margens do Rio Taquaral contribui menos com sedimentos carregados ao rio que as áreas agrícolas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise espacial aqui aplicada, fundamentada na concepção geossistêmica, para investigar a contribuição dos diferentes usos da terra na produção de sedimentos – responsáveis pela alteração da cor e da turbidez-, mostrou-se adequada, por permitir ao pesquisador compreender de maneira mais ampla e interativa a dinâmica socioambiental que ali se estabelece.

Considera-se o uso dos parâmetros cor e turbidez da água, como amostra representativa de avaliação das características da água quando da presença de sedimentos.

As características morfométricas da bacia, a distribuição dos tipos de solos e os usos da terra indicam variações nos índices de cor e turbidez da água do Rio Taquaral ao longo do seu curso.

Os índices de cor e turbidez se apresentaram significativamente alterados com precipitações ≥ 25 mm em um intervalo de 12 horas, em comparação com os valores de cor e turbidez da água em seu estado regular, o que confirma o transporte de sedimentos para o rio, pela água da chuva.

Os valores mais elevados de cor e turbidez foram registrados na área do seu alto curso, onde predominam as maiores declividades das vertentes, ocorrência da Associação Cambissolo Háplico e Neossolo, que são solos mais propensos à erosão que os Latossolos, e uso intenso da terra com atividades agrícolas de fumo, soja, milho, feijão e batata, em que é realizado o manejo do solo com máquinas. Associa-se a essas condições o avanço acelerado do desmatamento da floresta ripária das nascentes e tributários do Rio Taquaral.

Um forte indicativo de que os sedimentos suspensos encontrados na água desse rio são carregados pela chuva das suas áreas adjacentes, é a característica do canal. Este apresenta ínfimo depósito de sedimentos no seu leito, principalmente no seu curso superior, onde se encontra a Estação 1 no qual em média, foram maiores os valores de cor e turbidez com chuva.

A área urbana apresentou na média, pouca contribuição de sedimentos carregados ao rio, apesar da ocupação de áreas íngremes, que deveriam ficar protegidas por floresta ripária, e da Área de Preservação Permanente junto ao seu baixo curso.

A quantidade de água recebida de tributários, as características morfométricas do canal na Estação 3, e usos da terra nas suas áreas de entorno com reflorestamento, exploração de madeira e ocupação intensiva de cultivos agrícolas, coincidem com o transbordamento do rio nesse ponto sob condições de chuva torrencial ou contínua, que demora mais para ocorrer nos demais pontos do rio.

Do seu médio ao baixo curso o canal do rio apresenta um alargamento e maior profundidade, sinuosidade significativa e relevo plano. Essas características de um modo em geral contribuem para que parte da carga de sedimentos suspensos fique depositada nesse trecho do canal, implicando assim nos valores de cor e turbidez obtidos na Estação 3 e na 4.

Há variação na distribuição da chuva do alto curso para o baixo curso, em número de eventos e quantidade precipitada. Fica a recomendação para que este fenômeno seja objeto de um futuro estudo a ser realizado.

A análise sobre os fatores de erosão, nesse caso, tipos de solo e usos destes, podem nesse momento ser tão importantes quanto medidas de controle de erosão. Para Mafra (1999, p.302) “as medidas de controle da erosão encontram-se mais relacionadas às políticas de conservação e recuperação de áreas degradadas”. A erosão laminar é lenta e gradativa, não deixando perceptíveis os seus impactos a curto prazo. Por isso, repensar as formas de uso e técnicas envolvidas nesse processo, parece ser para esse momento, a medida mais urgente e que contribuirá para mitigar, evitar o aparecimento de áreas degradadas a serem recuperadas.

A preservação e recuperação de floresta ripária, políticas públicas de conscientização, de controle da ocupação das APPs e outros programas relacionados aos usos da terra podem contribuir significativamente para conter a erosão nas lavouras, assoreamento dos canais da bacia, extinção de nascentes e inundações. É pertinente ressaltar a importância da preservação das margens dos rios com floresta ripária, que se apresenta bastante comprometida junto às nascentes e em muitos locais dos tributários do Rio Taquaral.

Este estudo dos aspectos físicos e de usos da terra da bacia pode servir de alguma referência para proposta de gestão da Bacia Hidrográfica do Taquaral, com vistas a preservar e melhorar a qualidade da água do manancial de abastecimento da população, da bacia hidrográfica e da biodiversidade dessa área.

6. REFERÊNCIAS

AYOADE, J.O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. 2ed. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 1988. p.224-260.

BERTALANFFY, L.V. **Teoria Geral dos Sistemas**. 2ed. Petrópolis: Vozes Ltda, 1975.350p.

BERUTCHACHVILI, N.; BERTRAND, G. O geossistema ou “sistema territorial natural”. In: BERTRAND, G. et BERTRAND,C. **Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades**. Maringá: Ed. Massoni, 2007. p. 47-61.

BOLÓS I CAPDEVILA, M. DE. El geosistema, modelo teórico Del paisaje. IN: **Manual de Ciencia Del Paisaje: Teoría, Métodos y Aplicaciones**.Barcelona: Masson S.A., 1992, p. 31-46.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 357 de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e da outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em 03 jun. 2010.

BRASIL. Ministério da Defesa. Diretoria do Serviço Geográfico Brasileiro. **Carta Topográfica de São Mateus do Sul**. Porto Alegre, 2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Lei 9433/97** - Política Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: www.ana.gov.br. Acesso em 13 jun. 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria MS nº 518, de 25 de março de 2004**. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Disponível em: < <http://dtr2001.saude.gov.br>>. Acesso em: 03 jun. 2010.

BUENO, S. **Minidicionário da Língua Portuguesa**. São Paulo: FTD, 1996, 703p.

CASSETI, V. **Elementos de Geomorfologia**. Goiânia: UFG, 1994. p.11-38.

CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica de bacias hidrográficas. **Revista Geomorfologia**. Campinas: v 18,n9,p. 35-64, 1969.

_____. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blucher, 2ª edição, 1980. 188p.

COOKE, R.U.; DOORNKAMP, J.C. **Geomorphology in environmental management**. 2nd ed. Oxford: Clarendon Press, 1990. p. 185-186.

Cor da água. NBR 9896/1993 .Disponível em: <<http://pessoal.utfpr.edu.br>>. Acesso em 07. Jun.2011.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) – SNLCS/SUDESUL/IAPAR. **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Paraná**. Londrina: EMBRAPA/IAPAR, 1984, 791p.

GAILE, G.L.; WILLMOTT, C. J. *Geography in America at the Dawn of the 21st Century*. New York: Oxford University Press, 2003. p. 58-62.

GOUDIE, A, et. al. **Geomorphological techniques**. 2nd ed. London: Unwin Hyman, 1990. p. 226.

GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 4 ed. Bertrand do Brasil, 2003, p. 337-377.

GRANELL-PÉREZ, M. Del C. *Trabalhando Geografia com as Cartas Topográficas*. 2ed. Ijuí: Ed.Uniljuí, 2004, 128p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Biomass Continentais Brasileiros (2004)**. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em 14 de maio de 2010.

_____. **Censo Demográfico** Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em 12 de jan. 2011.

LANA, C. E.; ALVES, J. M. P.; CASTRO, P. T. A. **Análise Morfométrica da Bacia do Rio Tanque, MG – Brasil**. Ouro Preto, v. 54, n 2, abr/jun 2001. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0370-44672001000200008&script=sci_arttext>. Acesso em: 21 jan.2012.

_____. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: 1992.91p.

_____. **Manual Técnico de Uso da Terra**. Rio de Janeiro: 1992.91p.

Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES). **Caderno Estatístico de São Mateus do Sul**. Disponível em: <www.ipardes.gov.br/cadernos>. Acesso em: 07 Nov. 2010.

KOBIYAMA, M.; MOTA, A.A.; CORSEUIL, C.W. **Recursos hídricos e saneamento**. Curitiba: Organic Trading, 2008. 163p.

MAACK, R. **Geografia Física do Paraná**. 2 ed. Rio de Janeiro: J. Olympio; Curitiba: Secretaria da Cultura e do Esporte do Governo do Estado do Paraná, 1981. 450p.

MACÊDO, J.A.B. **Águas & águas**. São Paulo: Varela, 2001, 505p.

MAFRA, N. M. C. Erosão e planificação de uso do solo. In: GUERRA, A.J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Org.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 301-322.

MARCONI, M. D. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa:** planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados. 3.ed. São Paulo: Atlas, 1996.p 48-49.

Minerais do Paraná SA. (MINEROPAR). **Carta Geológica de Ponta Grossa/2006** (Folha SG 22- X-C). Disponível em: <www.mineropar.pr.gov.br>. Acesso em: 14 mar. 2010.

Minerais do Paraná SA. (MINEROPAR). **Carta Geomorfológica de Ponta Grossa/2006** (Folha SG 22- X-C). Disponível em: <www.mineropar.pr.gov.br>. Acesso em: 14 mar. 2010.

Moreira, L. G. R.; Basso, L. A. **A influência da precipitação no transporte de sólidos em cursos d'água urbanos: O caso do Arroio Dilúvio, Porto Alegre (RS), Brasil.** In: Anais da Mostra de Trabalhos Técnicos, Científicos e Comunitários, p. 1-7. Porto Alegre, 2008. Disponível em: http://egal2009.easyplanners.info/area07/7179_Gehrke_Ryff_Moreira_Luiza.pdf. Acesso em 05 out. 2011.

PARANÁ. Companhia Paranaense de Energia (COPEL) 2009 – **Índices pluviométricos.** Disponível em:< www.suderhsa.pr.gov.br>. Acesso em: 14 abr. 2010.

PESQUISA nacional de saneamento básico. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1691&id_pagina=1. Acesso em: 15 nov. 2011.

RODRIGUES,C; ADAMI,S. Técnicas fundamentais para o estudo de bacias hidrográficas. In: VENTURI, L.A.B. **Praticando Geografia: técnicas de campo e laboratório.** São Paulo: Oficina de Textos, 2005. p.147-148.

SÃO MATEUS DO SUL: História. Disponível em: <<https://www.saomateusdosul.pr.gov.br>>. Acesso em: 17 jan. 2011.

SÃO PAULO. Secretaria de Meio Ambiente. Companhia Ambiental (CETESB). **Índice de Qualidade das Águas.** Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: 08 jun. 2010.

Serviço Social Autônomo PARANACIDADE. **Municípios do Paraná.** Disponível em: <<http://www.paranacidade.org.br/municipios>>. Acesso em: 02 nov. 2010.

SALOMÃO, F.X.T. Controle e prevenção dos processos erosivos. In: IN: GUERRA, A. J. T.; SILVA,A.S.; BOTELHO, R. G. M.(Org.). **Erosão e conservação dos solos: Conceitos, temas e aplicações.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p.230-322.

SANTOS, R.F. **Planejamento Ambiental: Teoria e Prática.** São Paulo: Oficina de Textos, 2004.184p.

SILVA, A.M.; SCHULZ, H.E.; CAMARGO, P.B. **Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas.**São Carlos:RIMA,2003.140p.

TUCCI, C.E.M. (Org.). **Hidrologia: Ciência e aplicação**. Porto Alegre: Ed. Universidade UFRGS: ABRH, 2000. p.40-41.

Universidade Estadual de Ponta Grossa, Biblioteca Central Prof. Faris Michaelle. Manual de normalização bibliográfica para trabalhos científicos. 3ed. Ponta Grossa: UEPG, 2009.

ANEXOS

Pluviosidade, turbidez e cor da água do Taquaral de 01 de Agosto de 2010 a 31 de Julho de 2011.

(continua)

PONTO/PARÂMETRO	COLETA 1 4/8/2010	COLETA 2 15/8/2010	COLETA 3 15/9/2010	COLETA 4 24/9/2010	COLETA 5 2/10/2010	COLETA 6 5/10/2010	COLETA 7 7/10/2010	COLETA 8 15/10/2010
TURBIDEZ (UNT)								
ESTAÇÃO 1	141,00 30 mm	8,65	5,27	37,40 25 mm	40,30 40 mm	46,50 26 mm	59,90 25 mm	19,10 28 mm
ESTAÇÃO 2		9,29	1,78	21,90 26 mm	26,80 38 mm	65,70 26 mm	22,20 25 mm	16,30 25 mm
ESTAÇÃO 3	65,80 29 mm	11,40	2,09		15,90 32 mm			13,60 25 mm
ESTAÇÃO 4	25,30 30 mm	10,70	3,42		34,10 32 mm			13,10 37 mm
COR (uH)								
ESTAÇÃO 1	175,0	20,0	25,0	100,0	125,0	225,0	225,0	50,0
ESTAÇÃO 2		20,0	20,0	100,0	100,0	275,0	175,0	50,0
ESTAÇÃO 3	100,0	25,0	25,0		100,0			50,0
ESTAÇÃO 4	50,0	25,0	25,0		125,0			50,0

Pluviosidade, turbidez e cor da água do Taquaral de 01 de Agosto de 2010 a 31 de Julho de 2011.

(continuação)

PONTO/PARÂMETRO	COLETA 9	COLETA 10	COLETA 11	COLETA 12	COLETA 13	COLETA 14	COLETA 15	COLETA 16
	30/10/2010	15/11/2010	22/11/2010	02/12/2010	07/12/2010	13/12/2010	15/12/2010	15/12/2010
TURBIDEZ (UNT)								
ESTAÇÃO 1	55,80 45 mm	5,50	170,00 30 mm	82,20 70 mm		459,00 85 mm	22,40	62,00 30 mm
ESTAÇÃO 2	61,30 46 mm	5,50	91,00 30 mm	65,40 54 mm		675,00 80 mm	26,60	63,50 30 mm
ESTAÇÃO 3	6,55 50 mm	2,37		138,00 40 mm	50,50 30 mm	786,00 70 mm	22,30	114,00 34 mm
ESTAÇÃO 4	5,80 50 mm	2,37		11,30 18 mm	133,00 30 mm	156,00 70 mm	19,70	21,80 28 mm
COR (uH)								
ESTAÇÃO 1	100,0	5,0	275,0	75,0		750,0	50,0	100,0
ESTAÇÃO 2	100,0	5,0	250,0	75,0		750,0	50,0	100,0
ESTAÇÃO 3	12,5	2,5		100,0	100,0	375,0	50,0	100,0
ESTAÇÃO 4	10,0	2,5		7,5	175,0	175,0	50,0	50,0

Pluviosidade, turbidez e cor da água do Taquaral de 01 de Agosto de 2010 a 31 de Julho de 2011.

(continuação)

PONTO/PARÂMETRO	COLETA 17 16/12/2010	COLETA 18 19/12/2010	COLETA 20 23/12/2010	COLETA 21 12/01/2011	COLETA 22 15/01/2011	COLETA 23 18/01/2011	COLETA 24 06/02/2011	COLETA 25 15/02/2011
TURBIDEZ (UNT)								
ESTAÇÃO 1	96,60 26 mm	360,00 40 mm	45,80 31 mm	121,00 45 mm	16,30		303,00 33 mm	16,90
ESTAÇÃO 2	3,80	228,00 40 mm	151,00 40 mm	282,00 46 mm	11,60		11,90 15 mm	16,00
ESTAÇÃO 3	59,00 26 mm			99,20 40 mm	9,50	87,20 40 mm	31,90 25 mm	9,40
ESTAÇÃO 4	67,50 30 mm			20,40 31 mm	11,20	95,80 47 mm	17,00 15 mm	14,70
COR (uH)								
ESTAÇÃO 1	75,0	275,0	75,0	175,0	50,0		350,0	50,0
ESTAÇÃO 2	5,0	250,0	250,0	250,0	50,0		50,0	50,0
ESTAÇÃO 3	75,0			175,0	50,0	150,0	75,0	50,0
ESTAÇÃO 4	75,0			75,0	50,0	150,0	50,0	50,0

Pluviosidade, turbidez e cor da água do Taquaral de 01 de Agosto de 2010 a 31 de Julho de 2011.

(continuação)

PONTO/PARÂMETRO	COLETA 26 15/02/2011	COLETA 27 22/02/2011	COLETA 28 25/02/2011	COLETA 29 15/03/2011	COLETA 30 30/03/2011	COLETA 31 31/03/2011	COLETA 32 15/04/2011	COLETA 33 15/05/2011
TURBIDEZ (UNT)								
ESTAÇÃO 1	83,30 35mm	121,00 45 mm	96,00 40 mm	14,20	148,00 45 mm	14,70	5,17	8,60
ESTAÇÃO 2	69,80 32mm	93,20 38 mm	87,00 40 mm	27,10	57,00 38 mm	30,30	8,21	9,20
ESTAÇÃO 3	77,70 30mm		101,00 40 mm	58,30	39,50 35 mm	92,80 32 mm	18,20	6,50
ESTAÇÃO 4	27,00 30 mm		119,00 40 mm	55,60	59,10 55 mm	117,00 32 mm	8,13	6,80
COR (uH)								
ESTAÇÃO 1	75,0	175,0	150,0	50,0	125,0	50,0	25,0	25,0
ESTAÇÃO 2	50,0	150,0	150,0	50,0	100,0	50,0	25,0	25,0
ESTAÇÃO 3	75,0		150,0	75,0	75,0	150,0	25,0	17,5
ESTAÇÃO 4	75,0		150,0	75,0	100,0	150,0	25,0	17,5

Pluviosidade, turbidez e cor da água do Taquaral de 01 de Agosto de 2010 a 31 de Julho de 2011.

(conclusão)

PONTO/PARÂMETRO	COLETA 34 15/05/2011	COLETA 35 07/06/2011	COLETA 36 15/06/2011	COLETA 37 30/06/2011	COLETA 38 03/07/2011	COLETA 39 15/07/2011	COLETA 40 21/07/2011	COLETA 41 30/07/2011
TURBIDEZ (UNT)								
ESTAÇÃO 1	66,20 27 mm	44,90 35 mm	6,95	75,30 35 mm	74,90 35 mm	5,50	170,00 60 mm	104,00 30 mm
ESTAÇÃO 2	27,20 38 mm	33,50 35 mm	3,40	68,40 35 mm	69,30 35 mm	6,70	37,30 40 mm	82,00 30 mm
ESTAÇÃO 3	14,90 40 mm	28,30 35 mm	2,81	80,40 40 mm	65,10 30 mm	4,50	160,00 50 mm	39,10 30 mm
ESTAÇÃO 4	15,00 45 mm	23,00 35 mm	2,97	134,00 42 mm	60,00 30 mm	3,90	24,50 30 mm	26,40 30 mm
COR (uH)								
ESTAÇÃO 1	150,0	50,0	15,0	75,0	100,0	5,0	150,0	100,0
ESTAÇÃO 2	75,0	50,0	5,0	75,0	100,0	5,0	75,0	100,0
ESTAÇÃO 3	50,0	50,0	5,0	75,0	75,0	5,0	125,0	50,0
ESTAÇÃO 4	50,0	50,0	5,0	175,0	75,0	5,0	50,0	25,0

Fonte: SANEPAR – São Mateus do Sul

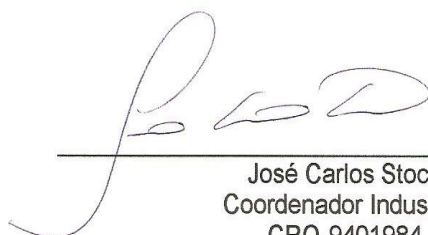
	COM CHUVA =>25 mm
	SEM CHUVA
	15º DIA DO MÊS



DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins que as amostras de água coletadas no Rio Taquaral entre 01 de Agosto de 2010 a 31 de Julho de 2011, submetidas à análise dos parâmetros de cor, turbidez e pH, para essa pesquisa, foram realizadas no Laboratório da SANEPAR, unidade de São Mateus do Sul, pela Agente Técnica em Produção Adriana Ferraz Cordeiro, RG Funcional 01257200, sob supervisão do Responsável Técnico José Carlos Stoco – CRQ 9401984.

Por ser verdade, firmo a presente declaração.



José Carlos Stoco
Coordenador Industrial
CRQ-9401984
Companhia de Saneamento do Paraná
Unidade Regional de União da Vitória

São Mateus do Sul, 01 de novembro de 2011