

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

BRUNA PICOLI DOS SANTOS

**ESTUDO DA RELAÇÃO DE SEDIMENTOS EM SUSENSÃO COM A
PRECIPITAÇÃO E TURBIDEZ NA MICROMICROBACIA DO RIO DO CAMPO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**CAMPO MOURÃO
2015**

BRUNA PICOLI DOS SANTOS

**ESTUDO DA RELAÇÃO DE SEDIMENTOS EM SUSENSÃO COM A
PRECIPITAÇÃO E TURBIDEZ NA MICROMICROBACIA DO RIO DO CAMPO**

Trabalho apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do curso de Engenharia Ambiental do Departamento Acadêmico de Ambiental (DAAMB) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. José Hilário Delconte
Ferreira

Co-orientador: Prof. Dr. Eudes José Arantes

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2015



TERMO DE APROVAÇÃO

**ESTUDO DA RELAÇÃO DE SEDIMENTOS EM SUSENSÃO COM A
PRECIPITAÇÃO E TURBIDEZ NA MICROMICROBACIA DO RIO DO CAMPO**

por

BRUNA PICOLI DOS SANTOS

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 13 de fevereiro de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental. A candidata foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a banca examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Prof. Dr. José Hilário Delconte Ferreira

Prof. Dr. Eudes José Arantes

Prof. Dr^a. Débora Cristina de Souza

Prof. Dr^a Maristela Denise Moresco Mezzomo

"O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso de Engenharia Ambiental".

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo seu amor incondicional.

A todos que me auxiliaram não só na execução deste trabalho quanto aos que torceram por mim e estavam sempre me acompanhando nessa jornada.

A Glaucia Guidelli pela força e carinho, que resultou em uma ajuda inigualável para conseguir realizar essa conquista em minha vida.

A Andreia dos Santos Goffi pelos conhecimentos compartilhados e pela amizade.

Ao meu orientador Professor José Hilário Delconte Ferreira pela atenção, disponibilidade e orientação na elaboração deste trabalho.

Ao co-orientador Professor Eudes José Arantes pelas oportunidades oferecidas, Orientação.

Enfim, a todos que de alguma maneira contribuíram para a concretização deste sonho.

Muito Obrigada!

RESUMO

SANTOS, B.P. Estudo do uso e ocupação da terra e sedimentos em suspensão na micromicrobacia do Rio do Campo. 2015. XX f. **Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão 2015.**

Este trabalho de conclusão de curso teve por objetivo estudar e analisar características de uma imagem de satélite de alta definição em relação aos seus corpos d'água, utilizando de técnicas de sensoriamento remoto unindo com testes estatísticos e comparando resultados entre os dados obtidos. Aplicando a tecnologia de sensoriamento remoto insere-se como fonte de informação a ser utilizada para completar a rede de monitoramento e para avaliar a concentração de sedimentos em suspensão de superfície (SSS) nos rios. A microbacia hidrográfica constitui-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório. O princípio básico do transporte de sedimentos refere-se à competência do fluxo de retirar as partículas do estado de inércia e arrastá-las mantendo-as em movimento por um dado período de tempo. A movimentação do sedimento depende da velocidade do fluxo, que deve ser capaz de vencer a resistência ao cisalhamento do grão, assim se faz necessário ter conhecimento das propriedades do sedimento, tais como tamanho do grão, composição e grau de arredondamento. A precipitação influencia diretamente na relação entre a vazão e a qualidade de um corpo hídrico. Entretanto, de maneira especial no meio rural, é difícil estabelecer uma relação direta entre precipitação e qualidade de água, uma vez que diferentes intensidades de precipitação acarretam em diversas situações de impactos no solo, resultando em processos erosivos de diferentes graus, associando assim com o uso e ocupação das terras, umidade do solo e outros fatores que acabam desencadeando processos erosivos que aumentam a turbidez, a cor e o teor de matéria orgânica nas águas, uma vez que durante as precipitações predominam as entradas de água de escoamento superficial nos mananciais. Considerando o exposto acima, este trabalho tem por objetivo, detectar pontos que podem estar sujeitos a descarga de sedimentos na micromicrobacia do rio do campo, localizada no município de Campo Mourão, Paraná.

Palavras Chave: Sedimentos, Satélite, Precipitação.

ABSTRACT

SANTOS, B.P. Study the use and occupation of land and suspended sediments in the Field River watershed. **2015 XX f. Work Completion of course work (Bachelor of Environmental Engineering) - Federal Technological University of Paraná. Campo Mourao 2015.**

This course conclusion work aimed to study and analyze characteristics of a satellite image of high definition in relation to their water bodies, using remote sensing techniques uniting with statistical tests and comparing results between the obtained data. Applying remote sensing technology is part of as a source of information to be used to complete network monitoring and evaluating the concentration of surface suspended sediment (CSS) in rivers. The basin consists of a set of surfaces and slopes of a drainage network of waterways that flow to result in a single bed in your exutório. The basic principle of sediment transport refers to the competence of the flow to remove the particles of the state of inertia and drag them keeping ace in motion by a given period of time. The movement of the pellet depends on the flow velocity, which should be able to overcome the shear resistance of the grain, so it is necessary to be aware of sediment properties such as grain size, composition and roundness. Rainfall directly influences the relationship between the flow and the quality of a water body. However, especially in rural areas, it is difficult to establish a direct relationship between precipitation and water quality, since different rainfall intensities lead in various situations of impacts on soil, resulting in erosion of varying degrees, thereby associating with use and occupation of land, soil moisture and other factors that end up triggering erosion that increase turbidity, color and organic matter content in the waters, since during the rainfall predominate water intakes runoff in watersheds. Considering the above, this study aims to detect things that may be subject to discharge sediment in the watershed countryside river, in the municipality of Campo Mourão, Paraná.

Keywords: Sediments, Satellite, Precipitation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Satélites RapidEye.....	5
Figura 2: Bandas espectrais do Satélite RapidEye.....	6
Figura 3: Imagens RGB 321 dos satélites Landsat e RapidEye.....	7
Figura 4: Formas de transporte de sedimentos.....	10
Figura 5: Localização da micromicrobacia do Rio do Campo no município de Campo Mourão-Pr.....	14
Figura 6: Mapa Hidrográfico da microbacia do Rio do Campo no município de Campo Mourão-Pr.....	15
Figura 7: Mapa Geológico microbacia do Rio do Campo no município de Campo Mourão-Pr..	16
Figura 8: Mapa Geomorfológico da microbacia do Rio do Campo no município de Campo Mourão-Pr.....	17
Figura 9: Mapa de Solos da microbacia do Rio do Campo no município de Campo Mourão-Pr.	18
Figura 10: Mapa da Textura do Solo da microbacia do Rio do Campo no município de Campo Mourão-Pr.....	19
Figura 11: Mapa de Hipsometria da microbacia do Rio do Campo no município de Campo Mourão-Pr.....	20
Figura 12: Mapa da Declividade da microbacia do Rio do Campo no município de Campo Mourão-Pr.....	20
Figura 13: Mapa Climático da microbacia do Rio do Campo no município de Campo Mourão-Pr.....	21
Figura 14: Mapa Fitogeográfico da microbacia do Rio do Campo no município de Campo Mourão-Pr.....	22
Figura 15: Mapa da divisão em sub-microbacias de contribuição da microbacia do Rio do Campo no município de Campo Mourão-Pr.....	25
Figura 16: Mapa de uso e ocupação da terra da microbacia do Rio do Campo no município de Campo Mourão-Pr.....	26
Figura 17: Localização das estações pluviométricas.....	27
Figura 18: Mapa de encontros de estradas rurais e corpos d'água..	28
Figura 19: Ausência de mata ciliar em uma nascente.....	29
Figura 20: Presença de erosão em forma de sulcos.....	30
Figura 21: Cemitério próximo a uma nascente.....	30
Figura 22: Ravina próxima de uma nascente em Piquirivaí-Pr.....	31
Figura 23: Teste de Normalidade de Lilliefors.....	32
Figura 24: Teste de Variância One Way Anova.....	32
Figura 25: Resultado do teste de Regressão.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Uso do solo na microbacia hidrográfica do rio do Campo.	27
Tabela 2: Resultado da análise de correlação das estações pluviométricas.	34
Tabela 3: Dados de turbidez e precipitação de Janeiro/2011.	50
Tabela 4: Dados de turbidez e precipitação de Fevereiro/2011.....	50
Tabela 5: Dados de turbidez e precipitação de Março/2011.	51
Tabela 6: Dados de turbidez e precipitação de Abril/2011.....	51
Tabela 7: Dados de turbidez e precipitação de Maio/2011.....	52
Tabela 8: Dados de turbidez e precipitação de Junho/2011.	52
Tabela 9: Dados de turbidez e precipitação de Julho/2011.	53
Tabela 10: Dados de turbidez e precipitação de Agosto/2011.	53
Tabela 11: Dados de turbidez e precipitação de Setembro/2011.	54
Tabela 12: Dados de turbidez e precipitação de Outubro/2011.....	54
Tabela 13: Dados de turbidez e precipitação de Novembro/2011.	55
Tabela 14: Dados de turbidez e precipitação de Dezembro/2011.	55

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Gráfico do teste de One Way Anova	33
Gráfico 2: Gráfico de dispersão da Estação pluviométrica 2.	34
Gráfico 3: Gráfico de dispersão da Estação pluviométrica 2.	35
Gráfico 4: Dados referentes a janeiro/ 2011 das estações pluviométricas com a turbidez.	37
Gráfico 5: Dados referentes a fevereiro/2011 das estações pluviométricas com a turbidez.	38
Gráfico 6: Dados referentes a março/2011 das estações pluviométricas com a turbidez.	39
Gráfico 7: Dados referentes a abril/2011 das estações pluviométricas com a turbidez.....	40
Gráfico 8: Dados referentes a maio/2011 das estações pluviométricas com a turbidez.....	40
Gráfico 9: Dados referentes a junho/2011 das estações pluviométricas com a turbidez.	41
Gráfico 10: Dados referentes a julho/2011 das estações pluviométricas com a turbidez.	42
Gráfico 11: Dados referentes a agosto/2011 das estações pluviométricas com a turbidez.	42
Gráfico 12: Dados referentes a setembro/2011 das estações pluviométricas com a turbidez. ...	43
Gráfico 13: Dados referentes a outubro/2011 das estações pluviométricas com a turbidez.	44
Gráfico 14: Dados referentes a novembro/2011 das estações pluviométricas com a turbidez. .	44
Gráfico 15: Dados referentes a dezembro/2011 das estações pluviométricas com a turbidez. .	45
Gráfico 16: Gráfico de dispersão da Estação pluviométrica 1.	56
Gráfico 17: Gráfico de dispersão da Estação pluviométrica 4.	56
Gráfico 18: Gráfico de dispersão da Estação pluviométrica 5.	57

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	3
2 OBJETIVOS	4
2.1 OBJETIVO GERAL	4
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
3 REVISÃO DE LITERATURA	5
3.1 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA RAPIDEYE	5
3.2 COMPORTAMENTOS ESPECTRAL DE ALVOS	7
3.2.1 Água sem sedimento	8
3.2.2 Água com sedimento	8
3.3 DESCARGAS DE SEDIMENTOS EM RIOS	8
3.4 FLUXOS DOS SEDIMENTOS	9
3.5 RELAÇÃO ENTRE TURBIDEZ E PRECIPITAÇÃO EM ANALOGIA AOS SEDIMENTOS	10
3.6 USO DO SOLO E DECLIVIDADE DO TERRENO	11
4 MATERIAL E MÉTODOS	13
4.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	13
4.1.1 Hidrografia	15
4.1.2 Geologia	15
4.1.3 Geomorfologia	16
4.1.4 Solos	17
4.1.5 Textura do Solo.....	18
4.1.6 Hipsometria e Declividade	19
4.1.7 Clima.....	21
4.1.8 Fitogeografia.....	21
4.2 PROCESSAMENTO DE DADOS NO SPRING.....	22
4.3 PROCESSAMENTO DE DADOS PARA ESTATÍSTICA.....	23
4.4 TRABALHO DE CAMPO	24
5 RESULTADOS E DISCUÇÕES	25
5.1 DIVISÃO EM SUB-MICROBACIAS DE CONTRIBUIÇÃO	25
5.2 MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	25
5.3 ÍNDICES PLUVIOMÉTRICOS DE CAMPO MOURÃO E MAMBORÊ.....	27
5.4 PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS.....	28
5.5 TESTES ESTATÍSTICOS	31
5.6 ANÁLISE DE GRÁFICOS DE PRECIPITAÇÃO E TURBIDEZ.....	36
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
REFERÊNCIAS	47
APENDICE A – DADOS DE TURBIDEZ E PRECIPITAÇÃO DO ANO DE 2011.....	50
APÊNDICE B – GRÁFICOS DE DISPERÇÃO	56

1 INTRODUÇÃO

Sedimentos são partículas sólidas presentes nos cursos d'água que são provenientes dos processos erosivos das vertentes, erosão marginal promovida pelos próprios rios e expansão da atividade humana (LIMA et al., 2001).

A qualidade das águas é determinada por características físicas, químicas e biológicas dos sedimentos, sendo estes os mais poluentes quando comparados em concentração na água. O transporte de sedimentos em suspensão atua como portador de poluentes e bactérias, impedindo também a fotossíntese, pois diminui a penetração de raios de luz na água, acarretando ainda em aumento no custo do tratamento desta (BROOKS et al., 1991).

Conforme Coiado (2001), a estimativa da turbidez é um dos métodos indiretos para a determinação da vazão sólida em suspensão nos rios, onde está relacionado com a precipitação, conferindo para o agravamento da poluição.

Considerando esses problemas advindos do descarregamento de sedimentos nos rios, fica evidente a necessidade da utilização de ferramentas do sensoriamento remoto aplicadas em conjunto com dados de imagem de satélite de alta resolução do sistema RapidEye, precipitação e turbidez. Esses procedimentos necessitam desde a interpretação visual do intérprete, até a utilização da aplicação de técnicas e métodos de processamento digital de imagens e geoprocessamento (LEBLANC, 2003).

Aplicando a tecnologia de sensoriamento remoto insere-se como fonte de informação a ser utilizada para completar a rede de monitoramento e para avaliar a concentração de sedimentos em suspensão de superfície (SSS) nos rios (MARTINEZ et al., 2009).

Considerando o exposto acima, este trabalho tem por objetivo, detectar pontos que podem estar sujeitos a descarga de sedimentos na micromicrobacia do rio do campo, pertencente ao município de Campo Mourão, Paraná.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Detectar pontos de descarga de sedimentos na micromicrobacia do rio do campo em Campo Mourão – PR, utilizando técnicas de sensoriamento remoto.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos correspondem a:

- Elaborar um banco de dados com imagem de alta resolução do sistema RapidEye;
- Operar índice multiespectral na imagem de RapidEye, associado ao reconhecimento que obtenha a melhor resposta sobre os pontos de maior influência de descarga de sedimentos;
 - Fazer a caracterização física da micromicrobacia do Rio do Campo;
 - Identificar os pontos de origem dos sedimentos que são depositados no leito do rio, através da análise da imagem do banco de dados;
 - Buscar uma relação entre as informações referentes à precipitação e turbidez;

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA RAPIDEYE

Atualmente, há um grande número de satélites em órbita. Os satélites do sistema RapidEye possui uma combinação de 5 satélites conforme exemplificado na figura 1, com igual espaçamento entre cada, capazes de adquirir imagens coloridas com resolução espacial de 5 m. Devido ao número de satélites e a alta revisita para a tomada das imagens, o sistema RapidEye abrange aspectos como cobertura de extensas áreas, alta resolução e capacidades multiespectrais. Assim tornam o RapidEye a melhor alternativa para aplicações com demandas de imagens de média resolução (JANSEN, 2009).

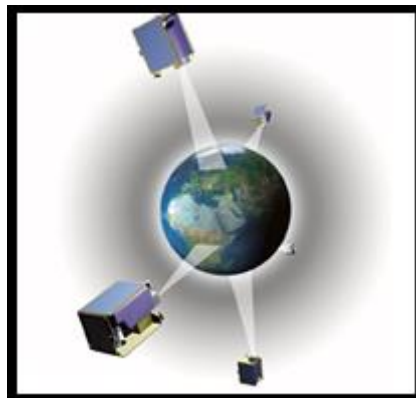


Figura 1: Satélites RapidEye. Fonte: RapidEyeAG, 2008.

Cada um dos cinco satélites da RapidEye efetua por dia 15 voltas em torno do planeta e os seus sensores podem coletar imagens sobre a superfície da Terra ao longo de uma faixa de 77 km de largura por até 1500 km de extensão. Estes satélites também podem ser programados para coletar imagens transversalmente à trajetória de sua órbita, e juntos conseguem gerar aproximadamente 4,5 milhões de Km² de imagens diariamente. De tal modo, o sistema operante é capaz de produzir imagens de qualquer ponto do globo, em qualquer momento do dia, e permite

assumir uma postura pró-ativa ao capturar imagens de regiões relevantes e torná-las disponíveis mais rapidamente e com maior eficácia (JANSEN, 2009).

O satélite RapidEye fornece imagens em cinco bandas espectrais: Azul, Verde, Vermelho, RedEdge e infravermelho próximo, como pode ser verificado na figura 2. A banda RedEdge, que está localizada entre o vermelho e o infravermelho próximo, é especialmente incluída para auxiliar na discriminação da vegetação e de corpos aquáticos (RapidEyeAG, 2008).

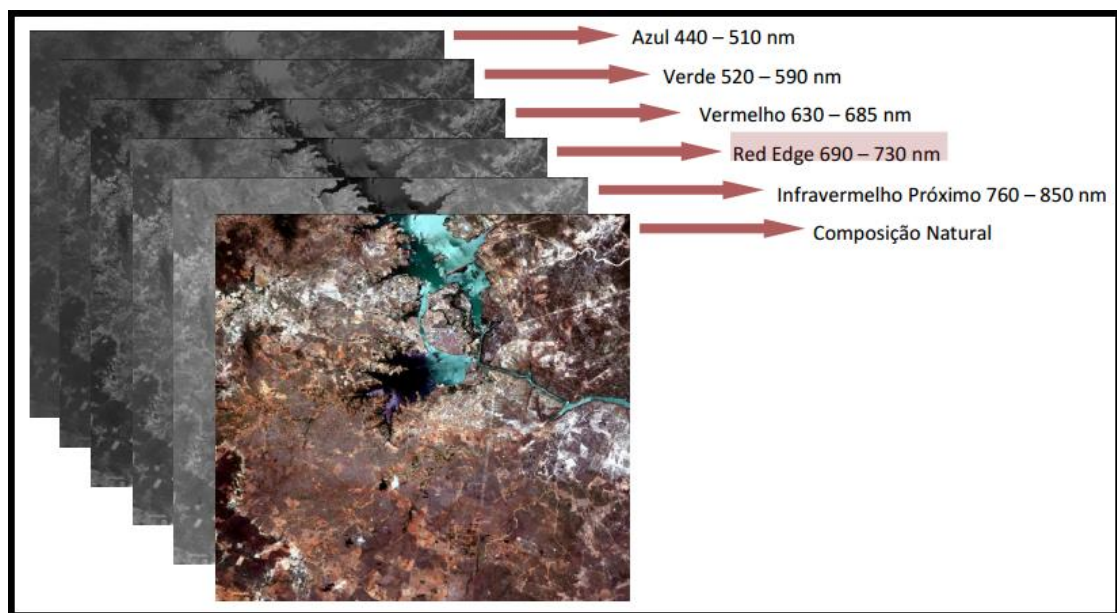


Figura 2: Bandas espectrais do Satélite RapidEye.
Fonte: RapidEyeAG, 2008.

Através da combinação dessas camadas de cores é possível a obtenção de resultados diferenciados que viabiliza tanto a identificação de áreas de risco, passíveis de intervenção e que devem ser preservadas, como permite o monitoramento de áreas vegetadas, visando o controle das atividades antrópicas com caráter predatório. Ainda referente à combinação dessas bandas somada à resolução das imagens é possível obter um resultado de classificação quanto ao uso do solo, onde se tem a diferenciação dos cursos d'água, das áreas de solo exposto e de ocupação urbana como também a diferenciação entre os níveis de cobertura vegetal. Tudo isso oferece uma nova maneira de aplicações do sensoriamento remoto nas diversas áreas do planejamento territorial (RapidEyeAG, 2008).

A composição natural (Landsat RGB 321 e RapidEye 321), também

conhecidas como composição em cores reais, utiliza as três bandas do visível e proporciona uma imagem próxima a percepção do olho humano. A composição da imagem pelos sensores de cada um desses satélites produz cada uma a sua nitidez perfeita, mas a imagem RapidEye tem uma melhor valoração da imagem pois sua tecnologia ser mais elevada, assim pode-se analisar a diferença entre as imagens dos satélites na figura 3 (RapidEyeAG, 2008).



Figura 3: Imagens RGB 321 dos satélites Landsat e RapidEye.
Fonte: Do Mundo Real aos Mapas, 2010.

3.2 COMPORTAMENTOS ESPECTRAL DE ALVOS

A resolução espectral é um conceito inerente às imagens multiespectrais, sendo definida pelo número de bandas espectrais envolvidas no sistema e pela amplitude do intervalo de comprimento de onda respectivamente à cada banda. O sistema óptico sendo eles espelhos e lentes constituintes nos satélites recebem a radiação refletida ou emitida pela superfície terrestre e o detector é responsável pela sensibilidade ocasionada e pelo intervalo espectral de cada banda (RODRIGUEZ, 2006).

A água (H_2O) apresenta-se na natureza de diferentes estados físicos, os quais acabam influenciando em seu comportamento espectral. A água em seu estado líquido apresenta baixa reflectância entre $0,38 \mu m$ e $0,70 \mu m$, absorvendo toda radiação quando superior a $0,7 \mu m$ (VERONESE, 2000).

3.2.1 Água sem sedimento

Quanto mais pura for à água, ou seja, sem constituintes suspensos ou dissolvidos, mais baixa é a sua reflectância, devido ao pequeno coeficiente de espalhamento e elevada transmitância. Assim lagos com baixa concentração de constituintes e profundos geralmente são mais escuros, pois a luz se atenua em profundidade e não há sinal de retorno para o observador (VERONESE, 2000).

3.2.2 Água com sedimento

A água com sedimento apresenta-se em conjunto com características observadas em regiões onde os solos estão expostos. O efeito causado com a presença de solo em suspensão na água é similar ao resultado produzido pela presença de água em solos. Assim permanecem as proporções da distribuição espectral, porém, as reflectâncias são moderadas, reduzidas pelo efeito de absorção de radiação pela água. Isso demonstra que águas carregadas com sedimentos apresentarão reflectâncias bem maiores que águas puras e próximas à reflectância captada de regiões de solos, porém na mesma região espectral (VERONESE, 2000).

3.3 DESCARGAS DE SEDIMENTOS EM RIOS

A microbacia hidrográfica constitui-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório (TUCCI, 1997).

Segundo Zabaleta et al. (2007), a produção de sedimento em uma microbacia hidrográfica é resultado da variação dos diferentes fatores ambientais como: uso e manejo do solo, estações do ano, intensidade e distribuição da chuva, geomorfologia da microbacia, umidade antecedente do solo, tamanho da microbacia, quantidade e taxa de escoamento superficial, distância de transporte de sedimentos etc.

Em pequenas microbacias hidrográficas podem ser realizados alguns controles para evitar os danos causados que são pela erosão. As áreas agricultáveis devem respeitar o uso e manejo do solo, considerando o tipo de plantação e respeitando as curvas de nível do terreno, como também obedecer à limitação das áreas de preservação permanente em torno dos rios. Alguns controles como obras de formação de sulcos, podem conter água e solo que são arrastados.

3.4 FLUXOS DOS SEDIMENTOS

O transporte de partículas constituintes do solo em rios é importante para o ciclo geoquímico global. Para Ludwig et al. (1996) e Guerra (2009), esse é um processo complexo devido às propriedades químicas, biológicas e mineralógicas do solo influem no estado de agregação entre as partículas (densidade, forma, velocidade de queda, coesivo e não coesivo, uniformidade, arredondamento, etc.) e dos parâmetros hidráulicos do escoamento.

O princípio básico do transporte de sedimentos refere-se à competência do fluxo de retirar as partículas do estado de inércia e arrastá-las mantendo-as em movimento por um dado período de tempo. A movimentação do sedimento depende da velocidade do fluxo, que deve ser capaz de vencer a resistência ao cisalhamento do grão, assim se faz necessário ter conhecimento das propriedades do sedimento, tais como tamanho do grão, composição e grau de arredondamento (LOPES et al. 2003; SUGUIO, 2003).

O sedimento pode ser transportado até a jusante como carga de fundo, ou seja, que se move ao longo do leito do rio, saltitando ou deslizando, e como carga suspensa, ou seja, quando o sedimento é suspenso pelo fluxo e pela turbulência do escoamento, conforme figura 04.

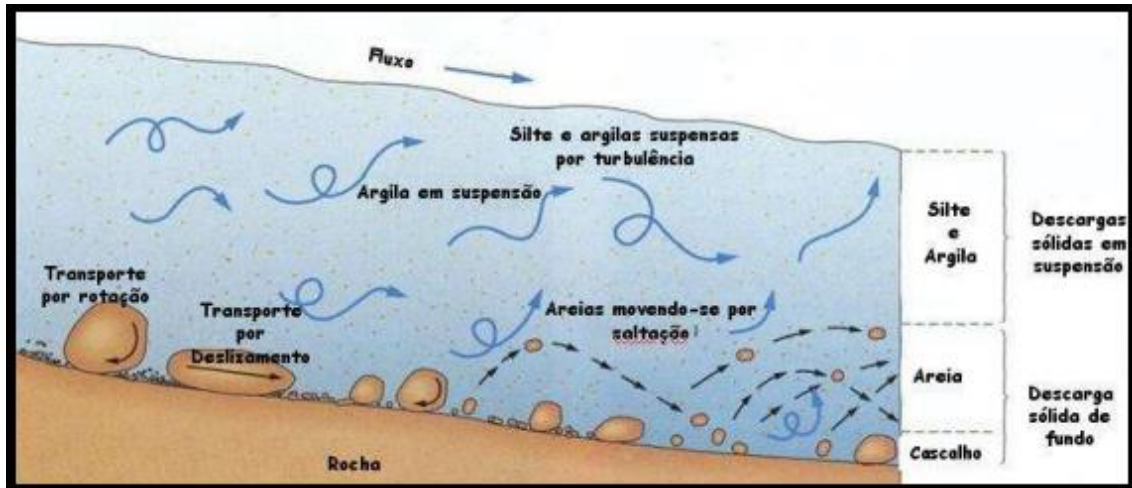


Figura 4: Formas de transporte de sedimentos.
Fonte Google/imagens – modificada, 2014.

3.5 RELAÇÃO ENTRE TURBIDEZ E PRECIPITAÇÃO EM ANALOGIA AOS SEDIMENTOS

O principal fator de controle de produção e transporte de sedimentos em suspensão em eventos de chuva é a precipitação (SEEGER et al., 2004).

A turbidez da água está atribuída principalmente às partículas sólidas em suspensão, que resultam na diminuição da claridade da mesma e reduzem a transmitância da luz (COSTA, 2007).

Conforme Coiado (2001), a estimativa da turbidez do escoamento é um dos artifícios indiretos para a determinação da vazão sólida em suspensão. O turbidímetro faz a determinação quantitativa da turbidez, sendo possível estabelecer uma correlação entre a intensidade luminosa registrada pela célula e a concentração do material em suspensão.

A carga sedimentar em um curso d'água em períodos de intensa precipitação é relativamente mais alta do que em outras épocas onde, a quantidade de carga sólida pode representar uma média de 70 a 90% do total de um ano hidrológico (CARVALHO, 2000), podendo chegar a 99% de toda a carga sólida transportada de um rio em eventos de maior pluviosidade (CHRISTOFOLLETTI, 1981).

Sun et al. (2001), destacam que para baixas concentrações de sedimentos, associadas a pequenas precipitações, as relações entre a turbidez e a concentração de sedimentos em suspensão apresentam menor variação principalmente quando

considera-se longos intervalos de tempo. E salientam que, são as maiores precipitações que carregam a maior parte da carga de sedimentos.

A precipitação influencia diretamente na relação entre a vazão e a qualidade de um corpo hídrico. Entretanto, de maneira especial no meio rural, é difícil estabelecer uma relação direta entre precipitação e qualidade de água, uma vez que diferentes intensidades de precipitação acarretam em diversas situações de impactos no solo, resultando em processos erosivos de diferentes graus, associando assim com o uso e ocupação das terras, umidade do solo e outros fatores que acabam desencadeando processos erosivos que aumentam a turbidez, a cor e o teor de matéria orgânica nas águas, uma vez que durante as precipitações predominam as entradas de água de escoamento superficial nos mananciais (FRITZSONS et al., 2003).

Santos et al. (2001) escrevem que “com a possibilidade de monitorar em tempo real a turbidez da água por meio de sensores automáticos é possível medir continuamente a variação do transporte de sedimentos no tempo”.

Para Werneck (1988), Valle e Silva (1999), a utilização de técnicas básicas de estatística para pré supor uma relação entre turbidez e precipitação, faz-se necessário uso de técnicas como, por exemplo, análises estatísticas, que por sua vez dão embasamento no estudo para determinar o melhor teste a ser executado conforme a necessidade de um resultado.

3.6 USO DO SOLO E DECLIVIDADE DO TERRENO

O uso do solo e a declividade do terreno tem importante contribuição na produção de sedimentos em uma microbacia. Para Zabatela et al. (2007) a disponibilidade de sedimento é fortemente relacionada com o uso do solo na microbacia.

A importância das estradas como fonte de produção de sedimentos em suspensão em corpos d'água foi analisada por Motha et al. (2001), concluíram que as estradas são as principais fontes de sedimentos em microbacias, e que estradas não pavimentadas podem ser a principal fonte de sedimentos nos rios durante evento de chuvas extremos.

Segundo Griebeler (2002), comenta que as estradas modificam as características originais do terreno, onde a capacidade de infiltração do solo e o percurso do escoamento superficial são alterados, podendo também, ocorrer o acúmulo de águas adjacentes a estrada, funcionando como um canal de drenagem.

Kang et al. (2001) fizeram experimentos sob chuva natural para avaliar os efeitos de vários tipos de uso do solo, declividade, precipitação e escoamento superficial sobre a produção de sedimentos em microbacias hidrográficas. Os locais com solo exposto tiveram produção de sedimento significativamente maior do que nos locais com agricultura.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho, foram necessárias elencar vários procedimentos desde o levantamento bibliográfico, aquisição de dados, processamento digital de imagem até o trabalho de campo.

Para a realização desta pesquisa, foram utilizados os seguintes materiais:

- Imagem de satélite RAPIDEYE de 09-04-2011, utilizando as cenas 2227908, 2227909, 2228008 e 2228009, com resolução espacial de 5 m e resolução espectral de 5 bandas (1, 2, 3, 4, 5);
- Aparelho de GPS (Global Position System) para marcação de pontos;
- Câmara fotográfica digital;
- Computador para armazenamento e processamento dos dados;
- Softwares como: Spring, Arc Gis, Paint, Bioestat 5.0, Past, Google Earth, Open Street Map, Word e Excel 2010.
- Os mapas digitais em formato shape oriundos do ITCG: Geologia, Geomorfologia, Solos, Clima e Fitogeografia.

4.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O trabalho foi desenvolvido na micromicrobacia do rio do Campo, localizado no município de Campo Mourão - PR. O rio Paraná possui afluente de grande porte como o rio Ivaí, que tem como seus principais afluentes o rio Mourão e o rio Corumbataí. Assim o rio Mourão possui como seu afluente o rio do Campo que foi o rio foco do trabalho. O abastecimento de água para a população da cidade é feito através da captação de água no Rio do Campo e também é um manancial de abastecimento de um lago artificial local para recreação que é o Parque Municipal Joaquim Teodoro de Oliveira, mais conhecido como Parque do Lago.

O município de Campo Mourão está localizado na região Centro-Oeste do estado do Paraná. O solo predominante é o Latossolo Vermelho distroférico, de textura argilosa e profundo. Na direção noroeste do município existem solos muito

férteis, de grande aptidão para sustentar intensa atividade agrícola. “Pedologicamente nos locais de ocorrência do basalto são encontrados Latossolos Vermelho, Nitossolos Vermelhos e, nas áreas de ocorrência do arenito, Latossolos Vermelho” (SOUZA, 2003). O solo é de origem do arenito Caiuá, constituída por arenitos avermelhados de granulometria média. O clima de Campo Mourão é classificado como Clima subtropical úmido mesotérmico (CAVIGLIONE et al., 2000).

O rio do Campo é confluyente de outros rios com suas nascentes e forma sua micromicrobacia, como pode ser observado na figura 5.

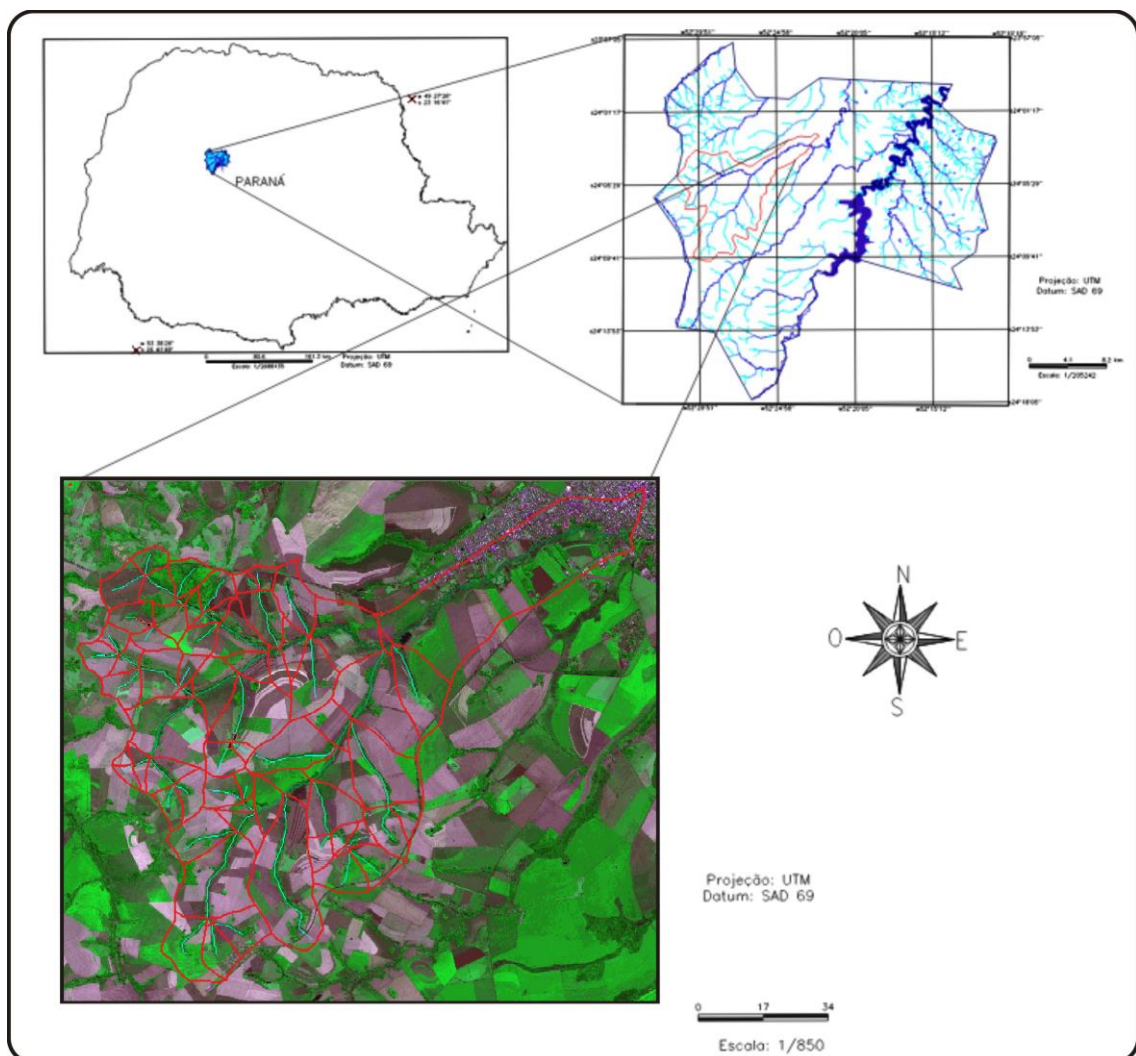
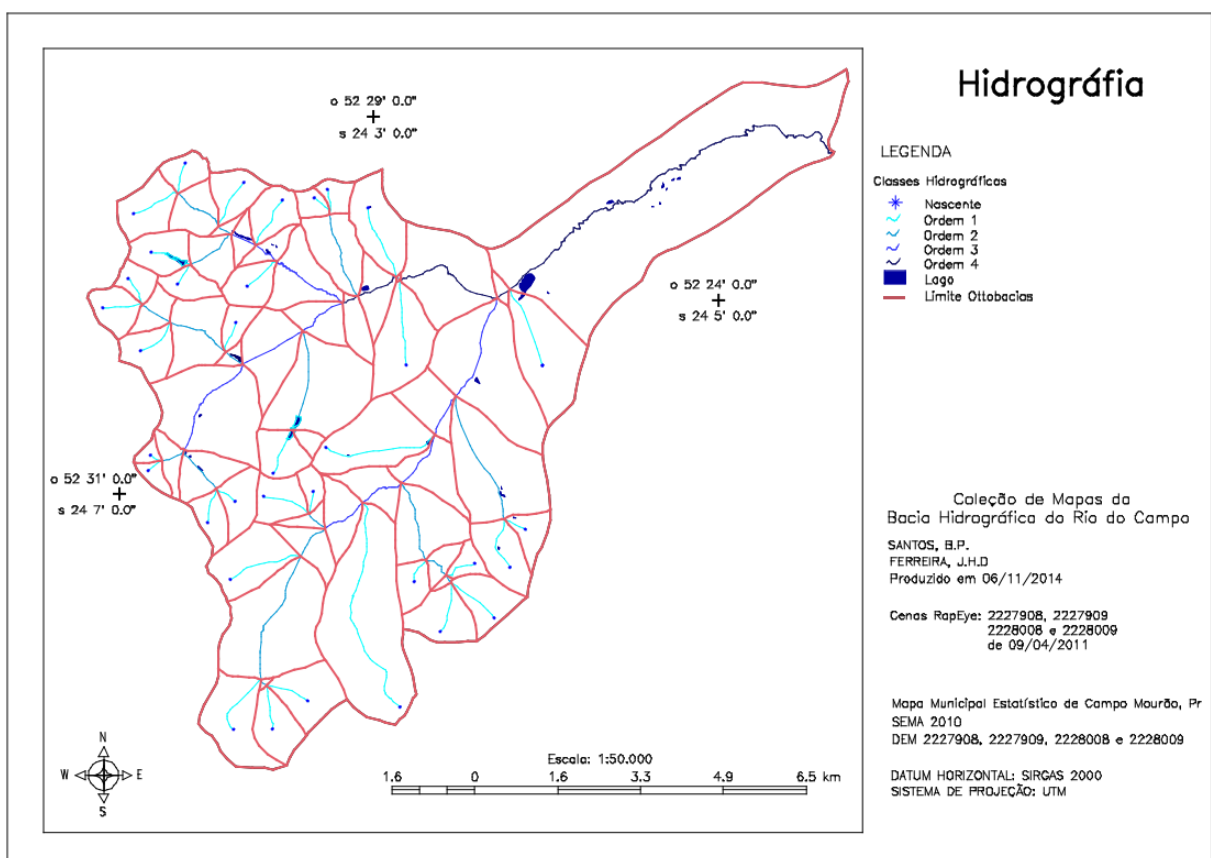


Figura 5: Localização da micromicrobacia do Rio do Campo no município de Campo Mourão-Pr.

Organização: SANTOS, B.P., 2014.

4.1.1 Hidrografia

A área que abrange o rio do Campo apresenta um conjunto de 35 nascentes, abrangendo uma ocupação de 87,928 m², sendo distribuídas em áreas urbanas e rurais. Das 35 nascentes, 34 estão localizadas dentro do limite do município de Campo Mourão - Pr, e 1 nascente pertence ao município de Araruna – Pr conforme figura 6. São encontradas 2 áreas urbanas sendo de Campo Mourão e o distrito de Piquirivaí.



**Figura 6: Mapa Hidrográfico da micromicrobacia do Rio do Campo no município de Campo Mourão-Pr.
Organização: SANTOS, B.P., 2014.**

4.1.2 Geologia

A área em estudo situa-se em uma transição geológica entre o Grupo Bauru Formação Caiuá e o Grupo São Bento, formação da Serra Geral, conforme pode ser analisado na figura 7.

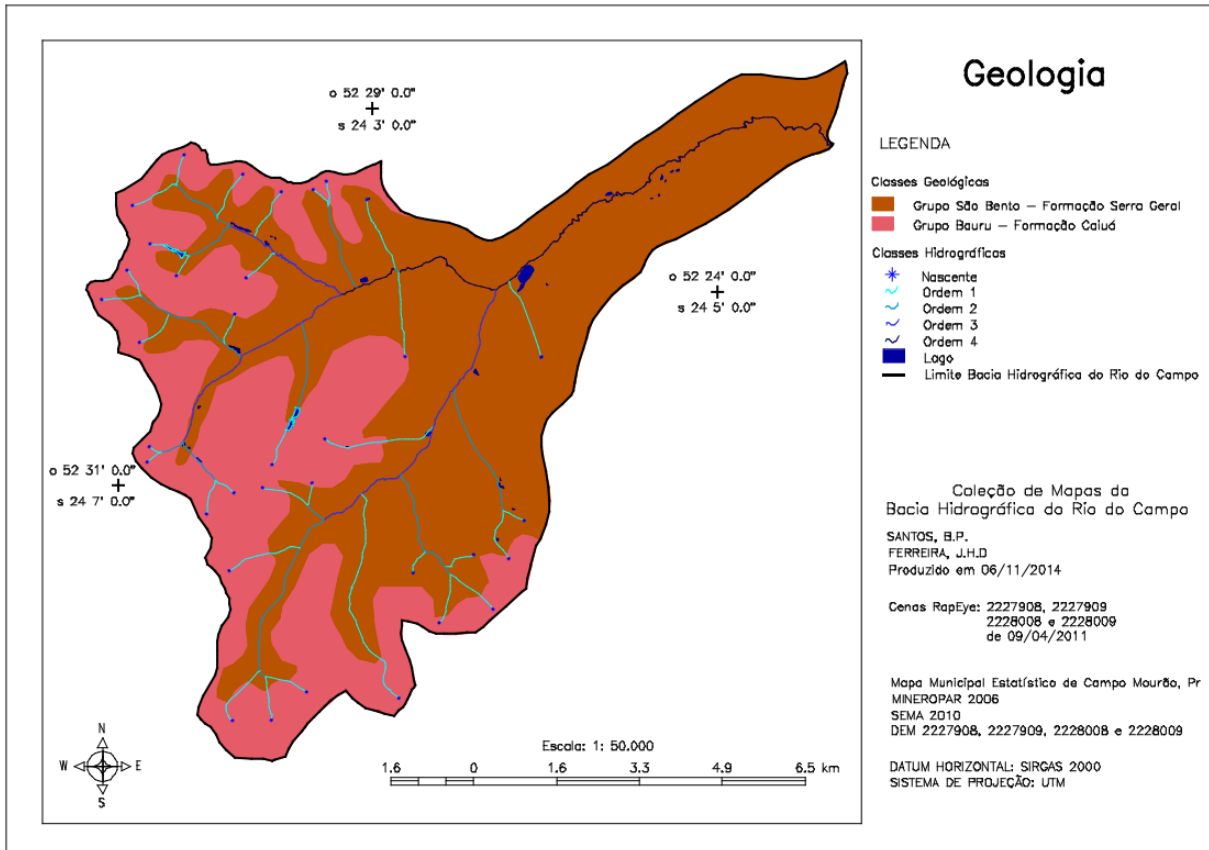


Figura 7: Mapa Geológico da micromicrobacia do Rio do Campo no município de Campo Mourão-Pr.

Organização: SANTOS, B.P., 2014.

4.1.3 Geomorfologia

Em termos geomorfológicos, a microbacia do rio do Campo está situada na unidade morfoestrutural Microbacia Sedimentar do Paraná e unidade morfoescultural Terceiro Planalto paranaense, pertencendo a sub-unidade morfoescultural Planalto de Campo Mourão, conforme figura 8 (MINEROPAR/UFPR, 2006). Esta sub-unidade são predominantemente topos aplainados e alongados, vertentes retilíneas e côncavas na base e vales em calha, modeladas em rochas da Formação Serra Geral (SANTOS et al., 2006).

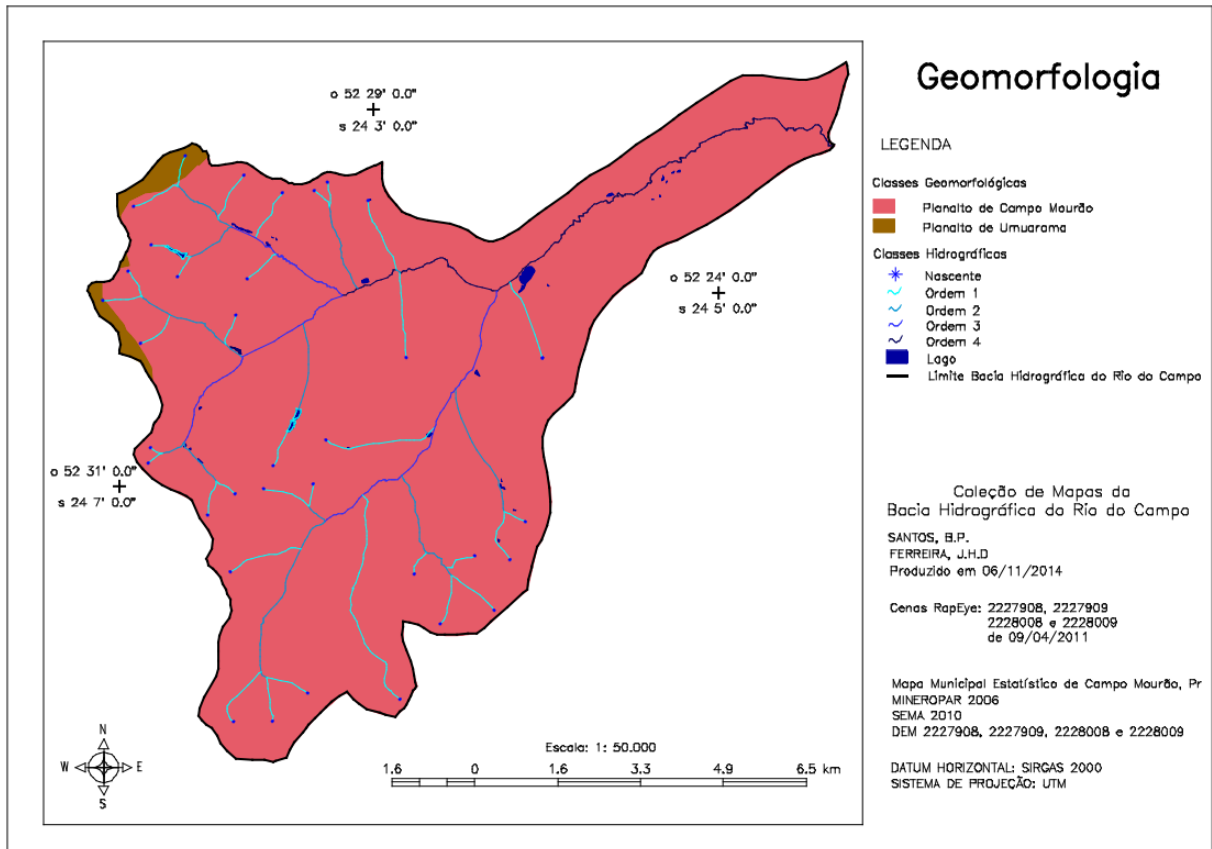
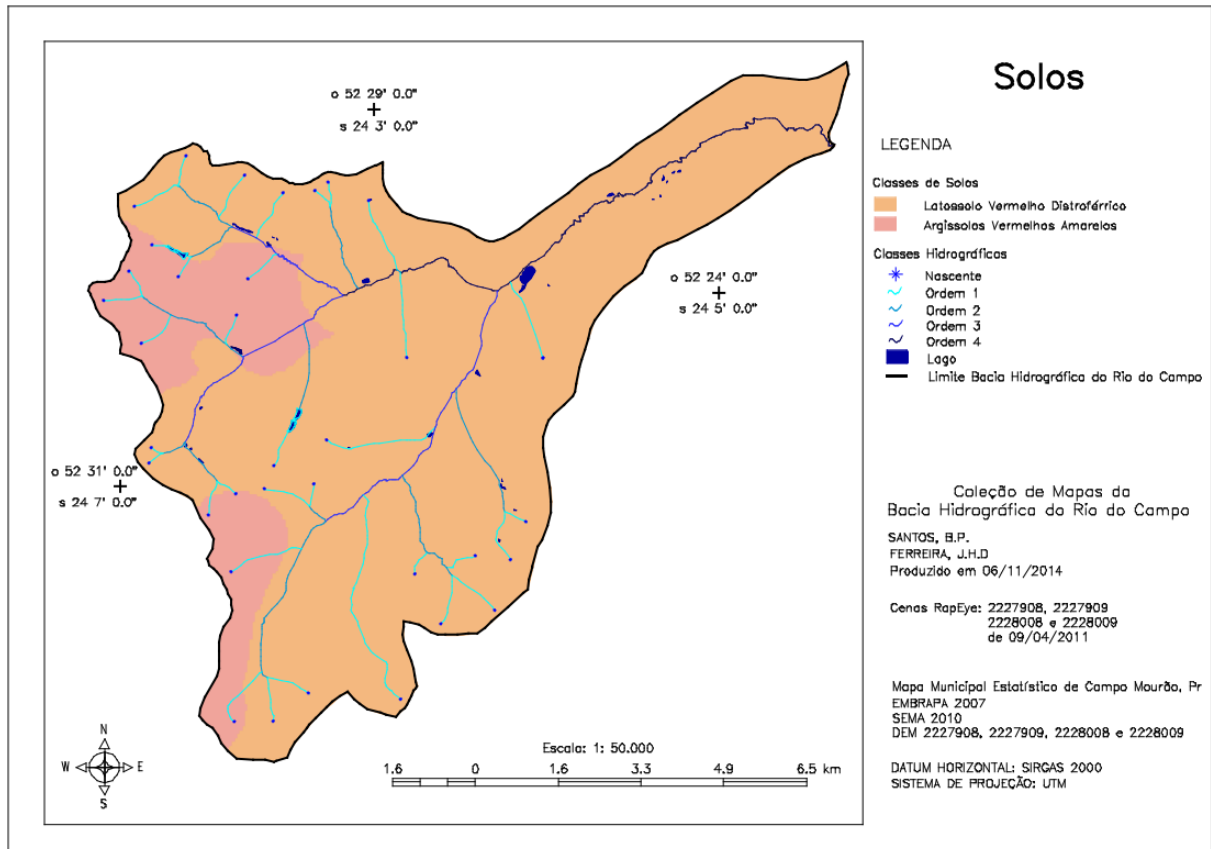


Figura 8: Mapa Geomorfológico da micromicrobacia do Rio do Campo no município de Campo Mourão-Pr. Organização: SANTOS, B.P., 2014.

4.1.4 Solos

Os solos predominantes na microbacia do rio do campo envolvem dois tipos de origem de decomposição das rochas: areníticas e basálticas como pode ser observado na figura 9, assim em locais de ocorrência do basalto e arenito são encontrados Latossolos Vermelhos Distroféricos de textura argilosa. Outra classificação de solo encontrada na microbacia foi o Argissolos Vermelhos Amarelos, sendo caracterizado pela presença de argila.



**Figura 9: Mapa de Solos da micromicrobacia do Rio do Campo no município de Campo Mourão-Pr.
Organização: SANTOS, B.P., 2014.**

4.1.1.5 Textura do Solo

A textura do solo refere-se à proporção de areia, silte e argila do solo. A área de estudo apresenta uma variação de categorias sendo de Arenosa Média, Média e Argilosa, como pode ser observado na figura 10. A textura mais encontrada foi a de Argilosa.

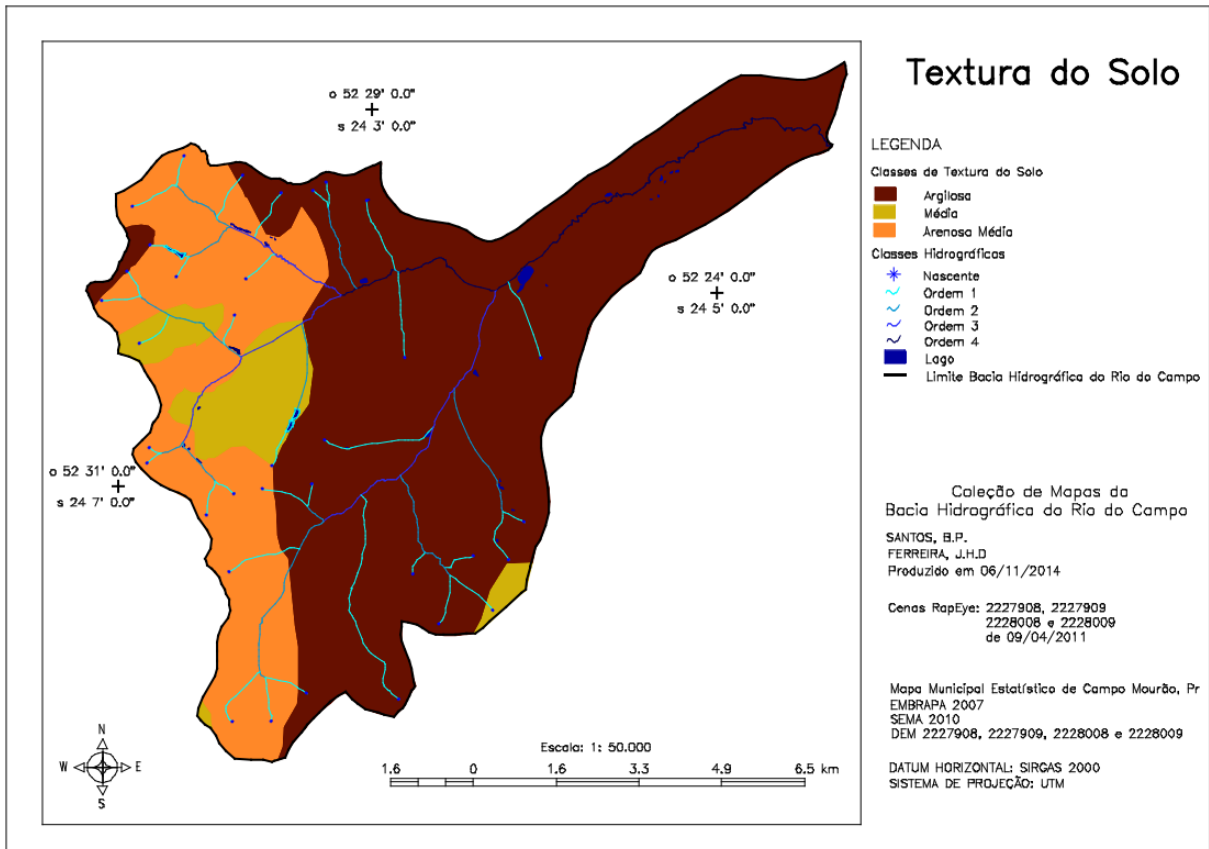


Figura 10: Mapa da Textura do Solo da micromicrobacia do Rio do Campo no município de Campo Mourão-Pr. Organização: SANTOS, B.P., 2014.

4.1.6 Hipsometria e Declividade

Foram criados mapas hipsométricos e de declividade da microbacia. As classes hipsométricas obtidas variaram entre 540 a 740 metros referentes ao nível do mar como observado na figura 11. A declividade por sua vez encontram-se em 4 faixas como pode ser observado na figura 12. Através do Spring, verificou-se que o valor máximo de declividade observado na microbacia foi de 20-40 % de declividade sendo esta classificada como forte ondulado. Deste modo conclui-se que a área de estudo há o predomínio de declividades referentemente baixas, não caracterizando áreas montanhosas e escarpadas.

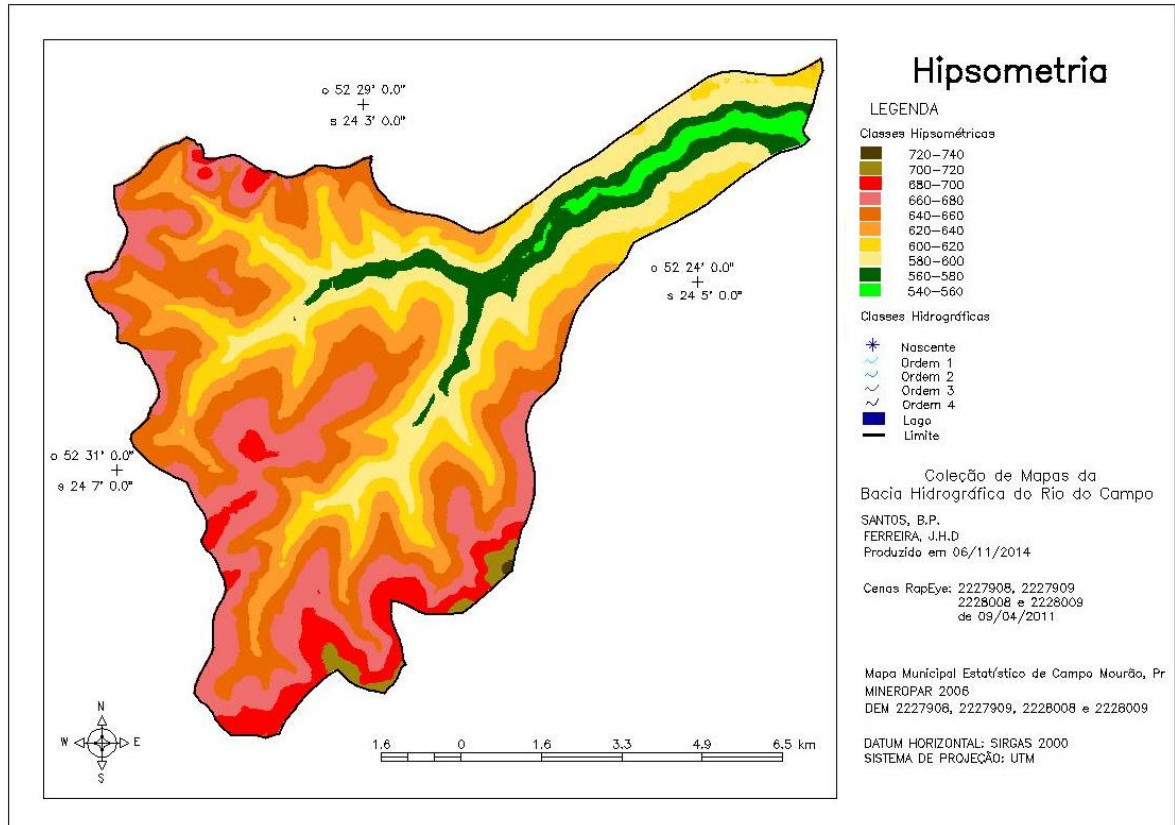


Figura 11: Mapa de Hipsometria da micromicrobasin do Rio do Campo no município de Campo Mourão-Pr. Organização: SANTOS, B.P., 2014.

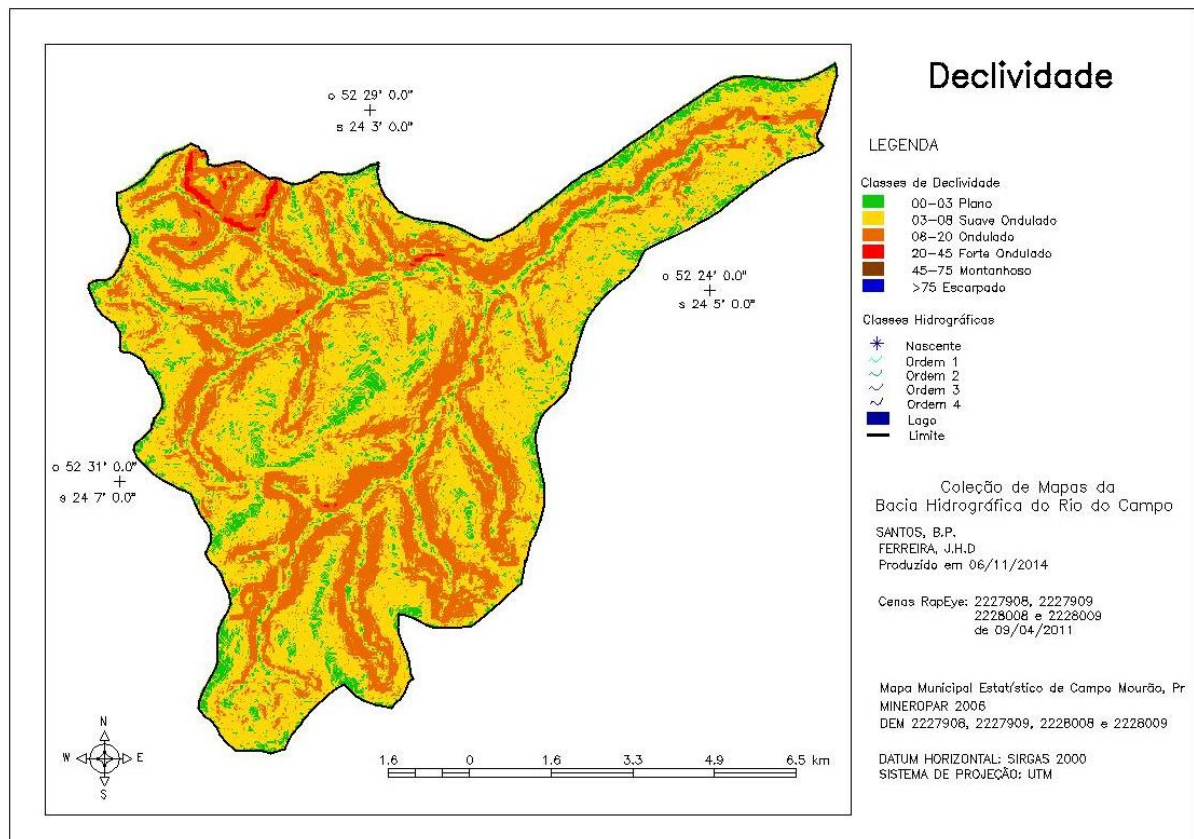


Figura 12: Mapa da Declividade da micromicrobasin do Rio do Campo no município de Campo Mourão-Pr. Organização: SANTOS, B.P., 2014.

4.1.7 Clima

Segundo a classificação climática de Köopen (1948), a região em que o Rio do Campo se encontra possui clima subtropical úmido (Cfa) alcançando temperaturas no mês mais frio inferiores a 18°C com geadas pouco freqüentes e estação sem seca definida. Possui verões quentes com temperaturas superiores a 22°C no mês mais quente (CAVIGLIONE et al., 2000). Outra classificação foi a Cfb caracterizada por clima temperado úmido e uma faixa de transição entre essas categorias Cfa/Cfb, conforme figura 13.

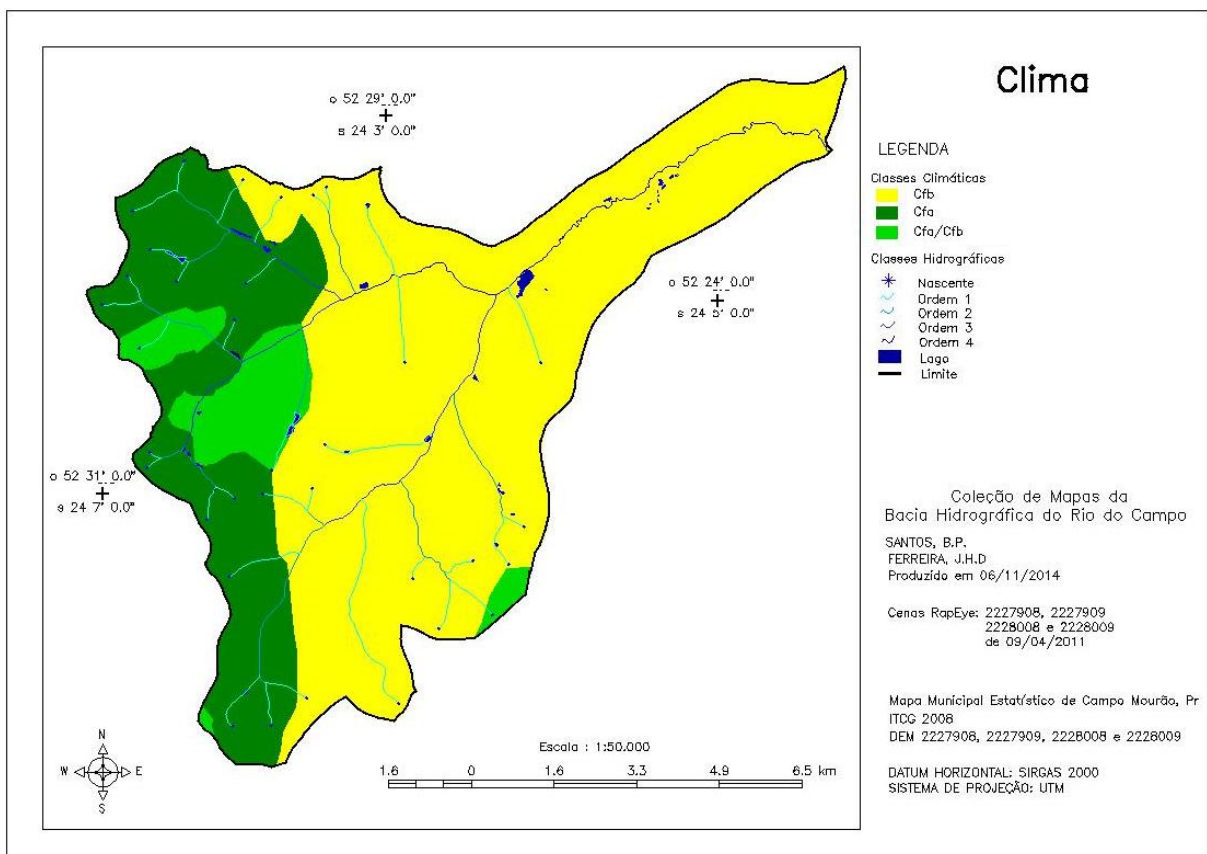


Figura 13: Mapa Climático da micromicrobacia do Rio do Campo no município de Campo Mourão-Pr. Organização: SANTOS, B.P., 2014.

4.1.8 Fitogeografia

A vegetação predominante no município de Campo Mourão, segundo Roderjan et al. (1993), é um enclave de Floresta Ombrófila Mista Montana com Floresta Estacional Semidecidual Submontana. A Floresta Ombrófila Mista Montana,

mais conhecida como Floresta com Araucaria, este Subgrupos de formação está circunscrito a uma região de clima pluvial subtropical, ocorrendo abaixo do Trópico de Capricórnio. As duas formações estão presentes sobre solos como Latossolo, Argissolo, Cambissolo e Neossolo Litólico. A partir da análise da figura 14, pode ser encontrada na bacia do rio do campo uma mancha do cerrado que é encontrado na região de Campo mourão. O cerrado possui uma rica biodiversidade, sendo o segundo maior bioma brasileiro.

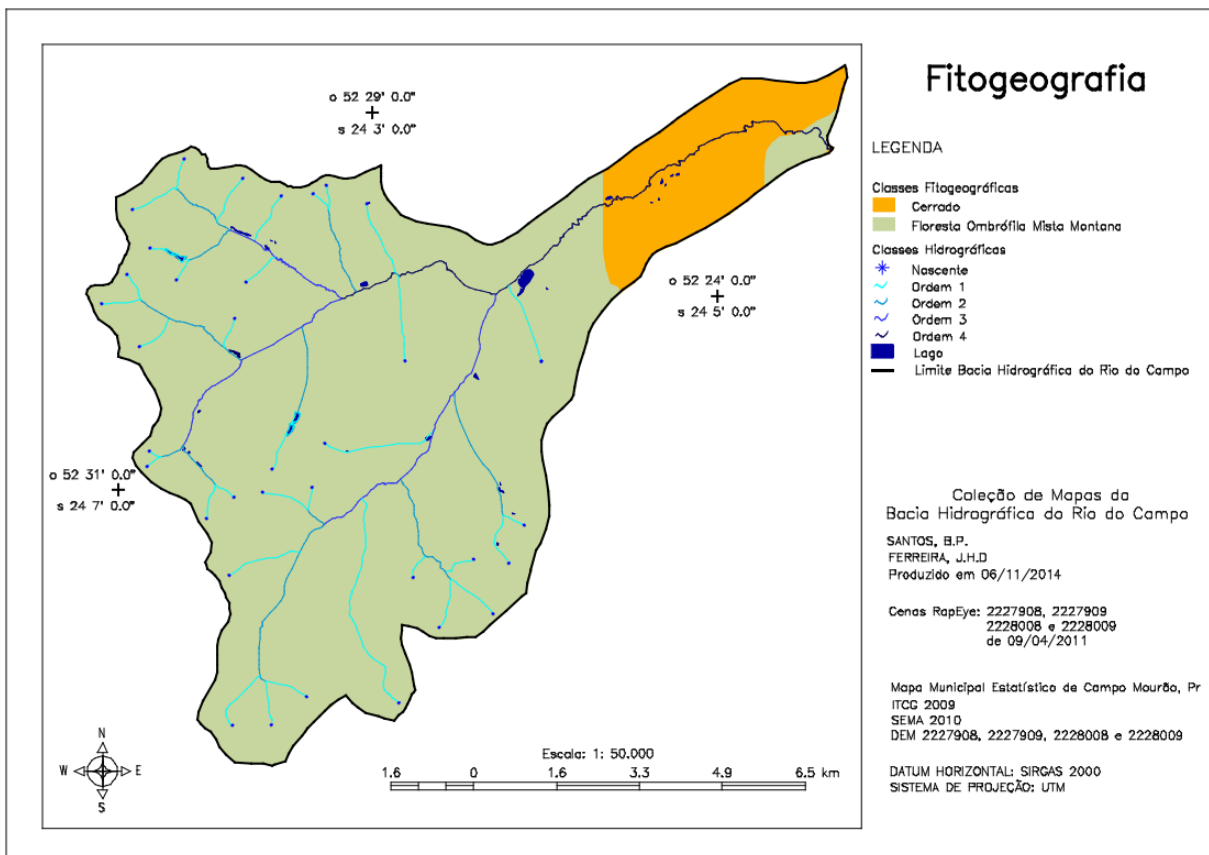


Figura 14: Mapa Fitogeográfico da micromicrobacia do Rio do Campo no município de Campo Mourão-Pr. Organização: SANTOS, B.P., 2014.

4.2 PROCESSAMENTO DE DADOS NO SPRING

O trabalho utilizou o enfoque sistêmico como método de abordagem, sendo desenvolvido em etapas distintas. Primeiramente foram realizadas coletas de informações da área no site da Geo Catálogo MMA que disponibilizam as imagens dos satélites RapidEye para posteriormente serem feitas o processamento das mesmas. Mas o acesso é somente para instituições governamentais cadastradas.

As informações do Modelo Digitais do Terreno (M.D.T) consiste em uma ferramenta que em conjunto com outras informações sobre a localidade em questão dão origem aos Sistemas de Informação Geográfica e o conjunto de técnicas utilizadas em seu tratamento é denominado Geoprocessamento. Em geral, utiliza-se "softwares" específicos que combinam um banco de dados com o tratamento e processamento de imagens e mapas. Para trabalhar com esses mapas foi utilizado o aplicativo Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas (Spring) na versão 5.2.6.

Após a obtenção da imagem, foi realizado um pré-processamento digital da imagem. Em seguida foi feita a segmentação da imagem para resultar em uma classificação do uso do solo da área em estudo, destacando os seguintes dados: Área Urbanizada, Área de Mineração, Cultura Temporária, Cultura Permanente, Pastagem, Silvicultura, Floresta, Campestre, Corpos d'Água e Solo Exposto, estão embasadas na metodologia do "Sistema de Classificação da Cobertura e do uso da Terra" proposto pelo Manual Técnico do Uso da Terra (IBGE, 2006). O método de identificação dessas áreas foi de interpretação visual em tela do computador.

4.3 PROCESSAMENTO DE DADOS PARA ESTATÍSTICA

Com os dados de turbidez fornecidos pelo órgão público Sanepar, e dados de Precipitação fornecidos pelas estações meteorológicas de Campo Mourão e Mamborê, foram testados quanto a homocedasticidade ou normalidade e em seguida foi realizado um teste de variância entre os dados. Após foi realizado teste de correlação linear e analisadas com o gráfico de dispersão que foi gerado, acrescentando uma linha de tendência para uma melhor análise. Por último foi realizado o teste de regressão para a completa análise da dependência das variáveis.

Para uma apropriada execução do software Bioestat 5.0 foi utilizado o manual do bioestat "Aplicações Estatísticas nas Áreas das Ciências Bio-Médicas". A análise estatística foi realizada com auxílio do software Bioestat 5.0 (AYRES et al., 2007).

4.4 TRABALHO DE CAMPO

Ao longo do desenvolvimento da pesquisa foram realizados trabalhos de campo para coleta de dados e informações. O início das atividades foi em março de 2014 e finalizado em fevereiro de 2015, caracterizado por várias visitas ao local de estudo para um reconhecimento dos limites e das características da área. Foi realizado aquisições de material fotográfico para posteriores análises e comprovações dos quesitos que foram levantados no trabalho.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 DIVISÃO EM SUB-MICROBACIAS DE CONTRIBUIÇÃO

Na etapa referente a modelagem hidrológica, a microbacia do Rio do Campo foi dividida em 67 sub-microbacias (Figura 15), onde cada parte contribui para o carregamento de sedimento em uma parcela do rio. Ela é definida pelo relevo, considerando-se como divisores de água.

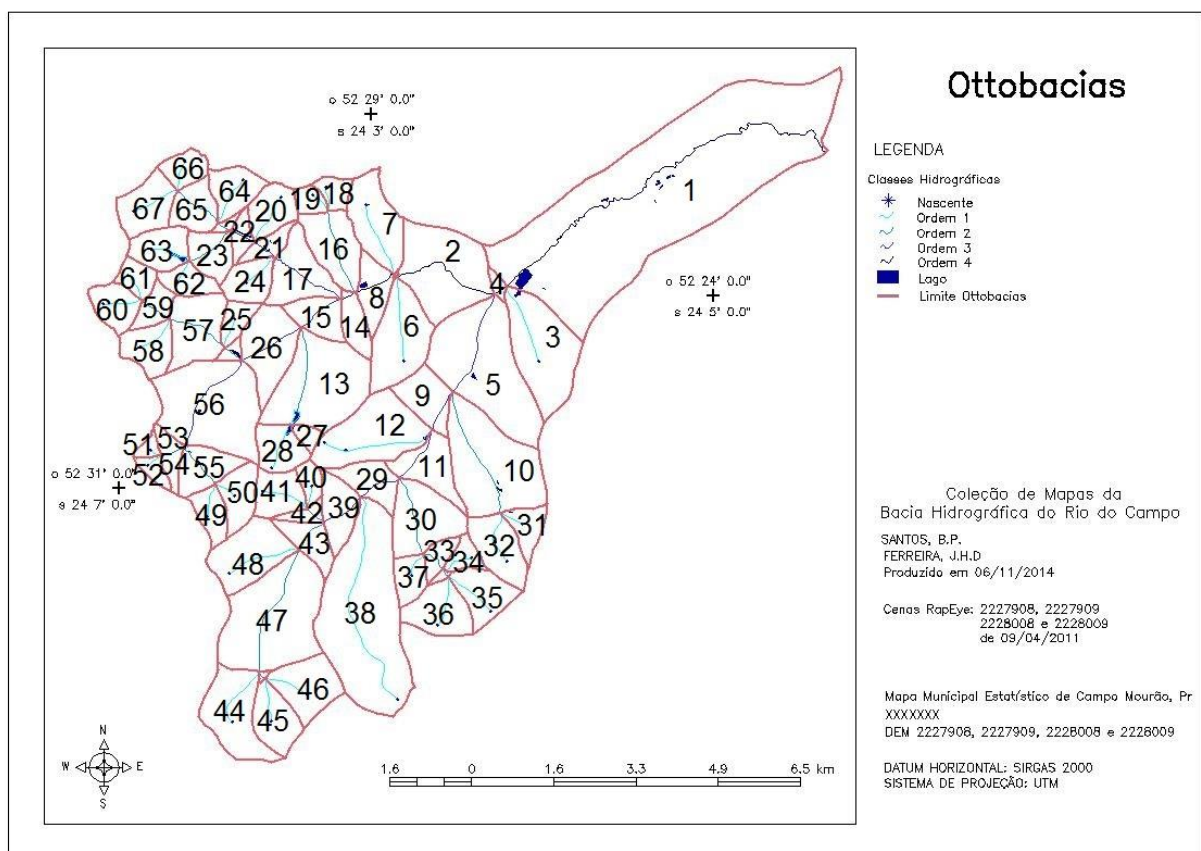


Figura 15: Mapa da divisão em sub-microbacias de contribuição da micromicrobacia do Rio do Campo no município de Campo Mourão-Pr. Organização: SANTOS, B.P., 2015.

5.2 MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Na figura 16 é apresentado o mapa de uso e ocupação da terra, onde foram estabelecidas as seguintes classes: área urbanizada, floresta, pastagem, silvicultura, cultura temporária e área descoberta.

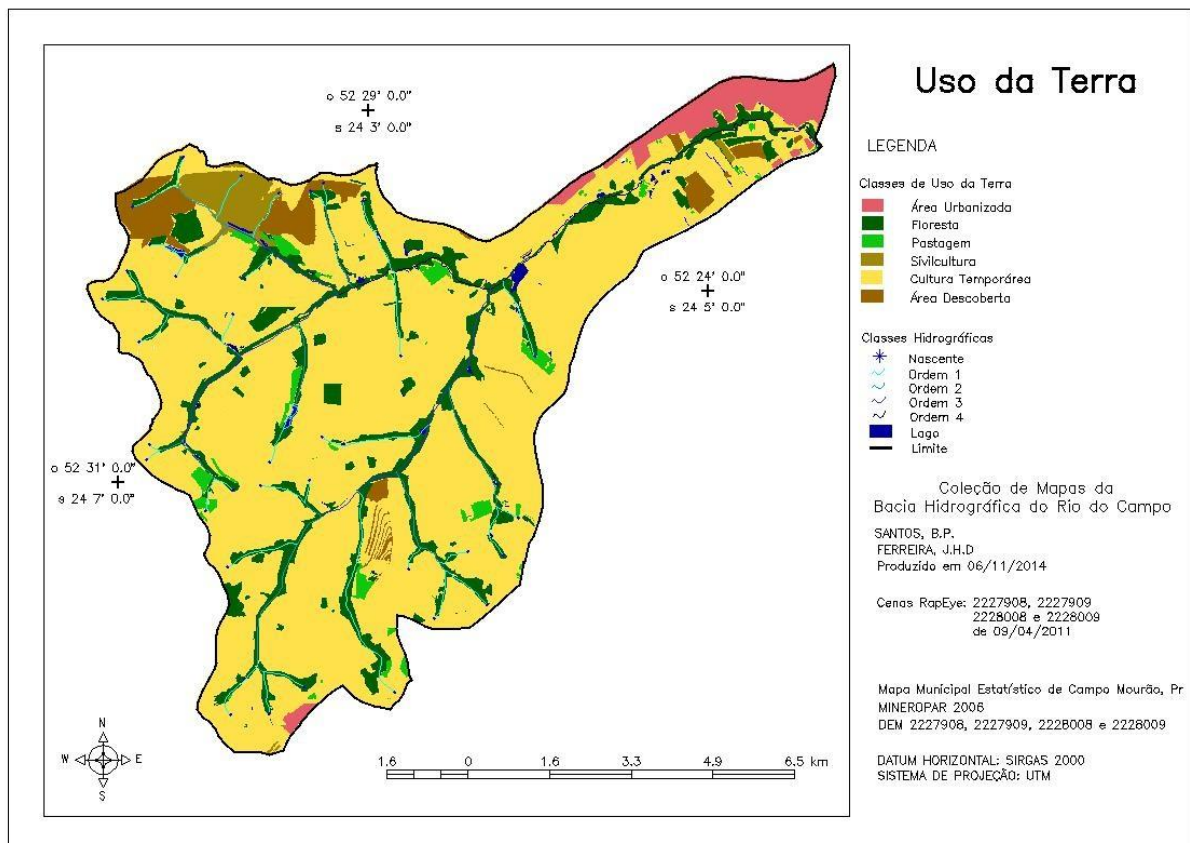


Figura 16: Mapa de uso e ocupação da terra da microbacia do Rio do Campo no município de Campo Mourão-Pr. Organização: SANTOS, B.P., 2015.

Na tabela 1 é apresentada a ocorrência das classes de uso e ocupação da terra, em porcentagem. Verifica-se que as áreas de floresta correspondem a 12,08% do território, sendo representadas principalmente por remanescentes florestais junto aos cursos d'água e por áreas protegidas (Área de Preservação Permanente).

As áreas classificadas como pastagem perfazem 1,82 % da microbacia. Estas correspondem à região de pecuária e regiões cobertas por gramíneas.

A classe de silvicultura configura-se como sendo o uso de reflorestamento de *eucalyptus* SP, onde estas abrangem 2,16% da microbacia. Com ocorrências em extensas áreas com plantios homogêneos e de rápido crescimento.

As culturas agrícolas predominantes são as de soja e milho, sendo classificadas como culturas temporárias, ocorrendo em 75,93 %. Não sendo encontradas áreas de cultura permanente.

A classe área urbanizada ocorre em uma pequena área da microbacia com 3,79 %, correspondendo ao perímetro urbano Campo Mourão e o distrito de Piquirivaí.

Em relação às áreas de área descoberta, estas correspondem a 3,81 % da microbacia, sendo caracterizadas principalmente por terrenos na fase de preparo para o plantio, bem como por estradas rurais sem asfalto que não é pavimentada,

Tabela 1. Uso do solo na microbacia hidrográfica do rio do Campo.

Uso do Solo	Área (Km ²)	Percentual
Área Urbanizada	3,3333	3,79%
Cultura Temporária	66,7701	75,93%
Pastagem	1,6022	1,82%
Silvicultura	1,9063	2,16%
Floresta	10,6219	12,08%
Corpos D'água	0,3386	0,38%
Área Descoberta	3,3556	3,81%

5.3 ÍNDICES PLUVIOMÉTRICOS DE CAMPO MOURÃO E MAMBORÊ

A figura 17 apresenta a localização das estações de monitoramento dos índices pluviométricos de Campo Mourão e Mamborê, onde é registrado o volume de chuvas que ocorreu na área de estudo no ano de 2011.

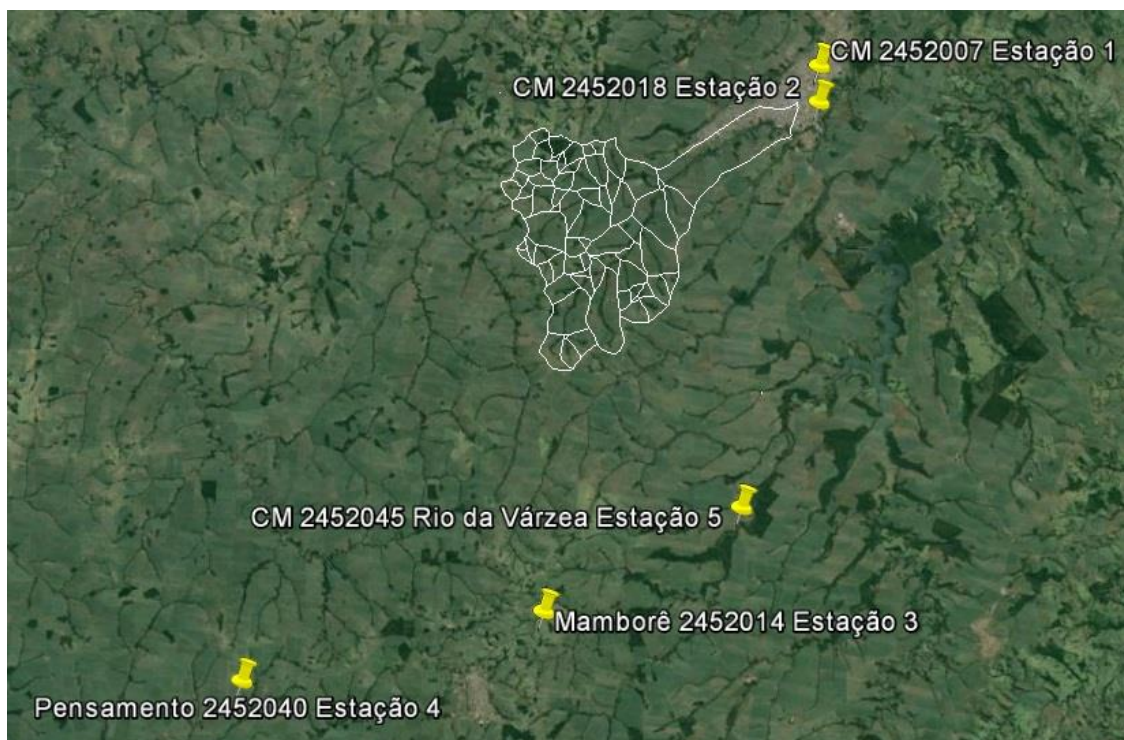


Figura 17: Localização das estações pluviométricas. Fonte: SANTOS, B.P. 2015.

5.4 PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS

Os padrões de entrada de sedimentos na microbacia hidrográfica do Rio do Campo, detectados por satélite são difíceis de validar porque a largura do corpo d'água escolhido para a realização do estudo é de baixa espessura, o que dificulta uma análise e uma interpretação das respostas das imagens de satélite. O que pôde ser realizado foi uma identificação dos pontos onde existe o corpo d'água e a presença de estradas não pavimentada, que cruzava o rio, como pode ser observado na figura 18.

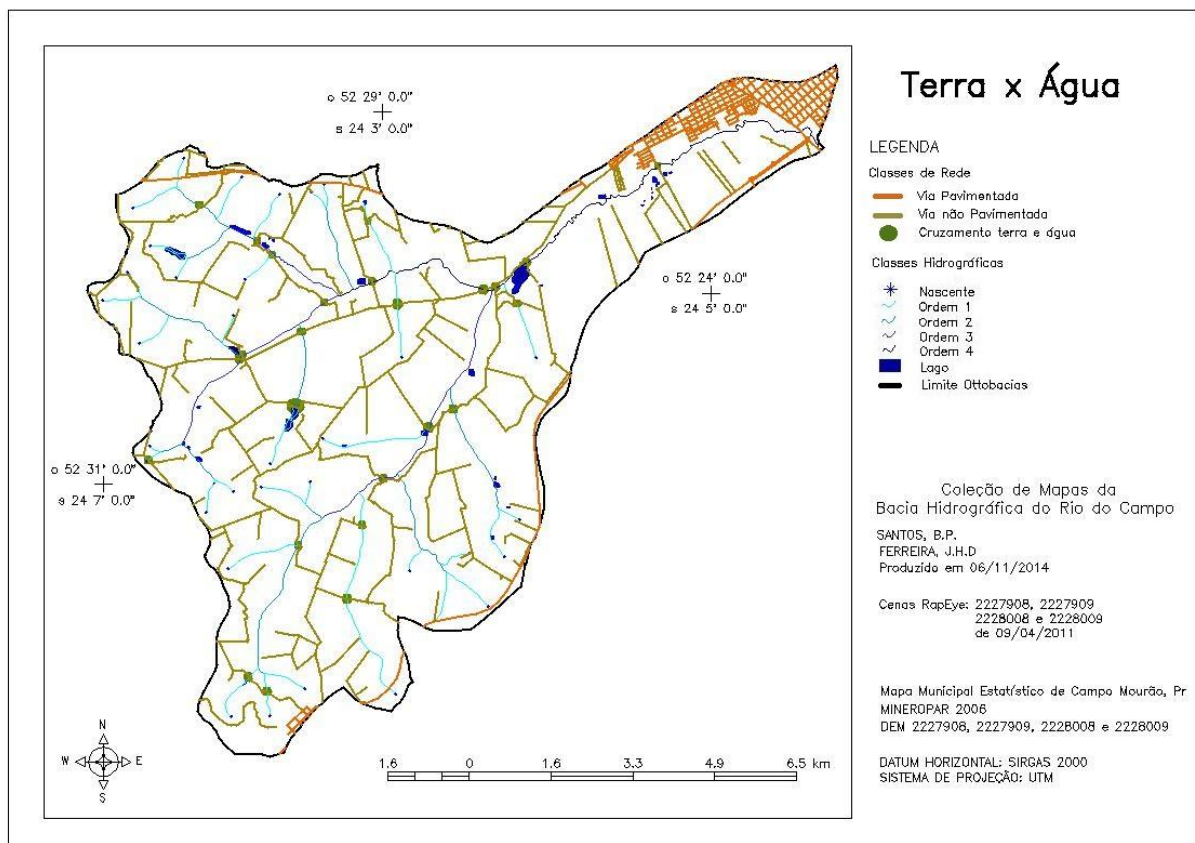


Figura 18: Mapa de encontros de estradas rurais e corpos d'água. SANTOS, B.P., 2015.

As estradas rurais são estruturas rurais viárias importantes para o desenvolvimento rural econômico em suas determinadas regiões. Para Cunha (2011), as estradas rurais exercem influência significativa no transporte de sedimentos para os cursos d'água em microbacias hidrográficas. Assim através da figura 18 foi possível fazer uma inferência de pontos onde estão acontecendo um escoamento e transporte de sedimentos para dentro da microbacia em estudo.

Dentro da área em estudo foi analisado pela imagem de satélite uma nascente que já não existe mais como pode ser observado na figura 19. As curvas de níveis apresentam água em formas de poças que seriam vestígios da nascente que existia neste lugar. Nesta área foi realizada uma retirada de toda a mata ciliar, assim a nascente deixou de existir.



Figura 19: Ausência de mata ciliar em uma nascente. Organização: SANTOS, B.P., 2015.

Outras áreas em desacordo com as leis ambientais foram registradas por Silva (2014), onde foram analisadas 3 nascentes e todas foram encontradas fora das especificações ambientais, onde foram coletados dados das medidas de APP, mas com riscos de assoreamento devido a erosão no entorno e encontrado erosões e ineficiência de terraceamentos, como pode ser observado na figura 20.



Figura 20: Presença de erosão em forma de sulcos. Fonte: Letícia B. da Silva (2014).

Foi encontrado também um cemitério desativado (Figura 21) próximo de uma das nascentes, e esta mesma nascente serve como fonte de abastecimento de água para o distrito de Piquirivaí – Pr.



Figura 21: Cemitério próximo a uma nascente. Organização Santos, B. P., 2015.

Existe também a presença de uma ravina na estrada de acesso a uma nascente (Figura 22). Esta ravina encontra-se em processo de erosão, havendo épocas de chuvas intensas, ela poderá resultar em uma futura voçoroca.



Figura 22: Ravina próxima de uma nascente em Piquirivaí-Pr. Fonte Santos, B. P., 2015.

5.5 TESTES ESTATÍSTICOS

As tabelas 2 a 13 presentes no Apêndice descrevem os dados utilizados nas análises estatísticas.

O primeiro teste a ser realizado foi o teste de normalidade das amostras, onde o próprio nome diz que significa verificar se a variável da qual as amostras foram tiradas segue uma distribuição normal ou não. Como a amostra analisada possui um k amostral igual a 365 foi escolhido o teste de normalidade de Lilliefors, onde foram criadas as seguintes hipóteses:

H_0 : as amostras apresentam normalidade em suas distribuições;

H_1 : as amostras não apresentam normalidade em suas distribuições;

Nível de decisão: $\alpha = 0.05$

A figura 23 detalha o resultado do teste de normalidade de Lilliefors. O teste de Lilliefors mostra como resultado anormalidade em todas as amostras estudadas cujos valores de p correspondem a < 0.01 , respectivamente.

	- 1 -	- 2 -	- 3 -	- 4 -	- 5 -	- 6 -
Tamanho da amostra =	365	365	365	365	365	365
Desvio máximo =	0.3154	0.3965	0.3446	0.3628	0.4097	0.4083
Valor crítico (0.05) =	0.0464	0.0464	0.0464	0.0464	0.0464	0.0464
Valor crítico (0.01) =	0.0540	0.0540	0.0540	0.0540	0.0540	0.0540
p(valor)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01

Figura 23: Teste de Normalidade de Lilliefors.

O segundo teste realizado foi o teste de análise de variância One Way Anova, sendo uma técnica para comparar a variação entre as médias de vários grupos com a variação dentro dos grupos. Os resultados obtidos do teste One Way Anova estão expostos na figura 24, com as seguintes hipóteses:

- H_0 : as amostras apresentam médias iguais;
- H_1 : as amostras não apresentam médias iguais;

<input type="checkbox"/> Repeated measures						
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p(same)	
Between groups:	1.13307E06	5	226614	142.3	6.206E-131	
Within groups:	3.47832E06	2184	1592.64			
Total:	4.61139E06	2189				
omega^2:	0.2439					
Levene's test for homogeneity of variance, based on means: p(same) = 1.532E-63						
Based on medians: p(same) = 1.172E-32						
Welch F test in the case of unequal variances: F=30.53, df=1010, p=5.567E-29						
Residuals						
Tukey's pairwise comparisons:						
Q \ p(same)						
	Turbidez	Precip. Estac	Precip. Estac	Precip Estac	Precip. Estac	Precip. Estac
Turbidez		2.034E-05	2.034E-05	2.034E-05	2.034E-05	2.034E-05
Precip. Estac	29.26		1	1	1	1
Precip. Estac	29.25	0.008656		1	1	1
Precip Estac	29.15	0.1102	0.1015		1	1
Precip. Estac	29.14	0.1236	0.1149	0.01338		1
Precip. Estac	29.29	0.02767	0.03633	0.1378	0.1512	

Figura 24: Teste de Variância One Way Anova .

Anova produz uma estatística F, onde ela representa o tamanho da diferença entre os grupos em função do tamanho da variação dentro de cada grupo. O p-valor é de 5,567E-29, que é menor que o nível de significância de 0,05, assim podemos rejeitar a hipótese nula.

Com os resultados obtidos no teste de variância One Way Anova foi gerado o gráfico 1, onde pode ser observado que a linha de tendência apresenta uma “Boa Forma”.

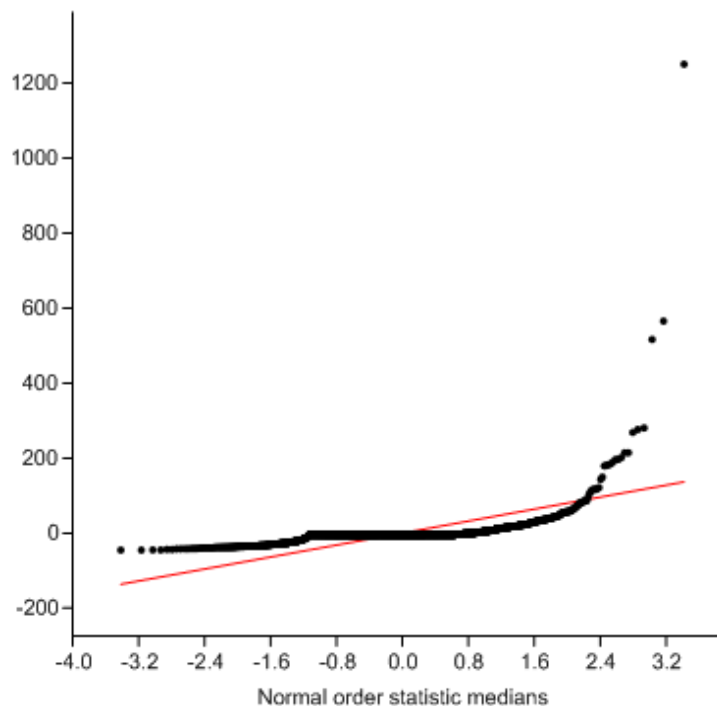


Gráfico 1: Gráfico do teste de One Way Anova

O terceiro teste estatístico realizado foi o teste de coeficiente de correlação Pearson (r), onde os resultados podem variar de +1 a -1. O sinal indica direção positiva ou negativa do relacionamento e o valor sugere a força da relação entre as variáveis. A tabela 2 representa os valores obtidos da análise de correlação da amostra turbidez em relação com a precipitação obtida de cada estação de captação de valores de precipitação obtidas para o estudo.

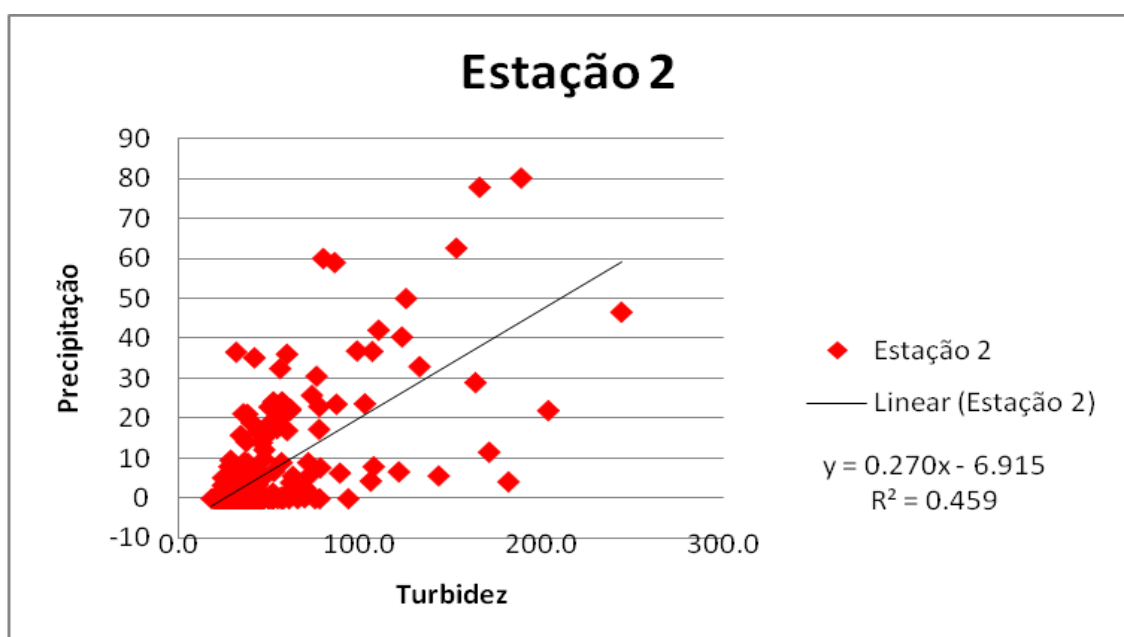
Tabela 2: Resultado da análise de correlação das estações pluviométricas.

Correlação	Estação 1	Estação 2	Estação 3	Estação 4	Estação 5
r (Pearson)	0.5286494	0.67814214	0.59980246	0.52443767	0.5078806

A correlação mais significativa observada foi a correlação que existe entre os valores de turbidez com a estação 2, onde o valor de correlação obtido chegou mais próximo de 1 positivamente em relação aos outros resultados, sendo este valor de 0,67814214.

Com estes mesmos valores foram gerados gráficos de dispersão, O coeficiente de determinação, também chamado de R^2 , é uma medida de ajustamento de um modelo estatístico linear generalizado, como a regressão linear, em relação aos valores observados. O R^2 varia entre 0 e 1, indicando, em porcentagem, o quanto o modelo consegue explicar os valores observados. Quanto maior o R^2 , mais explicativo é modelo, melhor ele se ajusta à amostra. o R^2 mais significativo mantém-se o da estação 2, com um valor de 0,459 como pode ser observado na gráfico 2, isso significa que 45,9 % da variável dependente consegue ser explicada pelos regressores presentes nas amostras.

Os gráficos das estações 1, 4 e 5 estão expostos no Apêndice B, sendo assim apresentado somente os dois mais significativo, sendo ele a estação 2 e a 3.

**Gráfico 2: Gráfico de dispersão da Estação pluviométrica 2.**

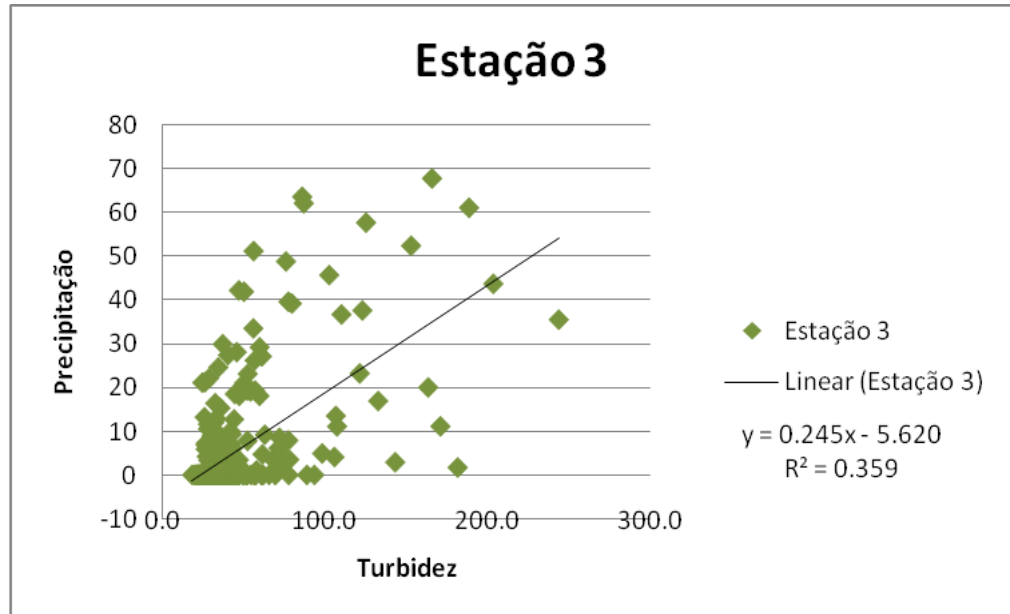


Gráfico 3: Gráfico de dispersão da Estação pluviométrica 2.

Como ultimo teste estatístico foi realizada uma análise de regressão, para uma relação entre duas ou mais variáveis. No teste de regressão a finalidade é determinar a dependência de uma variável em relação à chamada variável independente ou preditora como pode ser analisado na figura 25. Foram criadas as seguintes hipóteses:

- H_0 : Não há uma dependência entre a variável turbidez e precipitação na microbacia hidrográfica do rio do campo;
- H_1 : Há uma dependência entre a variável turbidez e precipitação na microbacia hidrográfica do rio do campo;

Fontes de variação	GL	SQ	QM
Regressão	5	504618.5711	100923.7142
Erro	359	2723821.9049	7587.2476
Total	364	3228440.4760	---
F Regressão (5, 359) =	13.3018	---	---
(p) =	< 0.0001	---	---
Coef. de determinação múltipla (R ² _{yy}) =	0.1563	---	---
F R ² _{yy} (5, 359) =	16.6735	---	---
(p) =	< 0.0001	---	---
R ² _{yy} ajustado =	0.1446	---	---
Coef. de correlação múltipla (R _{yy}) =	0.3954	---	---
Intercepto (a) =	48.2474	t = 9.4619	p < 0.0001
Coef. parcial de regressão (b1) =	1.1514	t = 1.7230	p = 0.0874
Coef. parcial de regressão (b2) =	1.0958	t = 1.3021	p = 0.1953
Coef. parcial de regressão (b3) =	0.6706	t = 0.8455	p = 0.3995
Coef. parcial de regressão (b4) =	0.1254	t = 0.2038	p = 0.8389
Coef. parcial de regressão (b5) =	0.7589	t = 1.4545	p = 0.1483
Comparação: Coef. (b1) e Coef. (b2) =	---	t = 0.0416	p = 0.9669
Comparação: Coef. (b1) e Coef. (b3) =	---	t = 0.4940	p = 0.6222
Comparação: Coef. (b1) e Coef. (b4) =	---	t = 1.1450	p = 0.2544
Comparação: Coef. (b1) e Coef. (b5) =	---	t = 0.4339	p = 0.6652
Comparação: Coef. (b2) e Coef. (b3) =	---	t = 0.3045	p = 0.7613
Comparação: Coef. (b2) e Coef. (b4) =	---	t = 0.8646	p = 0.3889
Comparação: Coef. (b2) e Coef. (b5) =	---	t = 0.3277	p = 0.7437
Comparação: Coef. (b3) e Coef. (b4) =	---	t = 0.4549	p = 0.6500
Comparação: Coef. (b3) e Coef. (b5) =	---	t = -0.0830	p = 0.9340
Comparação: Coef. (b4) e Coef. (b5) =	---	t = -0.7304	p = 0.4665
Variável dependente =	Coluna 1	---	---
Y' = a + b1X1 + b2X2 + ... + biXi			

Figura 25: Resultado do teste de Regressão.

Como pode ser analisado o valor de p é menor que 0,05 e o F(regressão) de 13,3018, sendo um valor significativo rejeitando assim a hipótese nula e aceitando a hipótese alternativa, dizendo que há uma dependência entre a variável turbidez e precipitação na microbacia hidrográfica do rio do campo, pois conforme a precipitação aumenta também aumentará a turbidez da água, pois um depende do outro.

5.6 ANÁLISE DE GRÁFICOS DE PRECIPITAÇÃO E TURBIDEZ

O Gráfico 4, é referente aos dados coletados do mês de Janeiro de 2011. Com análise do gráfico pode-se perceber que a estação 2 e 3 representa valores mais significativos relacionado com a turbidez, assim dando embasamento e confirmação ao teste de correlação apresentado na tabela 14. Quando analisado o gráfico 4, pode-se conferir que os valores referentes à precipitação na estação 2 aparecem com um atraso de 1 dia, significando que a à uma distribuição de chuvas convectivas (Chuvas de Verão), onde as mesmas são chuvas de intensidades altas mas são localizadas.

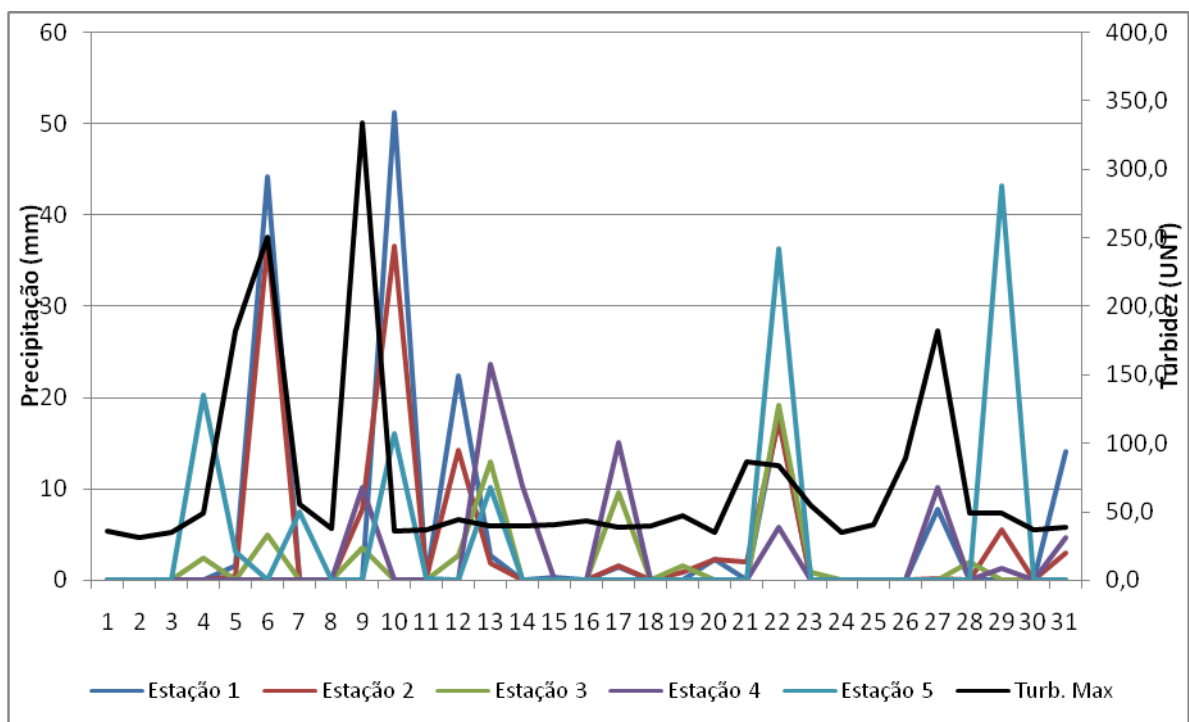


Gráfico 4: Dados referentes a janeiro/ 2011 das estações pluviométricas com a turbidez.

Para o gráfico referente a fevereiro (Gráfico 5), a análise segue como referencia as descrições dos dados obtidos em janeiro, mas no inicio do mês até o seu meio mostrou dados das estações 4 e 5 como dados que mostram uma correlação com a turbidez, assim pode-se concluir que as chuvas deram-se de forma localizadas mais próximas das estações 4 e 5 tornando-as como resultados significativos. Lembrando ainda que as estações 2 e 3 também apresentam essa relação entre seus valores com turbidez, pois os picos de valores de precipitações mostram picos próximos com a turbidez também.

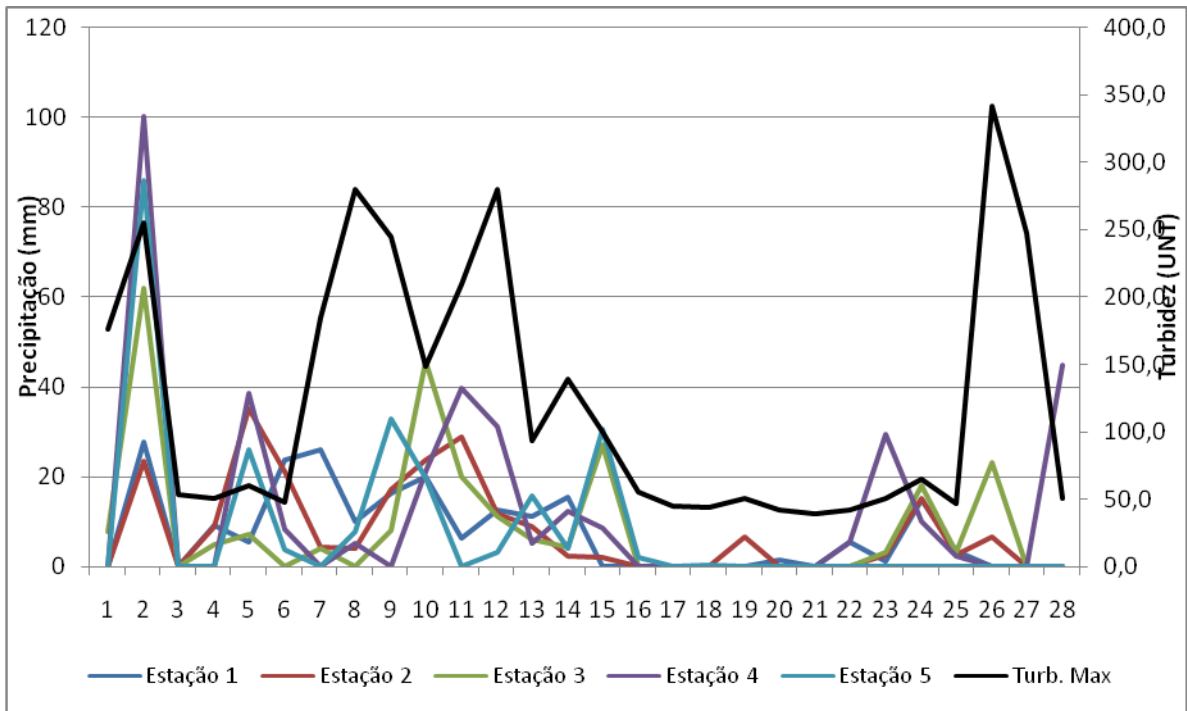


Gráfico 5: Dados referentes a fevereiro/2011 das estações pluviométricas com a turbidez.

Para os dados utilizados em março o gráfico 6 demonstrou exatamente que no dia em que começou a chover em todas estações, os valores referentes a turbidez acompanharam os dados de precipitação aumentando gradativamente juntos. Um atraso foi observado no final do mês onde em todas as estações marcaram aumento de valores na precipitação, mas a turbidez começou a ser significativamente alterada somente 3 dias após os picos de precipitação

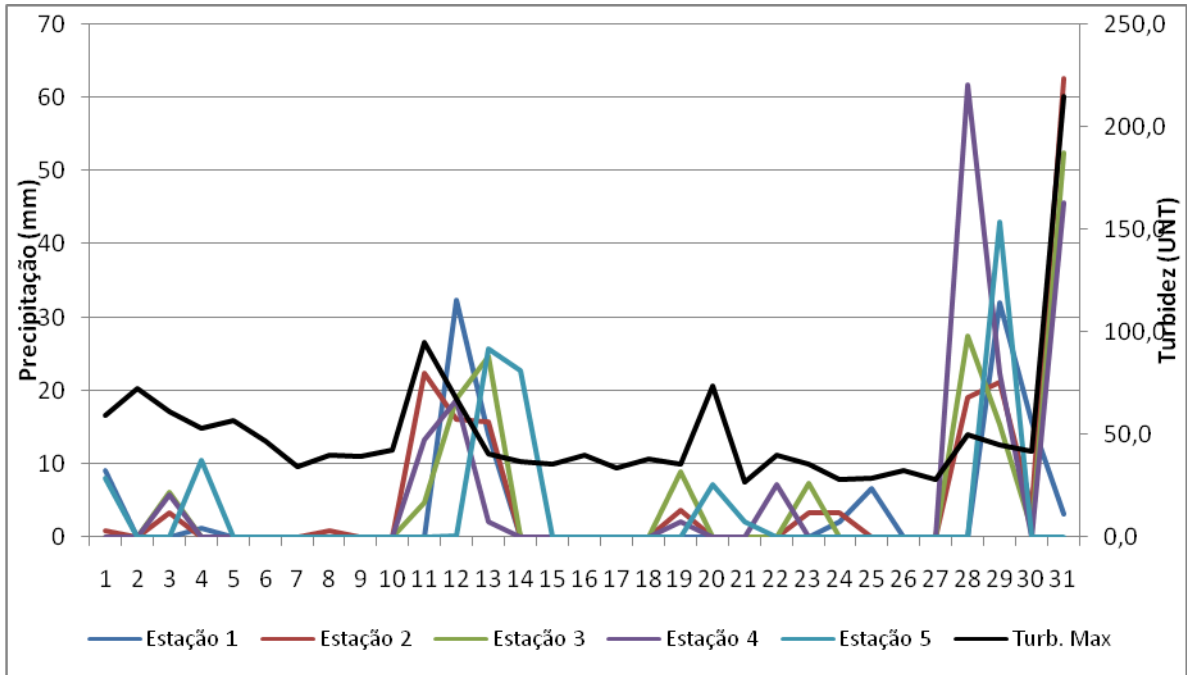


Gráfico 6: Dados referentes a março/2011 das estações pluviométricas com a turbidez.

Para o gráfico 7, houve uma relação entre as estações 2 e 3 com a turbidez. A estação 2 que se localiza abaixo da microbacia (Figura 17) usando como referência o sentido que corre o rio, é observado que a turbidez começa a alterar antes que a precipitação nesta estação comece a se alterar também , assim conclui-se que esse atraso é referente a localização da estação estar a jusante da microbacia. Assim a estação 3 que fica a montante da microbacia seus dados são alterados primeiro para em seguida os dados de turbidez começarem a ser alterados.

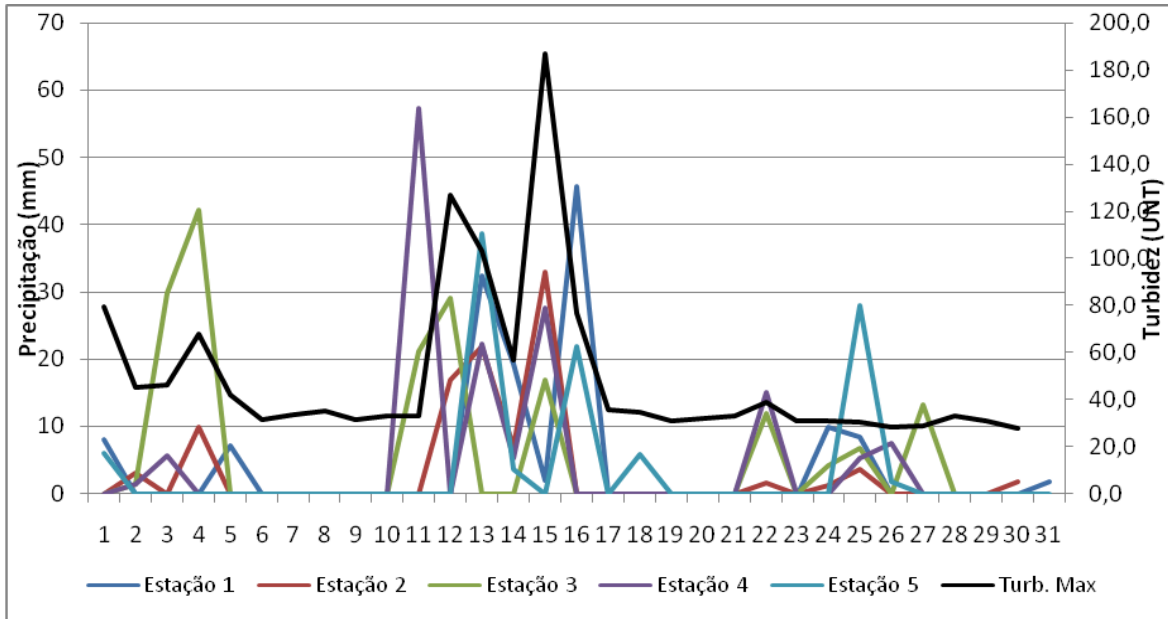


Gráfico 7: Dados referentes a abril/2011 das estações pluviométricas com a turbidez.

O gráfico referente a maio (Gráfico 8), pode-se perceber uma falha na relação entre os dados de turbidez e precipitação das estações, percebendo que seria necessário dados referentes a precipitação nas margens à esquerda da microbacia, pois não existem estações assim também não existem dados que podem ser adquiridos dessa região, tornando esse gráfico pouco significativo para a relação entre turbidez e precipitação das estações existentes.

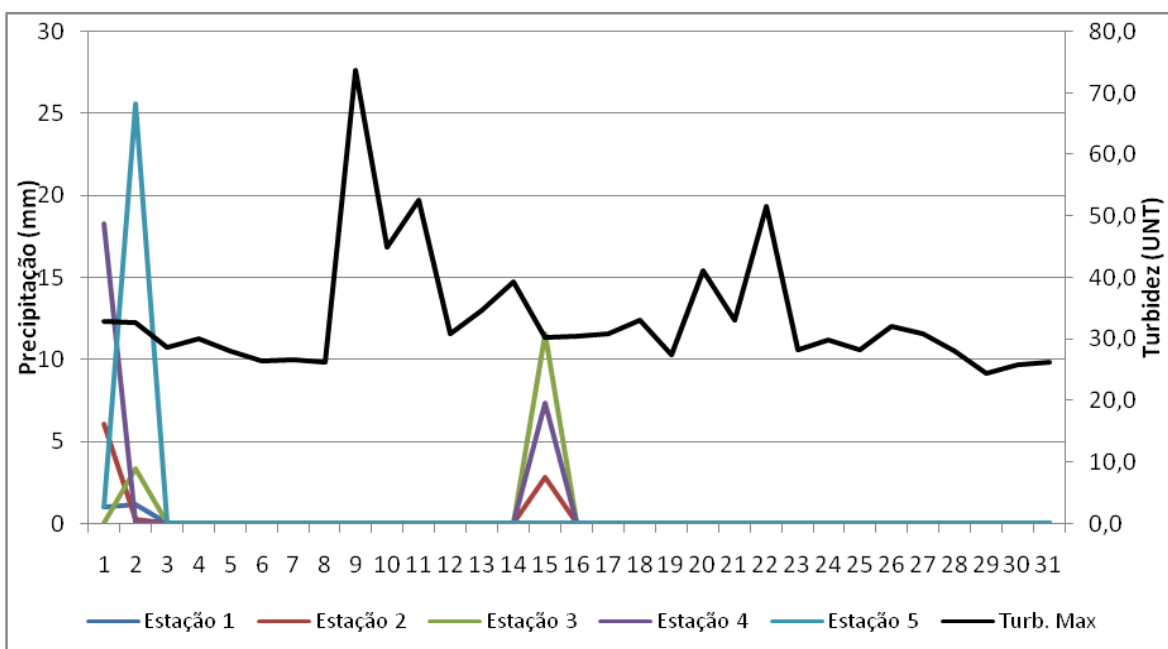


Gráfico 8: Dados referentes a maio/2011 das estações pluviométricas com a turbidez.

O Gráfico de junho, percebe-se que os dados voltam a relacionar com a precipitação, sendo elas mais significativas para as estações 2 e 3 com seus picos de elevações de precipitação relacionando quase que perfeitamente junto com a variação da turbidez. Assim pode-se concluir que foram chuvas concentradas em todas as estações ao mesmo tempo resultando assim no gráfico 9. A distribuição das chuvas de inverno é descrita como chuva frontal que são de massas de ar úmidas normalmente vindas de sul ou sudeste, caracterizadas por serem de massas grandes e se movimentam rápido e concentram-se em vastas áreas, podendo ser concentrada em todas as estações ao mesmo tempo.

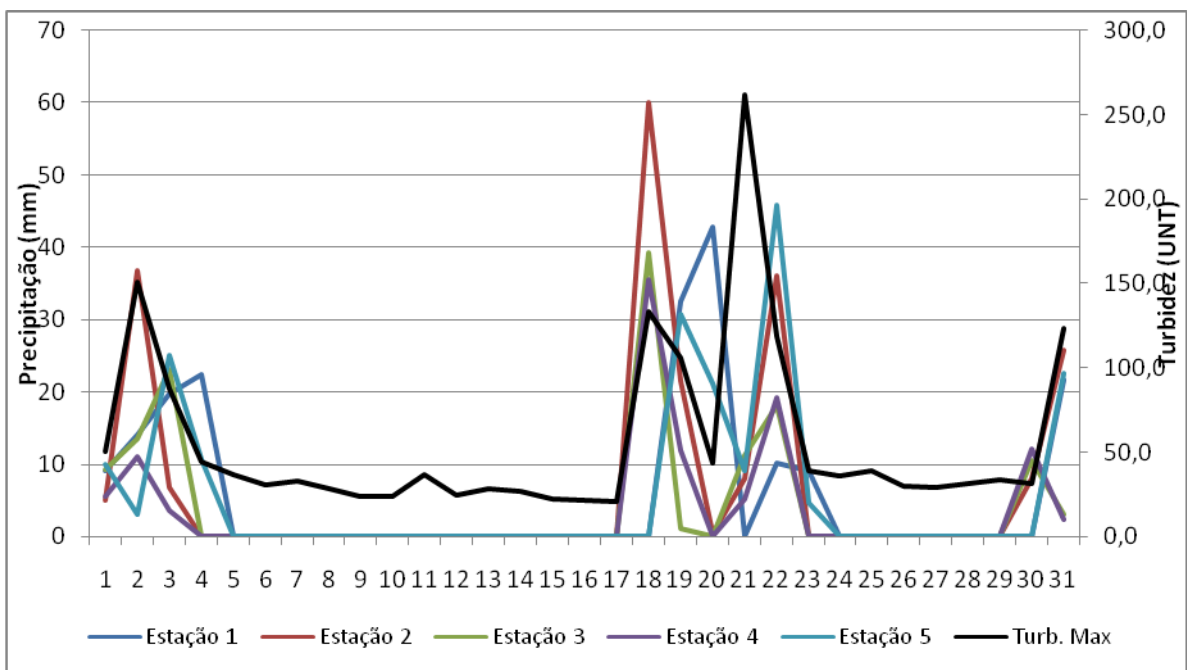


Gráfico 9: Dados referentes a junho/2011 das estações pluviométricas com a turbidez.

Com o gráfico de julho (Gráfico 10), demonstra uma pouca relação dos dados de precipitação das estações com a turbidez, concluindo-se que as estações referentes ao inverno podem estar influenciando diretamente nas relações entre esses dois parâmetros e também podem referir-se aos dados inexistentes da margem esquerda da microbacia.

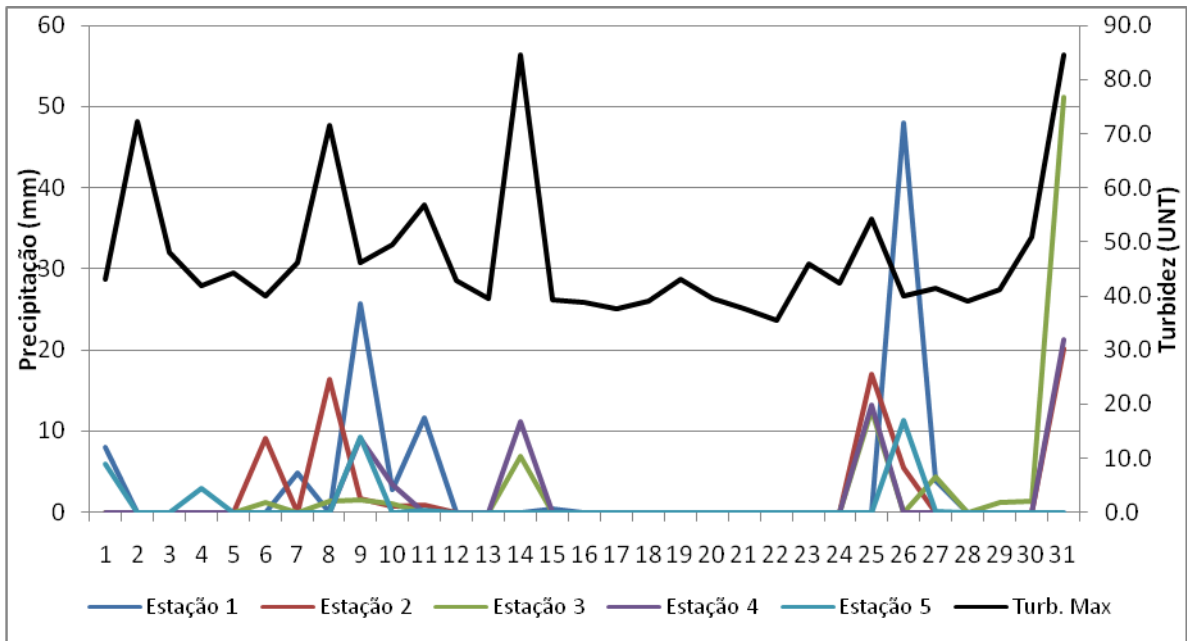


Gráfico 10: Dados referentes a julho/2011 das estações pluviométricas com a turbidez.

O gráfico referente a agosto (Gráfico 11), foi possível analisar uma relação das estações com a alteração da turbidez, sendo contribuído para o aumento da turbidez uma ajuda de todas as estações estudadas. Mas há um pico entre os dias 27 e 30 de agosto onde esse pico ocorre sem a variação de precipitação, assim pode ser influenciado por ocorrências nas margens esquerda da microbacia, onde os dados seriam necessários para afirmar essa hipótese.

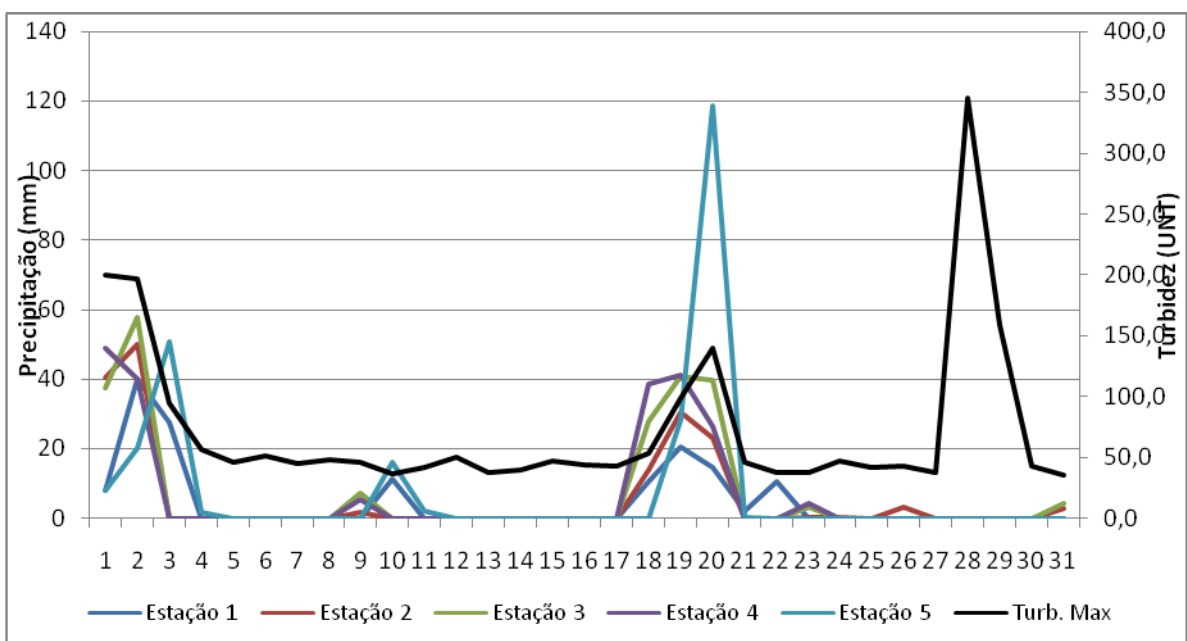


Gráfico 11: Dados referentes a agosto/2011 das estações pluviométricas com a turbidez.

Para o gráfico gerado em setembro (Gráfico 12) os dados conferem com as alterações de precipitação e turbidez, exceto entre os dias 15 à 18 onde a turbidez varia sem haver alterações de precipitação.

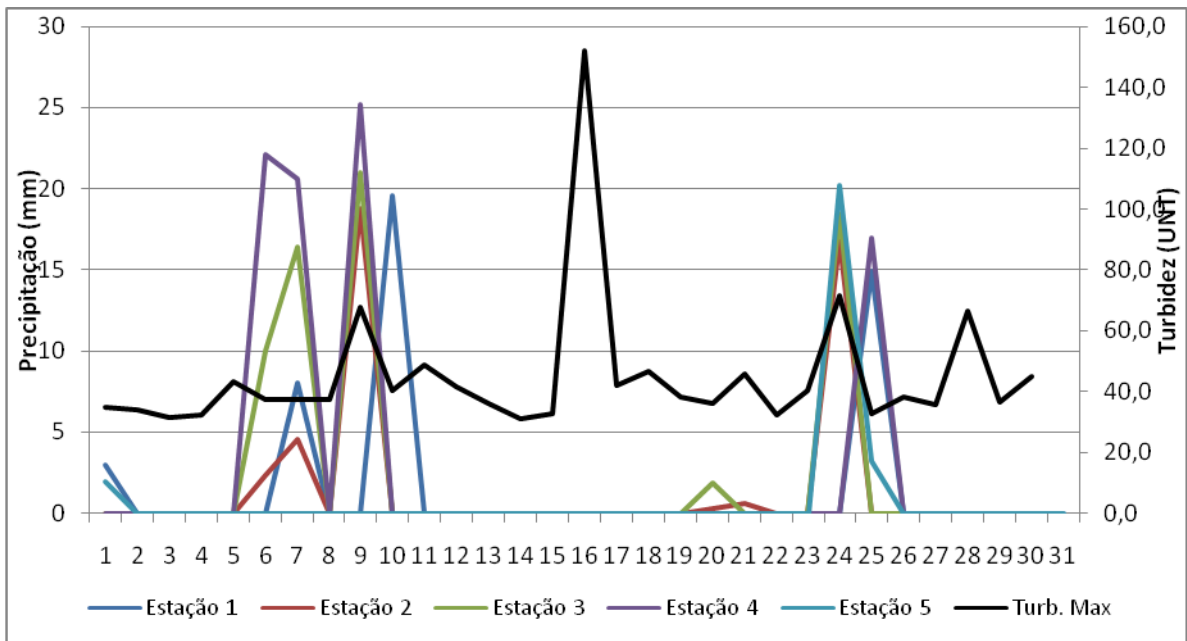


Gráfico 12: Dados referentes a setembro/2011 das estações pluviométricas com a turbidez.

Para o gráfico de outubro analisou significativamente uma relação dos dados de precipitação com a turbidez, exceto para a estação 3, onde houve um atraso. Assim o gráfico 13, percebe-se que no período analisado, a estação 3 não ajudou na alteração da turbidez pois ela fica a montante da microbacia e não choveu antes e sim depois da alteração da turbidez .

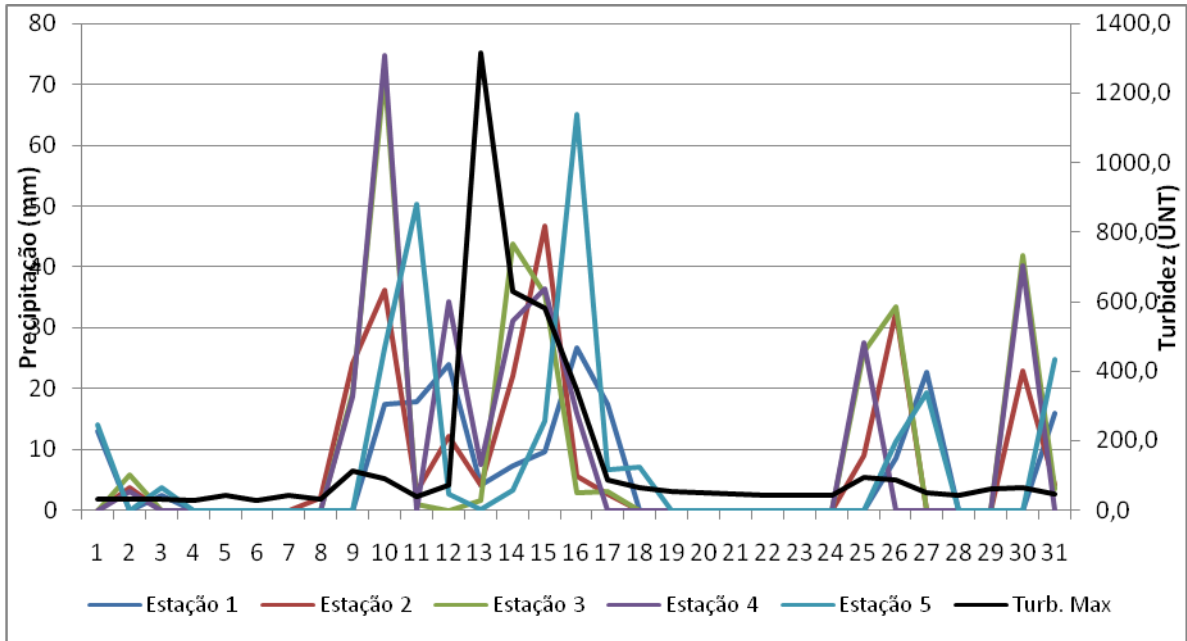


Gráfico 13: Dados referentes a outubro/2011 das estações pluviométricas com a turbidez.

Para o gráfico de novembro (Gráfico 14) percebe-se que a turbidez está adiantada comprando-se aos valores de precipitação das estações. A contribuição da alteração da turbidez é significativa em todas as estações, mas relacionado com pelo menos 1 dia de atraso.

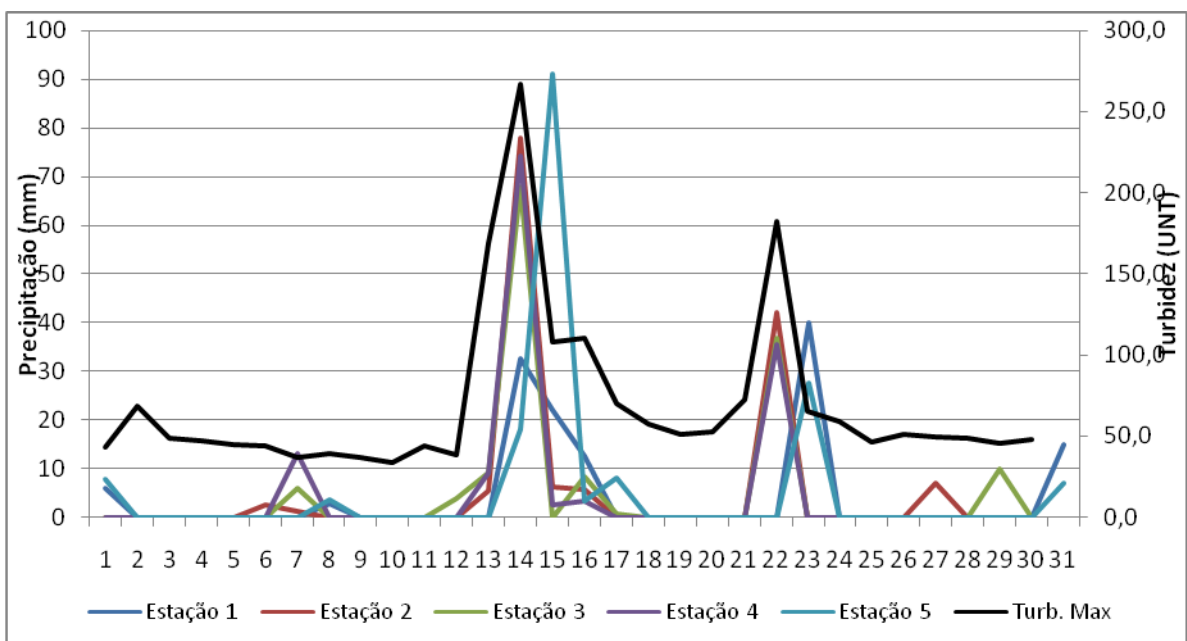


Gráfico 14: Dados referentes a novembro/2011 das estações pluviométricas com a turbidez.

O gráfico 15 referente à de dezembro e último para o ano de 2011, percebe-se que os picos de valores de turbidez acompanham os picos de precipitação das estações, mas os valores não ficam próximos mas aumentam gradativamente juntas, tendo a estação 2 como dados representativos para a interpretação do gráfico. Pode-se relacionar as pancadas de chuvas que são frequentes em estações de verão nesta localidade.

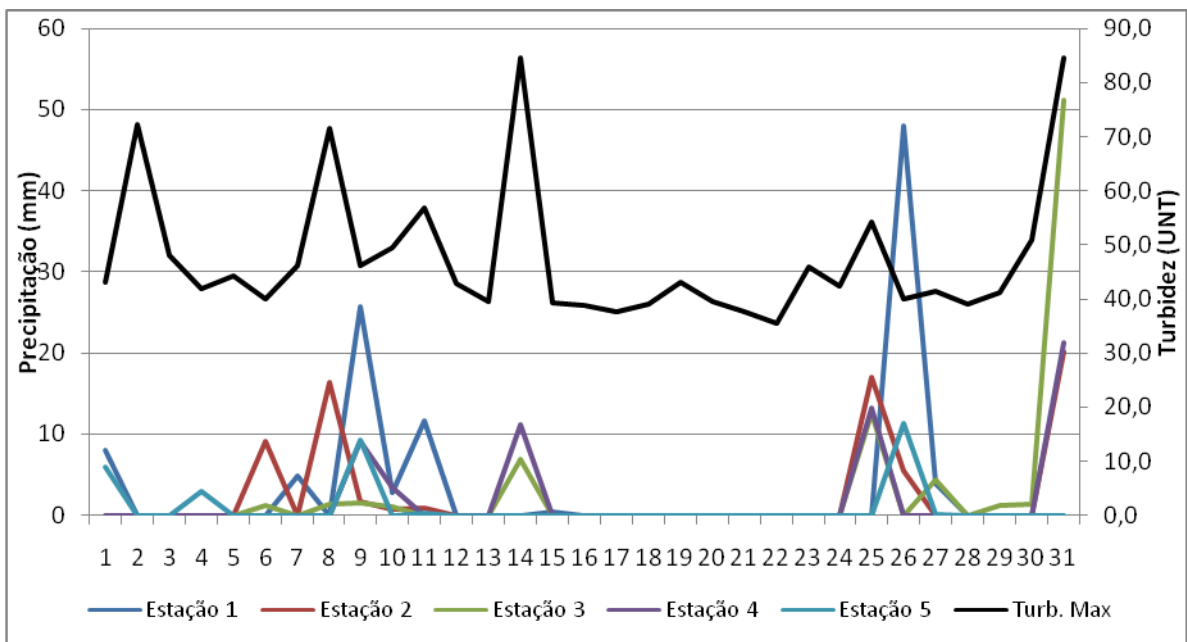


Gráfico 15: Dados referentes a dezembro/2011 das estações pluviométricas com a turbidez.

Como os dados utilizados para a criação dos gráficos citados acima, são dados de estações espalhadas ao redor da microbacia, caracterizando precipitações ocorridas na montante da microbacia e outros dados são referentes à jusante da microbacia, é aceitável a argüição de alteração e de relação dos valores referentes a turbidez e a precipitação. A ausência de uma estação para colaborar com dados referentes às margens esquerda da microbacia faz com que alguns gráficos fiquem vagos de detalhes para poder ser realizado uma comparação.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos dados e informações obtidos por meio de pesquisa e trabalhos de campo, pode-se afirmar que o objetivo do trabalho foi alcançado pois os resultados mostraram que as imagens de satélite podem fornecer dados importantes sobre uma determinada área, podendo ser utilizada como ferramenta de trabalho para localização, caracterização e estudo específicos de várias áreas.

Quando acrescido de informações como neste caso, os dados obtidos de turbidez e precipitação, ajudaram a fazer a caracterização da área, quanto presença da entrada de sedimento nos rios da microbacia.

Na etapa de caracterização, a imagem de alta resolução RapidEye foi importante ferramenta para servir como base para compor as cartas e poder descrever a área, e o mais importante foi a composição de um mapa de uso e ocupação da terra, onde pode ser analisado que a maior parte da microbacia é destinada para uso de plantio agrícola. O uso de máquinas pode estar acarretando os processos erosivos, uma vez que certas épocas a área fica com o solo descoberto sendo propício para o carregamento de solo desprendido para dentro das margens da Área de preservação Permanente, assim é indicado fazer um manejo e aplicar práticas conservacionistas.

A microbacia apresentou pontos onde há erosão significativa, havendo presença de erosão linear, falta de terraceamento e uma falha na ação antrópica. Segundo os dados estatísticos, as estações que mais indicam o aumento da turbidez foram as estações 2 e 3, sendo a estação 2 a jusante da microbacia do rio e a estação 3 a montante da microbacia do rio.

Para uma conclusão significativa da relação dos dados de precipitação e turbidez seriam necessário mais dados, esses não existem no momento da criação do presente trabalho. Uma delas é a ausência de estação de coleta de dados pluviométricos na margem esquerda do afluente Km 119, isso já torna o resultado e as comparações vagas. Outro detalhe que é muito significativo é que não existe nenhuma estação de coleta de dados de precipitação que localize dentro do perímetro da microbacia hidrográfica do rio do campo, assim os dados não são exatos com o que pode estar acontecendo dentro da microbacia, tornando as arguições sugestões mais subjetivas e não concretas.

REFERÊNCIAS

AYRES, M.; AYRES-Jr, M.; AYRES, D.L.; SANTOS, A.A.S. **Bioestat**: aplicações estatísticas nas áreas das Ciências Biomédicas. Versão 5.0. Belém, Pará: Sociedade Civil Mamirauá, MCT-CNPq, 2007. 324 p.

BROOKS, K.N.; FFOLLIOTT, P.F.; GREGERSEN, H.M. & THAMES, J.L. Hydrology and the management of watersheds. Ames, Iowa State University Press, 1991. 392p.

CARVALHO, N. O.; FILIZOLA JR.; N.O; SANTOS, P.M.C.; LIMA, J.E.F.W. Guia dePráticas Sedimentométricas. Brasília, Agência Nacional de Energia Elétrica,Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2000. 154 p.

CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. Cartas Climáticas do Paraná. Londrina: IAPAR, 2000, Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>>. Acesso em: 12 de março de 2012.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia Fluvial. São Paulo, Edgard Blucher, 1981. 313 p.

COIADO, E. M. Uso do amostrador fixo programável na determinação da concentração dos sedimentos transportados em suspensão no Rio Atibaia/SP. In: XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS E V SIMPÓSIO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS DOS PAÍSES DE LINGUA OFICIAL PORTUGUESA, 2001, Aracajú. Anais Gestão dos recursos hídricos: o desafio da prática. Aracajú: ABRH, 2001. Cd.

COSTA, R. H. P. G. Qualidade da água. In: TELLES, D. D.; COSTA, R. H. P. G. Reúso da água: conceitos, teorias e práticas. São Paulo: Edgard Blucher, 2007. p. 25-33.

CUNHA, M.C. **Avaliação da eficácia das caixas de contenção de sedimentos em estradas rurais não pavimentadas na microbacia do rio das pedras, Guarapuava-PR.** 2011. 115f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Centro-Oeste.

Do Mundo real dos Mapas, 2010. Disponível em <http://www.uces.br/site/midia/arquivos/2_-_Do_mundo_real_aos_mapas.pdf>. Acesso em 23 Jun de 2014.

FRITZSONS, E.; HINDI, E. C.; MANTOVANI, L. E. et al. As alterações da qualidade da água do rio Capivari com o deflúvio: um instrumento de diagnóstico de qualidade ambiental. Engenharia Sanitária e Ambiental. v. 8, n. 4, p. 239-248, out/dez 2003.

Geo Catálogo MMA. Disponível em: <<http://www.geocatalogomma.com.br/index.jsp>> . Acesso em: 10 Mar. 2014.

GRIEBELER, N.P. Modelo para o dimensionamento de redes de drenagem e de microbacias de acumulação de água em estradas não pavimentadas. Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa, 2002.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B., Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos, 9 ed, Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2009, p 474.

IBGE – (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), Manual técnico de uso da Terra. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006.

ITCG - Instituto de Terras Cartografia e Geociências. Produtos Cartográficos. Disponível em <<http://www.itcg.pr.gov.br>>. Acesso em: 27 de Jun de 2014.

JANSEN, J. R; Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres; tradução José Carlos Neves Epiphanyo (coord. et al); São José dos Campos, Sp: Parêntese, 2009.

KANG, S.; ZHANG, L.; SONG, X.; ZHANG, S.; LIU, X.; LIANG, Y.;ZHENG, S. Runoff and sediment loss responses to rainfall and land use in two agricultural catchments on the Loess Plateau of China. *Hydrological Processes*, v. 15, n. 6, p. 977-988, 2001.

KOPPEN, W. 1948. Climatologia: com um estúdio de los climas de la tierra. Publications In: *Climatology*. Laboratory of Climatology, New Gersey. 104p.

LEBLANC, M., STAGNITTI, F., DUFF, G. e SAZLMAN, S. (2005). "Multi-temporal land use mapping using remotely sensed techniques and the integration of pollutant load model in a GIS." In: Chen, Y., Takara, K., Clukie, I, Smedt, F.H. (eds) *GIS and Remote Sensing in Hydrology, Water Resources and Environment*, IAHS, 289,343-352.

LIMA, J. E. F. W., SANTOS, P., M. C., CHAVES, A. G. DE M., et al., Diagnóstico do fluxo de sedimentos em suspensão na Microbacia do Rio São Francisco, 1 ed., Planaltina, Brasília, DF, 2001, p 108.

LOPES, A.L.M.; SILVA, C.G.; DIAS, G.T.M. Caracterização Sonográfica das Feições Arenosas de Fundo da Plataforma Continental interna e Média a sul da Microbacia de Campos. In: *Anais do 8º Congresso Internacional da Sociedade brasileira de geofísica*. 2003.

LUDWIG, W.; PROBST, J. L.; KEMPE, S.; LIMA, W.P.; LAZAKIA M.J.B. Predicting the oceanic input of organic carbon by continental erosion. *Global Biogeochem*. v.10, n.1, p.23-41. 1996.

MARTINEZ, J. M.; GUYOT, J. L., FILIZOLA, N., SONDAG, F. Increase in suspended sediment discharge of the Amazon River assessed by monitoring network and satellite data. *Catena*, v.79. p.257-264. 2009.

MINEROPAR SERVIÇOGEOLÓGICO DO PARANÁ. Atlas Geológico do Paraná. Mineralogia do Paraná. Curitiba: Mineropar, 2001. Escala 1:650.000. Disponível em: <<http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/MapasPDF/atlasgeo.pdf>>. Acesso em: 01 dez. 2013.

MOTHA, J. A. Determining the sources of suspended sediment in a forested catchment in southeastern Australia. *Water Resources Research*, v. 39, n. 3, p. 1056, 2001.

RapidEye AG. Disponível em: <<http://www.rapideye.de/>>. Acesso em: 25 jun. 2014.

RODRIGUEZ, A.C.M. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados na análise da legislação ambiental no município de São Sebastião (SP)**. P. 120. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. São José dos Campos. 2006.

SANTOS, C. M. A. **Estatística Descritiva: Manual de Auto-Aprendizagem, Lisboa: Sílabo, 2006.**

SANTOS, I., FILL, H.D.; SUGAI, M.R.V.B.; BUBA, H.; KISHI, R.Y.; MARONE, E.; LAUTERT, L.F. Hidrometria aplicada. Curitiba: Instituto de Tecnologia para desenvolvimento, 2001. P. 372.

SEEGER, M.; ERREA, M. P.; BEGUERÍA, S.; ARNÁEZ, J.; MARTÍ, C.; GARCÍA-RUIZ, J. M. Catchment soil moisture and rainfall characteristics as determinant factors for discharge/suspended sediment hysteretic loops in a small headwater catchment in the Spanish pyrenees. *Journal of Hydrology*, v. 288, n. 3-4, p. 299-311, 2004.

SOUZA, M. L. **Caracterização Geotécnica Básica dos Materiais Inconsolidados do Município de Campo Mourão (PR)**. In: Encontro Geotécnico do Terceiro Planalto Paranaense ENGEOPAR, Maringá, 2003.

SUGUIO, K. Geologia Sedimentar. São Paulo. Edgard Blücher LTDA, 2003.

SUN, H., CORNISH, P.S., DANIELL, T.M. (2001) **“Turbidity-based erosion estimation in a catchment in south Australia.”** *Journal of Hydrology*, 253, p. 227 – 238.

TUCCI, C.E.M. (1997). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2 ed. Porto Alegre: Editora da Universidade: UFRGS: ABRH. P.943.

VALLE, J. E SILVA, N. (1999), Relatório de Consultoria sobre Melhoria do Treinamento em Ciência Social Quantitativa e Aplicada no Brasil. Rio de Janeiro, Laboratório Nacional de Computação Científica.

VERONESE, V.R. **Introdução ao Processamento digital de Imagens Manuais Técnicos em Geociências** – IBGE. Rio de Janeiro, 2000. XXIII Congresso Brasileiro de Cartografia, Rio de Janeiro, Brasil, 21 a 24 de outubro de 2007.

WERNECK V. (1998). “Doutores e teses em ciências sociais”. *Dados*, 41, 3: 453-515.

ZABALETA, A.; MARTÍNEZ, M.; URIARTE, J. A.; ANTIGÜEDAD, I. Factors controlling suspended sediment yield during runoff events in small headwater catchments of the Basque Country. *Catena*, v. 71, n. 1, p. 179-190, 2007.

SILVA, L.B. Estudo Geoambiental das nascentes do Rio do Campo, Campo Mourão-Pr. 2015.

APÊNDICE A – DADOS DE TURBIDEZ E PRECIPITAÇÃO DO ANO DE 2011.

Tabela 3: Dados de turbidez e precipitação de Janeiro/2011.

Estação	Estacao	Máx	Total	DiaMax	DiasChuva	Dia																															
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Precip. 1	2452007	51,2	165,3	10	11	0	0	0	0	1,5	44,1	0	0	0	51,2	0	22,3	2,7	0	0,3	0	1,4	0	0	2,2	0	17,9	0	0	0	0	0	7,7	0	0	0	14,0
Precip. 2	2452018	36,9	130,9	6	15	0	0	0	0	0,4	36,9	0	0	7,7	36,6	0,3	14,2	1,9	0	0	0	1,6	0	0,8	2,3	2,0	17,5	0	0	0	0	0	0,2	0	5,5	0	3,0
Precip. 3	2452014	19,1	59,3	22	10	0	0	0	2,4	0	4,9	0	0	3,5	0	0	2,6	12,9	0	0	0	9,6	0	1,5	0	0	19,1	0,8	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Precip. 4	2452040	23,6	80,8	13	8	0	0	0	0	0	0	0	0	10,1	0	0	0	23,6	10,3	0	0	15,1	0	0	0	0	5,7	0	0	0	0	0	10,1	0	1,2	0	4,7
Precip. 5	2452045	43,2	136,8	29	8	0	0	0	20,2	3,1	0	7,5	0	0	16,1	0,2	0	10,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43,2	0	0
IN-NATURA	Turbidez	Turb. Max	35,7	30,7	34,5	48,1	182,0	250,0	55,1	36,9	334,0	35,7	36,4	44,0	38,9	39,0	40,2	42,5	38,5	38,8	46,9	34,9	86,3	83,5	53,8	34,0	39,9	88,5	182,0	48,5	48,9	36,5	37,8				
		Turb. Min	26,7	26,2	23,1	28,5	33,7	59,1	33,3	32,9	30,9	29,5	24,6	31,7	29,3	29,9	29,3	29,7	27,3	29,6	32,4	29,6	27,5	44,4	32,8	30,6	30,0	30,0	42,6	35,1	31,1	30,3	30,7				
		Turb Med	31,6	28,8	28,7	35,9	56,3	98,0	41,1	34,7	77,7	31,5	31,2	37,0	32,7	33,0	32,6	34,5	33,3	32,7	36,7	32,9	43,6	54,0	37,4	32,8	34,1	40,1	69,1	39,7	35,7	33,0	33,5				

Tabela 4: Dados de turbidez e precipitação de Fevereiro/2011.

Estação	Estacao	Maxima	Total	DiaMax	NºDiasChuva	Dia																											
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Estação 1	2452007	27.7	209.8	2	17	0	27.7	0	9.1	5.3	23.6	26.1	10.1	16.2	19.9	6.4	12.6	11	15.5	0	0	0	0	0	1.5	0	5.3	1.1	14.9	3.5	0	0	0
Estação 2	2452018	35.2	225.6	5	18	0	23.6	0	8.9	35.2	21.1	4.4	4	17.3	23.7	29	11.6	9	2.4	1.9	0	0	0	6.5	0	0	0	2.5	15.3	2.5	6.7	0	0
Estação 3	2452014	62.1	255.9	2	16	7.8	62.1	0	5	7.1	0	4.1	0	7.9	45.7	20	11.1	6.1	4.4	27.1	0	0	0	0	0	0	0	3.1	18.1	3.1	23.2	0	0
Estação 4	2452040	100.2	362.4	2	15	0	100.2	0	0	38.4	8.4	0	5.2	0	21.1	39.8	31.2	5.1	12.3	8.6	0	0	0	0	0	0	5.5	29.5	10.1	2.3	0	0	44.7
Estação 5	2452045	85.8	231.5	2	12	0	85.8	0	0	25.8	3.8	0	7.8	32.8	19.7	0	3.2	15.6	4.1	30.6	2.1	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IN-NATURA	Turbidez	Turb. Max	176.0	255.0	53.0	50.4	59.3	47.6	185.0	280.0	245.0	148.0	209.0	280.0	92.9	139.0	100.0	55.3	44.6	43.7	50.7	41.4	38.8	41.4	50.0	64.8	46.3	342.0	248.0	50.4			
		Turb min	26.5	49.1	30.7	29.3	35.2	30.4	34.0	37.3	34.6	73.4	105.0	97.9	51.1	47.9	50.9	36.3	34.9	34.2	38.4	30.2	29.8	29.8	32.6	32.3	29.1	42.6	46.7	37.5			
		Turb Med	52.0	86.7	37.5	37.9	41.5	37.5	105.5	61.7	77.2	102.3	163.3	170.8	71.2	69.7	60.9	45.4	41.1	39.9	42.2	36.3	34.3	35.3	37.5	47.0	36.3	121.1	77.4	43.9			

Tabela 5: Dados de turbidez e precipitação de Março/2011.

Estação	Estacao	Maxima	Total	DiaMax	NºDiasChuva	Dia																														
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Estação 1	2452007	47.5	154.5	31	9	0	0	1.2	0	0	0	0	0	0	0	32.3	14	0	0	0	0	0	0	0	2.1	6.7	0	0	0	31.9	15.7	3.1	47.5			
Estação 2	2452018	62.6	176.5	31	13	0.8	0	3.4	0	0	0	0	0.8	0	0	22.4	16.1	15.8	0	0	0	0	0	3.7	0	0	0	3.3	3.3	0	0	0	19	21.2	4.1	62.6
Estação 3	2452014	52.4	166.7	31	10	0	0	6.2	0	0	0	0	0	0	0	4.7	18.8	24.6	0	0	0	0	0	8.9	0	0	0	7.3	0	0	0	0	27.4	15.3	1.1	52.4
Estação 4	2452040	61.7	178.8	28	9	0	0	5.7	0	0	0	0	0	0	0	13.3	18.7	2.1	0	0	0	0	0	2.1	0	0	7.2	0	0	0	0	61.7	22.3	0	45.7	
Estação 5	2452045	43.1	148.7	28	8	0	0	10.5	0	0	0	0	0	0	0	0.1	25.8	22.7	0	0	0	0	0	7.1	2.1	0	0	0	0	0	43.1	0	0	37.3		
IN-NATURA	Turbidez	Turb. Max	58.9	72.3	60.7	53.1	56.8	46.8	33.8	39.8	38.8	42.0	94.9	67.2	40.5	36.3	35.2	39.5	33.1	37.6	35.1	73.5	26.5	39.9	35.0	28.0	28.4	32.1	28.0	49.8	44.5	41.5	215.0			
		Turb min	31.6	35.4	31.1	30.6	29.5	30.5	28.1	28.3	26.7	26.9	32.5	35.7	30.2	26.5	24.0	26.5	25.9	25.5	26.1	22.7	20.9	20.5	22.6	20.5	19.3	21.0	20.5	24.2	29.3	22.6	27.2			
		Turb Med	44.1	46.8	43.2	37.8	38.8	35.4	30.6	33.1	31.9	31.9	61.3	45.3	34.0	30.2	30.2	31.2	28.0	31.1	29.9	29.7	23.1	26.5	26.6	24.0	22.1	24.5	23.2	40.0	35.4	29.4	152.8			

Tabela 6: Dados de turbidez e precipitação de Abril/2011.

Estação	Estação	Maxima	Total	DiaMax	NºDiasChuva	Dia																														
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Estação 1	2452007	45.6	126.8	15	8	0	0	0	7.2	0	0	0	0	0	0	32.3	19.3	2	45.6	0	0	0	0	0	0	0	10	8.5	0	0	0	0	0	1.9		
Estação 2	2452018	33	100.5	15	10	0	3.2	0	9.9	0	0	0	0	0	0	17	22	7	33	0	0	0	0	0	0	1.6	0	1.3	3.7	0	0	0	0	1.8		
Estação 3	2452014	42.2	177.1	4	10	0	1.4	29.9	42.2	0	0	0	0	0	0	21.2	29.2	0	0	16.9	0	0	0	0	0	12	0	4.2	6.9	0	13.2	0	0	0		
Estação 4	2452040	57.2	147.7	11	9	0	1.5	5.7	0	0	0	0	0	0	0	57.2	0	22.3	5.4	27.6	0	0	0	0	0	15.1	0	0	5.3	7.6	0	0	0	0		
Estação 5	2452045	38.6	99.6	12	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38.6	3.6	0	21.8	0	5.8	0	0	0	0	0	0	28	1.8	0	0	0	0		
IN-NATURA	Turbidez	Turb. Max	79.1	44.8	46.0	67.8	42.0	31.4	33.3	35.1	31.2	32.7	32.9	127.0	103.0	56.5	187.0	76.5	35.3	34.4	30.7	31.6	32.6	38.5	30.8	30.7	30.4	28.0	28.4	32.6	30.9	27.5				
		Turb min	40.4	34.9	34.4	36.5	30.8	28.1	26.4	25.8	22.5	23.5	23.2	24.7	45.7	32.3	32.2	38.1	31.5	28.8	27.2	25.8	26.0	28.0	25.8	24.5	23.8	24.1	24.0	24.5	22.9	25.1				
		Turb Med	51.8	39.1	36.8	46.7	33.7	30.0	28.1	28.9	27.0	26.7	25.9	59.5	61.0	39.3	132.5	46.5	33.5	30.9	28.8	28.5	29.0	31.6	27.5	26.9	26.2	25.8	25.6	27.9	26.6	26.4				

Tabela 13: Dados de turbidez e precipitação de Novembro/2011.

Estação	Estacao	Maxima	Total	DiaMax	NºDiasChuva	Dia																														
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Estação 1	2452007	40	125.1	22	6	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	32.6	22	12.6	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	14.9
Estação 2	2452018	77.8	148.9	14	8	0	0	0	0	0	2.6	1.4	0	0	0	0	0	5.6	77.8	6.4	5.8	0	0	0	0	0	0	42.1	0	0	0	0	7.2	0	0	0
Estação 3	2452014	67.8	143	14	8	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	3.9	9.2	67.8	0	8.5	0.9	0	0	0	0	0	36.7	0	0	0	0	0	0	10	0
Estação 4	2452040	74.2	138.1	14	6	0	0	0	0	0	0	13.2	0	0	0	0	0	9.3	74.2	2.5	3.3	0	0	0	0	0	0	35.6	0	0	0	0	0	0	0	0
Estação 5	2452045	91	159.2	14	8	0	0	0	0	0	0	3.6	0	0	0	0	0	18.1	91	3.5	8.1	0	0	0	0	0	0	27.7	0	0	0	0	0	0.1	0	7.1
IN-NATURA	Turbidez	Turb. Max				42.8	68.0	48.1	46.8	44.5	43.8	36.3	38.7	36.3	33.4	43.3	38.3	169.0	267.0	108.0	110.0	69.6	57.4	50.9	52.4	72.4	182.0	64.9	58.5	46.3	51.2	48.9	48.7	44.9	47.6	
		Turb min				28.7	27.7	30.2	28.5	31.0	35.7	27.7	28.0	27.1	25.9	25.7	33.1	28.4	107.0	69.8	52.8	52.0	46.0	40.2	37.4	37.0	56.9	50.2	44.8	35.7	35.3	36.2	35.9	37.5	39.3	
		Turb Med				34.7	36.3	37.3	32.8	36.0	38.9	31.8	32.6	31.8	30.0	33.3	35.5	62.7	165.6	88.6	71.8	57.3	51.2	45.4	44.5	46.4	109.9	54.3	49.1	42.0	42.9	43.0	41.7	41.5	44.0	

Tabela 14: Dados de turbidez e precipitação de Dezembro/2011.

Estação	Estacao	Maxima	Total	DiaMax	NºDiasChuva	Dia																														
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Estação 1	2452007	48	123.1	25	8	0	0	0	0	0	4.9	0	25.7	2.9	11.7	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	4	0	0	0	0	25.4
Estação 2	2452018	20.2	71.9	31	8	0	0	0	0	0	9.2	0	16.4	1.8	0.8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	5.5	0	0	0	0	0	0	20.2
Estação 3	2452014	51.2	83.5	31	10	0	0	0	0	0	1.3	0	1.4	1.6	1.1	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.5	0	1.3	1.4	51.2	
Estação 4	2452040	21.2	58.1	31	5	0	0	0	0	0	0	0	9.1	3.4	0	0	0	0	11.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13.2	0	0	0	0	0	0	21.2
Estação 5	2452045	11.3	32.8	25	6	0	0	3	0	0	0	0	9.2	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.3	0.1	0	0	0	0	0	8.9
IN-NATURA	Turbidez	Turb. Max				43.0	72.3	48.1	41.8	44.2	39.8	46.1	71.5	46.0	49.4	56.9	42.7	39.4	84.5	39.2	38.7	37.6	39.0	43.1	39.4	37.5	35.4	45.8	42.4	54.2	39.9	41.4	38.9	41.2	50.9	84.6
		Turb min				31.4	30.9	32.0	30.8	31.0	32.7	30.3	32.2	33.8	31.4	31.7	32.3	28.9	30.4	27.1	31.9	26.0	31.0	27.5	27.2	26.0	26.3	30.0	27.6	33.6	33.3	29.5	31.0	32.4	36.6	23.0
		Turb Med				36.7	41.5	38.7	34.6	37.9	36.0	35.7	48.4	40.3	37.6	38.2	37.1	34.5	41.1	33.3	35.2	32.4	34.6	33.0	31.7	31.9	31.1	35.6	34.7	43.8	37.1	34.5	34.3	35.9	42.3	55.8

APÊNDICE B – GRÁFICOS DE DISPERSÃO

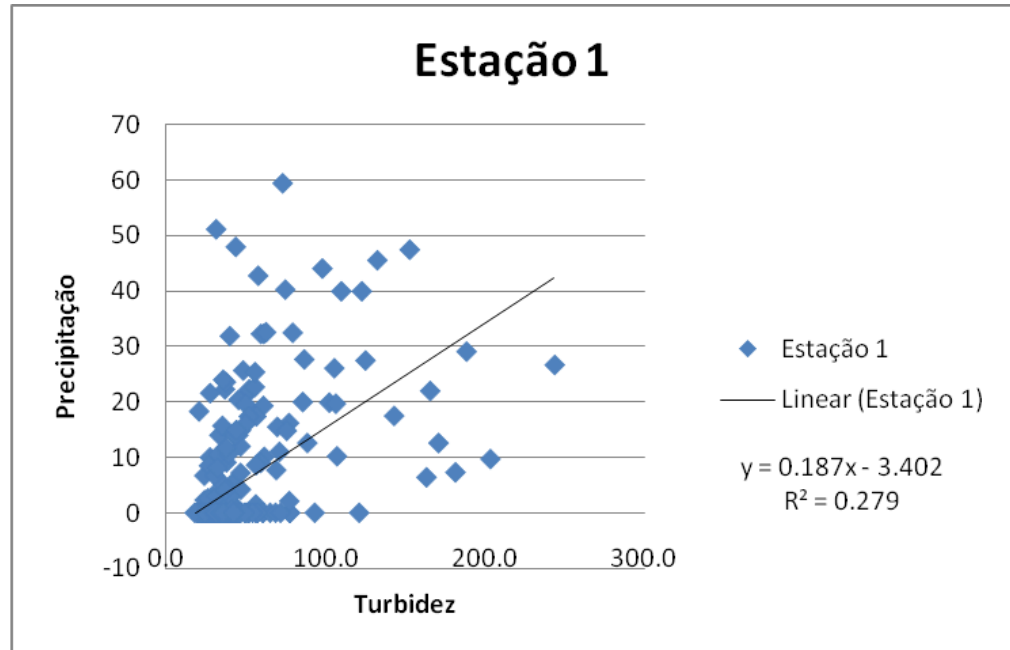


Gráfico 16: Gráfico de dispersão da Estação pluviométrica 1.

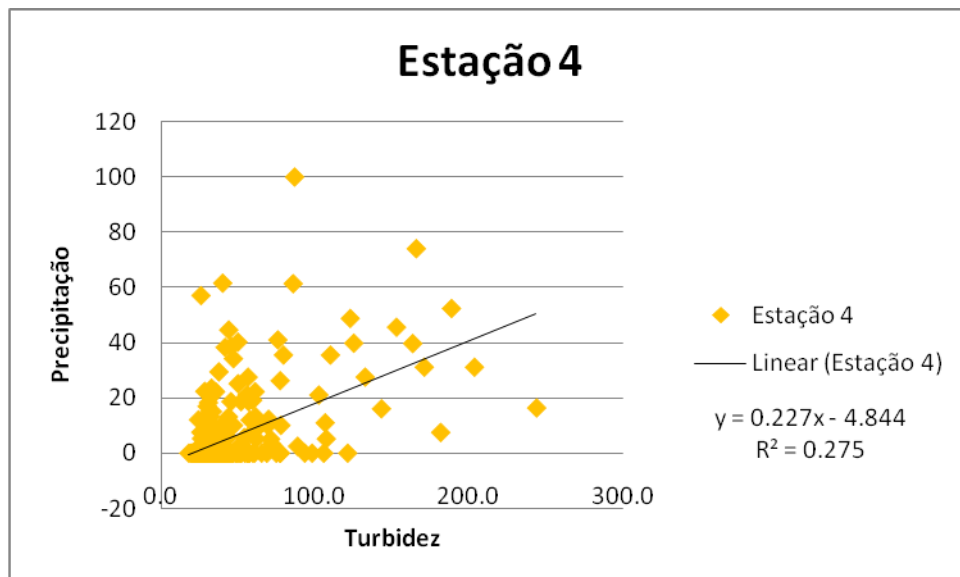


Gráfico 17: Gráfico de dispersão da Estação pluviométrica 4.

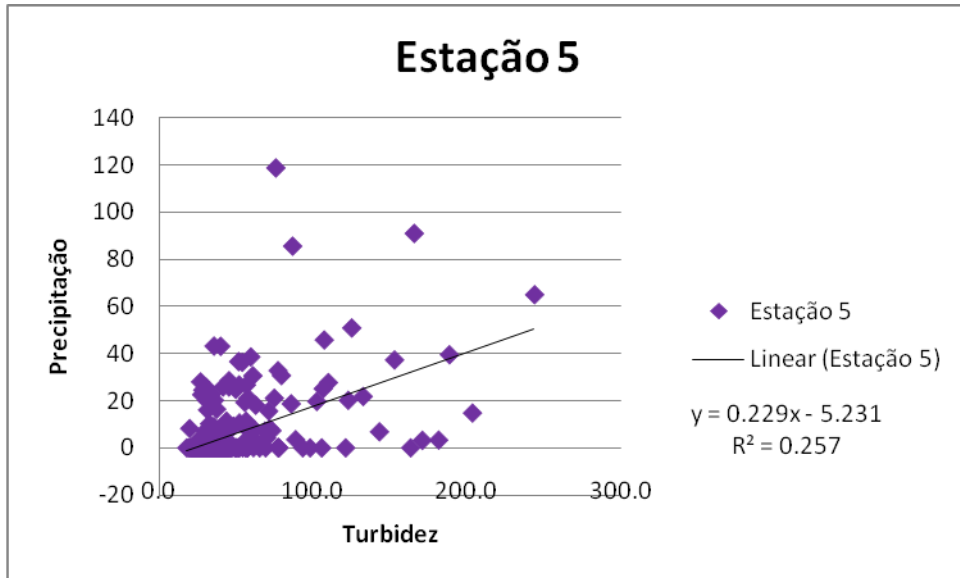


Gráfico 18: Gráfico de dispersão da Estação pluviométrica 5.