

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

NAYARA FERNANDA FERRAZ DA SILVA CRUZ

**ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS DA SUB-BACIA DO RIO DO
CAMPO E A QUALIDADE DA ÁGUA DO LAGO MUNICIPAL DE
CAMPO MOURÃO, PR.**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2014

NAYARA FERNANDA FERRAZ DA SILVA CRUZ

**ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS DA SUB-BACIA DO RIO DO
CAMPO E A QUALIDADE DA ÁGUA DO LAGO MUNICIPAL DE
CAMPO MOURÃO, PR.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental, da Coordenação de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Campus Campo Mourão.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Débora Cristina de Souza.

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Sônia Barbosa de Lima.

Co-orientador: MSc. Edivando Vitor do Couto

CAMPO MOURÃO

2014



TERMO DE APROVAÇÃO

ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS DA SUB-BACIA DO RIO DO CAMPO E A
QUALIDADE DA ÁGUA DO LAGO MUNICIPAL DE CAMPO MOURÃO, PR.

por

NAYARA FERNANDA FERRAZ DA SILVA CRUZ

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 07 de agosto de 2014 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a banca examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Prof. Dr^a. Débora Cristina de Souza

Prof. Dr^a. Sônia Barbosa de Lima

Prof. MSc. Edivando Vitor do Couto

Prof. Dr^o. Eudes José Arantes

*“O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso de
Engenharia Ambiental”*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me guiar e iluminar durante toda a vida e me colocar diante de pessoas maravilhosas e abençoadas.

Aos meus pais, Luzia e Carlos, por me darem a vida e parte de suas histórias. Ao amor, carinho, dedicação e apoio incondicional até aqui e para sempre. Ao meu irmão William, pelo amor, amizade, companheirismo e segurança que sempre tive ao seu lado.

Ao Fernando pela cumplicidade, compreensão e amor; que me enviou o diploma antes mesmo de terminar a graduação: minha princesa Sara.

A minha querida orientadora, Prof^a. Dr^a. Débora Cristina de Souza, que ao longo destes cinco anos me orientou com muita dedicação e paciência.

Aos co-orientadores, Prof^a. Dr^a. Sônia B. de Lima e Prof^o. MSc. Edivando Vitor do Couto, pelos conhecimentos e experiências compartilhadas. E ao membro da banca Prof^o. Dr^o Eudes José Arantes pela sua excelência em ensino e pela contribuição com este trabalho. Além destes, agradeço a todos os professores desta instituição que promovem o ensino de qualidade, com profissionalismo e companheirismo.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná pela disponibilidade dos laboratórios e equipamentos necessários à realização desta pesquisa.

A toda minha família, que proporcionou um ambiente adequado para a formação do meu caráter e da minha moral... o meu muito obrigada as minhas avós e avôs, tios e tias, primos, primas e agregados.

A minha irmã de coração, Luciana Iwakura, que durante essa jornada me ensinou a ser uma pessoa melhor. Esteve comigo em todos os momentos, e me deu o grande privilégio de conhecer a pessoa e amiga maravilhosa que é.

Aos melhores amigos que eu poderia ter encontrado em Campo Mourão: Samara, Jhow, Jéssica, Kamila, Sérgio, Godoi, Franco, Vanderson, Aline, Natália, Gabriela, Yara e Jacques. Vocês foram muito importantes e decisivos para esta conquista.

A todos, que participaram e participam da minha vida, e que são muito especiais para mim!

RESUMO

CRUZ, Nayara F. F. da S. **Aspectos geomorfológicos da sub-bacia do Rio do Campo e a qualidade da água do lago municipal de Campo Mourão, PR.** 2014. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2014.

Características naturais e antrópicas da bacia hidrográfica juntamente com comportamento hidrológico e as práticas de manejo são decisivos para influenciar a erosão e assoreamento em corpos hídricos e reservatórios. O mapeamento da sub-bacia do Rio do Campo apontou que a Geologia (Grupo Caiuá a montante com aproximadamente 26% da sub-bacia) e a Pedologia (Argissolo) aliadas a grande ocupação por agricultura temporária estão relacionadas ao assoreamento do reservatório localizado no Parque Municipal Joaquim Teodoro de Oliveira, Campo Mourão, PR. Também se verificou que a vegetação ciliar inadequada ao longo da sub-bacia facilita a entrada de sedimentos no reservatório. Durante a dragagem os parâmetros de qualidade da água como cor, turbidez, sólidos orgânicos e inorgânicos apresentaram as maiores concentrações, possivelmente pela exposição do sedimento, o mesmo foi observado no mês de outubro e pode ser associado a chuvas excessivas neste mês. O parâmetro cor ultrapassou os limites da Resolução CONAMA 357/05 em todas as amostras. O pH após o enchimento do reservatório chegou a 8,3 fato que pode ser associado a lixiviação do solo agrícola. O OD mostrou-se influenciado principalmente pela mudança da dinâmica do rio, em ambiente lótico se matenve dentro dos parâmetros estabelecidos na Resolução e em lântico abaixo deste. Com relação aos coliformes termotolerantes, estes também ultrapassaram os limites desta Resolução. O mês de outubro, devido à pluviosidade, registrou as maiores concentrações de sólidos orgânicos e de colifórmes termotolerantes.

Palavras-chave: Grupo Caiuá. Assoreamento. Qualidade da água.

ABSTRACT

CRUZ, Nayara F. F. da S. **Geomorphological aspects of Campo River subbasin and water quality of the municipal lake of Campo Mourão, PR.** 2014. 47 s. Completion of Coursework (Environmental Engineering Graduation) – Coordenação de Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2014.

Natural and anthropic characteristics of watershed, along with hydrological behavior and management practices are decisive to influence erosion and siltation in bodies of water and reservoirs. The mapping of Campo River subbasin pointed that Geology (Caiuá group on upstream with approximately 26% of the subbasin) and Pedology (Argisil) allied to large occupation by temporary agriculture are related to siltation of the reservoir located on the Municipal Park Joaquim Teodoro de Oliveira, Campo Mourão, PR. It was also verified that inadequate riparian vegetation along the subbasin favors the entry of sediments on reservoir. During dredging, water quality parameters like color, turbidity, organic and inorganic solids presented the biggest concentrations, possibly because exposure of sediments, the same situation was noticed on October and that can be associated to excessive rainfall on this month. The color parameter surpassed the limits of Resolution CONAMA 357/05 in all samples. pH after the filling of the reservoir reached 8,3 which can be associated to leaching of agricultural soil. Oxygen saturation seemed to be influenced mainly by changes on river dynamics, in lotic environment it was kept within the parameters established on the Resolution and in lentic environment, under them. Due to rainfall, in the month of October the greatest concentrations of organic solids and thermotolerant coliforms were registered.

Keywords: Caiuá Group. Siltation. Water Quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização do Parque Municipal Joaquim Teodoro de Oliveira em Campo Mourão, Paraná e pontos de coleta de água (P1, P2, P3, P4 E P5)	17
Figura 2 - Hipsometria da sub-bacia do Rio do Campo, Campo Mourão, PR, e a localização da área urbana do município.....	18
Figura 3 - Declividade da Sub-bacia do Rio do Campo, Campo Mourão, PR, e a localização da área urbana do município.....	20
Figura 4 - Geologia da Sub-bacia hidrográfica do Rio do Campo, Campo Mourão, PR, e a localização da área urbana do município.....	22
Figura 5 - Classes de solo na Sub-bacia do Rio do Campo, Campo Mourão, PR, e a localização da área urbana do município.....	23
Figura 6 - Uso e ocupação do solo da sub-bacia do Rio do Campo, Campo Mourão, PR.	26
Figura 7 - Porcentagem de ocupação da Sub-bacia do Rio do Campo, Campo Mourão, PR.	28
Figura 8 - Pluviosidade mensal durante o estudo na sub-bacia do Rio do Campo, Campo Mourão, PR. (somatória das pluviosidades diárias).	30
Figura 9 - Cor e Turbidez dos pontos amostrados no reservatório durante e após a dragagem do Rio do Campo, Campo Mourão, PR.	31
Figura 10 - Taludes após a queda devido o excesso de umidade no solo na entrada reservatório, Parque Municipal de Campo Mourão, PR.	33
Figura 11 - Sólidos totais amostrados nos meses de estudo no reservatório do Parque Municipal de Campo Mourão, PR.....	34
Figura 12 - Variação do pH durante e após a dragagem no reservatório do Parque Municipal de Campo Mourão, PR.....	35
Figura 13 - Comparação entre o OD durante e após a dragagem no reservatório do Parque Municipal de Campo Mourão, PR.	37
Figura 14 - Dragagem no reservatório com sedimentos expostos, passíveis de arraste pela chuva, Campo Mourão, PR.....	40

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS	11
2.1 OBJETIVO GERAL	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3 REVISÃO DE LITERATURA	12
4 MATERIAL E MÉTODOS	15
4.1 ÁREA DE ESTUDO.....	15
4.2 ELABORAÇÃO DOS MAPAS	15
4.3 QUALIDADE DA ÁGUA.....	16
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
6. CONCLUSÃO	41
REFERÊNCIAS	42

1 INTRODUÇÃO

Características naturais, como as topográficas, geológicas, pedológicas e a cobertura vegetal da bacia hidrográfica são fatores determinantes no seu comportamento hidrológico. Assim as ações ou fatores antrópicos, destacando a agricultura, indústria, uso, ocupação e superexploração do solo (CARVALHO, 2008).

O comportamento hidrológico das bacias alteradas interfere significativamente nos processos erosivos e pode provocar mudanças no leito original do rio e em reservatórios, sendo importante medir e avaliar essas influências através de mapeamentos e SIG's (GARCEZ; ALVAREZ, 1988).

Enquanto a erosão superficial causa perda de solo em áreas produtivas, o assoreamento resultante em corpos hídricos provoca a diminuição da vida útil de reservatórios, aumento do nível de alagamento, enchentes e também exige melhores técnicas de abastecimento humano para atender aos padrões de qualidade (CARVALHO, 2008).

Esses sedimentos que contém uma vasta quantidade de material orgânico tem um impacto negativo no balanço dos nutrientes e sobre a concentração de oxigênio dos lagos e reservatórios, sendo assim prejudiciais à qualidade da água (KALLIOLA e KARVONEN, 2003).

Durante o processo de retirada de sedimento também podem ocorrer alterações físicas, químicas e biológicas no corpo d'água. A ação das dragas na retirada do material pode gerar impactos negativos de efeito direto sobre organismos e habitats (CASTRO; ALMEIDA, 2012). E segundo Torres (2000), o efeito indireto ocorre com a movimentação de contaminantes e nutrientes durante a suspensão do sedimento, podendo haver alteração da qualidade da água.

O reservatório formado pela barragem do Rio do Campo na área urbana de Campo Mourão sofre com problemas de contaminação por esgoto, galerias pluviais, lixiviação de compostos agrícolas, erosão e possivelmente por esses motivos nas duas últimas décadas ocorreram o seu assoreamento.

Assim, visando ampliar o conhecimento a respeito dos processos de assoreamento deste reservatório, ligados a erosão, carregamento de sedimentos e as possíveis consequências ambientais na qualidade da água, este trabalho apresenta uma avaliação dos aspectos físicos da sub-bacia do Rio do Campo e

parâmetros de qualidade da água durante e após a dragagem de 2013 no reservatório do Parque Municipal Joaquim Teodoro de Oliveira em Campo Mourão, Paraná.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o processo de assoreamento relacionado com as características geomorfológicas da sub-bacia do Rio do Campo e o efeito da dragagem de 2013 em alguns parâmetros de qualidade da água no reservatório situado no Parque Municipal Joaquim Teodoro de Oliveira em Campo Mourão, Paraná.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar cartas de hipsometria, declividade, geologia e a pedologia da sub-bacia do Rio do Campo a fim de avaliar o processo de assoreamento do reservatório.
- Identificar os diferentes tipos de ocupação do solo na área de estudo, os quais podem contribuir com o assoreamento do reservatório.
- Avaliar os parâmetros físico-químicos e microbiológicos na água do reservatório durante e após a sua dragagem em 2013.

3 REVISÃO DE LITERATURA

O recurso natural solo não é renovável em curta escala de tempo geológico, e sua erosão acelerada ocorre quando fica sem cobertura vegetal ou exposta à ação do vento e da chuva ou ainda quando submetida às secas prolongadas (MIGUEL e SANTOS, 2007). Dentre as principais atividades humanas causadoras de erosão estão o desmatamento de áreas vulneráveis, a expansão urbana desordenada, o traçado inadequado do sistema viário e as atividades agrícolas.

Assim, em relação aos recursos hídricos superficiais, os efeitos da erosão podem se manifestar através do assoreamento dos cursos d'água e reservatórios, cujas consequências, são a intensificação das enchentes e desequilíbrios ambientais que podem afetar a fauna e a flora local (CARVALHO, 2008).

O assoreamento é diferente para cada utilidade do reservatório, além disso, segundo Carvalho (2008), essa diferença é em função da geometria da lamina d'água, da topografia, da sinuosidade do curso d'água, da drenagem, dos rios afluentes, operação do reservatório, granulometria dos sedimentos, vazão afluente, velocidade dentro do reservatório e outros.

Ainda, segundo o mesmo autor, o curso d'água, na posição do reservatório, tem as áreas de secções transversais aumentadas, enquanto as velocidades de correntes decrescem, criando condições de deposição de sedimento ocasionadas pela decantação onde as partículas mais grossas são depositadas primeiro, enquanto as mais finas adentram o reservatório e posteriormente se depositam.

Dessa maneira o diagnóstico do impacto ambiental causado pelo assoreamento e o acompanhamento da evolução dos processos erosivos nas bacias são fundamentais para a aplicação de ações preventivas e corretivas. O estudo da erosão deve ser realizado em toda a extensão da bacia hidrográfica do rio, a fim de obter áreas mais susceptíveis ao processo, locais de assoreamento nos corpos hídricos e tipos de ocupação do solo na bacia.

Assim, faz-se necessário conhecer e diagnosticar o tipo de ambiente aquático que recebe esse sedimento, pois reservatórios e rios tem características diferentes de dinâmica que podem influenciar na qualidade da água.

Os ambientes aquáticos podem ser classificados como lóticos e lênticos, o primeiro sendo de água corrente e o segundo de água parada ou de pouca dinâmica (VON SPERLING, 1996).

Os reservatórios são considerados como uma transição dos ambientes lóticos e lênticos (STRASKRABA E TUNDISI, 2000), sendo de curto período de residência de água quando ocorre seu escoamento pelos vertedores ocasionando grande variação no nível da água e no caso de reservatórios em que a água só extravasa quando o seu nível atinge a soleira do barramento, o tempo de residência pode ser tão longo quanto nos lagos, da ordem de anos (ESTEVES, 1998).

Nos reservatórios, o fator dominante é a corrente unidirecional, que vai da entrada do rio à barragem e propicia a mistura da água. As correntes de densidade são águas afluentes que entram no reservatório e mergulham para uma profundidade com densidade correspondente, originando as correntes longitudinais. Essas características de reservatórios têm grande influência sobre a qualidade da água (STRASKRABA e TUNDISI, 2000).

Partindo-se da entrada do rio, a zona fluvial apresenta fluxos relativamente altos devido à proximidade da entrada do rio. Nesta zona, há altas concentrações de nutrientes, porém a produção de algas é frequentemente baixa, devido à elevada turbidez. A zona lacustre localiza-se na região mais larga, mais profunda e pouco influenciada pelo fluxo do rio, apresenta turbidez e as concentrações de nutrientes mais baixas, devido ao efeito da sedimentação. E a zona de transição localiza-se numa porção intermediária, entre o fluxo de entrada e o barramento, recebendo alta carga de nutrientes, onde a gradual sedimentação dos materiais em suspensão favorece a produção de algas (KENNEDY, 1999).

Sobre os parâmetros de qualidade da água em reservatório, tem-se que as condições de remanso influenciam diretamente sobre a dinâmica das substâncias e suas concentrações. Isso é notado principalmente quando há a diminuição da velocidade da água, ocasionando menores concentrações de oxigênio dissolvido ao passo a água percorre o reservatório.

A construção de barragens para a formação de reservatórios também pode comprometer a sua capacidade de depuração das águas e tornar o corpo d' água represado ainda mais susceptível aos processos de eutrofização, com a possibilidade da ocorrência de florações de algas e bactérias (IAP, 2011)

O ambiente lântico estabelece melhores condições para depósito de partículas, sólidos e substâncias, sendo assim passível, após a estabilização da massa de água, de menores teores de sólidos, cor e turbidez. Porém também promove a partir da decantação, a permanência dos sedimentos no reservatório, diminuindo sua profundidade com o tempo.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

O reservatório localiza-se no município de Campo Mourão, Paraná, dentro do Parque Municipal Joaquim Teodoro de Oliveira, criado pela Lei nº 568 de 1987. A vegetação do parque é composta por fragmentos descontínuos de Floresta Estacional Semidecidual Aluvial e vegetação aquática.

O reservatório é formado pelo represamento do Rio do Campo, que possui padrão de drenagem paralela, sendo que o tipo do canal apresenta-se sinuoso com a formação de meandros no percurso a montante do lago, característico de área de várzea (FREIRE et al., 2012).

4.2 ELABORAÇÃO DOS MAPAS

O software gratuito e livre utilizado para a elaboração dos mapas foi o Sistema de Informações Geográficas (SIG) Quantum GIS 2.0.1, obtido no site <<http://www.qgis.org/pt/site/>>.

A sub-bacia do rio do Campo foi delimitada a partir das curvas de nível obtidas por meio da extração de cotas dos dados SRTM. Tomando por base esses limites, foram gerados os mapas.

O mapa de geologia foi adaptado de MINEROPAR (2001), recortando os dados originais nos limites da sub-bacia fazendo as necessárias aferições e adaptações às novas classes geológicas atribuídas por Fernandes (1996).

O mapa de pedologia foi adaptado de EMBRAPA (1999), recortando os limites da bacia e atribuindo cores as classes de solo.

Os mapas hipsométrico e de declividade foram elaborados a partir de dados SRTM, obtidos do Projeto TOPODATA (VALERIANO, 2005) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), através da atribuição direta de cores sobre as classes de altitude, e do uso da ferramenta de cálculo de declividade do próprio SIG,

posteriormente atribuindo cores para as classes de declividade estabelecidas pela EMBRAPA.

Para elaboração do mapa de uso e ocupação do solo foram coletados informações de imagens de satélite Google por meio da interface Open Layers Plugin. A imagem base, coletada a partir do Google, atente o sistema de projeção: lat/long – WGS 84, Zona 22 Sul.

A edição da imagem iniciou-se com a delimitação da sub-bacia e posteriormente a poligonização de cada tipo de uso do solo, sendo que a classificação atende aos critérios de: vegetação ciliar, agricultura, pecuária, área urbana, silvicultura e fragmentos.

Após a elaboração do mapa temático foi quantificado a área em Km² de cada tipo de uso do solo através da ferramenta análise de vetores. Diante dessa quantificação tem-se a predominância do uso do solo na sub-bacia, podendo servir de tomada de ação diante de possíveis interferências sob o assoreamento do reservatório em questão.

4.3 QUALIDADE DA ÁGUA

As amostragens de água foram realizadas durante e após a dragagem nos meses de agosto a dezembro de 2013. Cinco pontos de amostragem foram distribuídos ao longo do rio e do reservatório: P1 após a barragem onde o rio volta a correr normalmente em seu leito; P2 próximo à barragem, P3 no centro do reservatório, P4 no início do lago e ponto P5, no rio antes do reservatório (Figura 1), os pontos foram distribuídos procurando caracterizar as diferentes regiões limnéticas do lago.

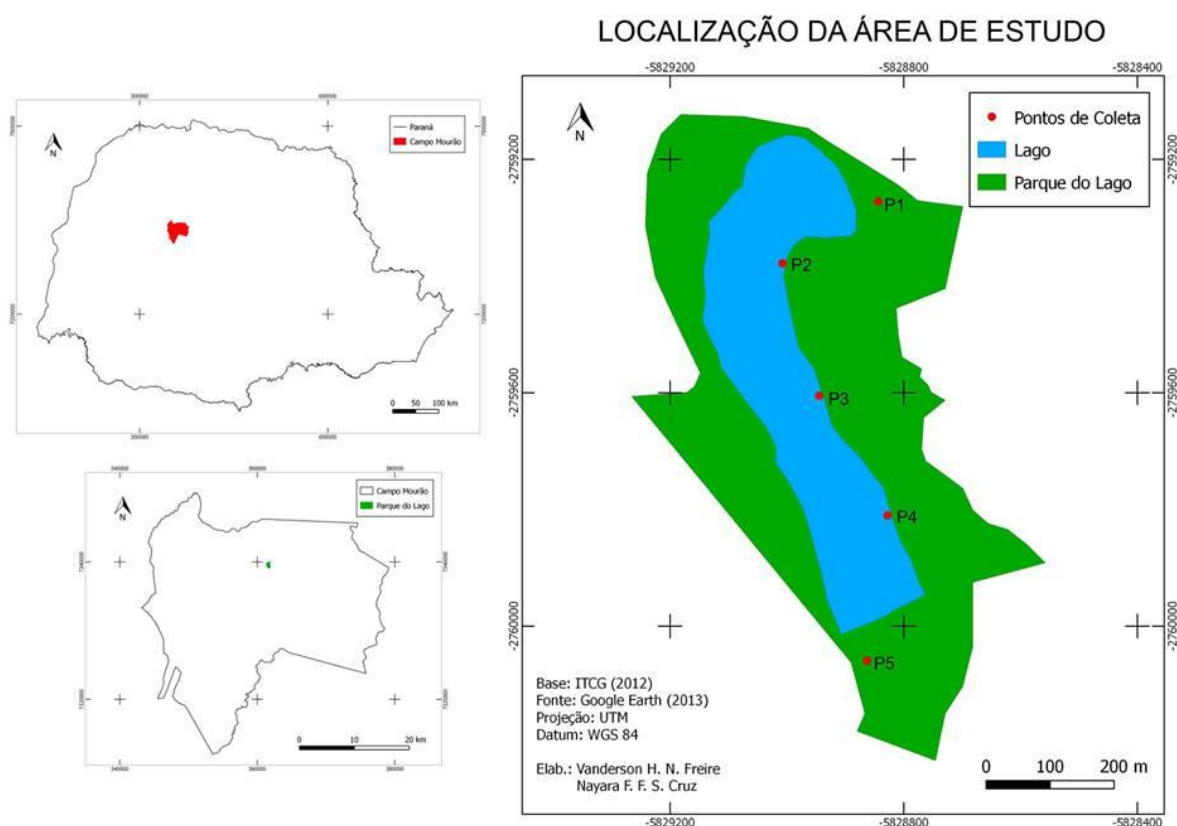


Figura 1 - Localização do Parque Municipal Joaquim Teodoro de Oliveira em Campo Mourão, Paraná e pontos de coleta de água (P1, P2, P3, P4 E P5)

O Potencial hidrogeniônico (pH) e o oxigênio dissolvido (OD) da água foram obtidos com a Sonda Multiparamétrica HANNA modelo HI9828. A cor foi medida pelo colorímetro HANNA modelo HI93727 e a turbidez obtida a partir do turbidímetro HANNA modelo HI93414.

Os sólidos totais, fíxos e voláteis seguiram a metodologia descrita em *Standard Methods* método 2540-E (RICE et al., 2012).

A análise de coliformes foi realizada pela técnica de fermentação de tubos múltiplos (RICE et al., 2012) que se baseia na fermentação em lactose dos meios nutritivos realizada pelos microrganismos, sendo a formação de gás o indicativo positivo. Foram realizados os testes presuntivos de coliformes termotolerantes e calculado o Número Mais Provável (NMP).

A pluviosidade foi obtida através do INMET disponível em <www.inmet.gov.br>, com estação convencional localizada em Campo Mourão, a fim de se comparar possíveis alterações nos dados de qualidade da água.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área de estudo compreende a Sub-bacia do Rio do Campo a montante do reservatório que se localiza no Parque Municipal Joaquim Teodoro de Oliveira. A Sub-Bacia apresenta 107km² e compreende aproximadamente 14% da área do município de Campo Mourão, Paraná.

O reservatório (Figura 2, círculo menor), é o ponto de descarga de sedimentos trazidos desde a parte mais alta, visto que, a construção da barragem acarreta na diminuição da velocidade da água e depósito das partículas.

A menor altitude, 532 metros, é encontrada nos leitos dos rios principalmente a leste. Altitudes maiores que 684 metros foram localizadas próximas as nascentes e principalmente no sul da sub-bacia. A sub-bacia pode ser considerada alta em relação ao município de Campo Mourão, que tem uma média de 585 metros de altitude (IPARDES, 2013).

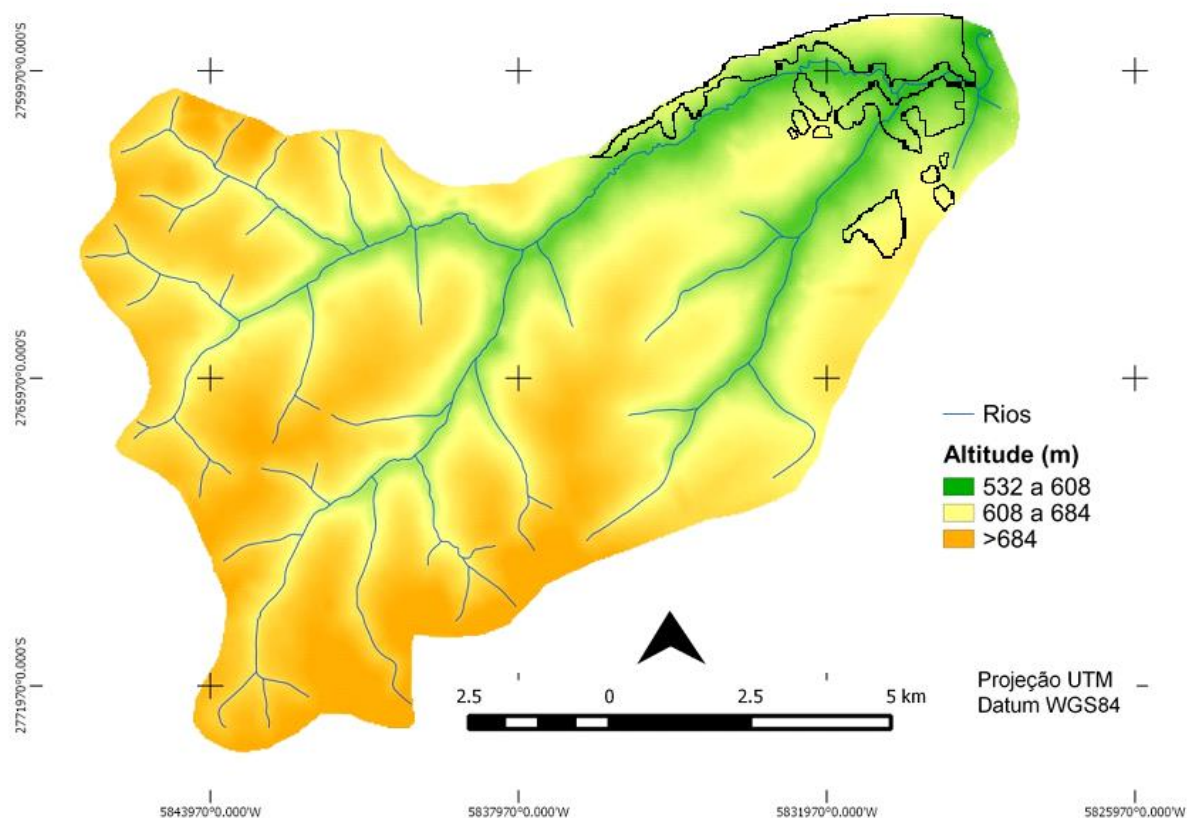


Figura 2 - Hipsometria da sub-bacia do Rio do Campo, Campo Mourão, PR, e a localização da área urbana do município.

Nota-se também que parte baixa, além do curso natural do rio, grande parte da sub-bacia é de menores altitudes, entre 532 a 608 metros, tornando propício o depósito de sedimentos, característica de área de várzea.

As áreas de várzeas, também conhecidas como planícies de inundação ou áreas de baixadas, são constituídas de solos originários de deposições de materiais transportados pelo curso d'água ou mesmo trazidos das encostas pelo efeito erosivo das chuvas (CALHEIROS et al, 2000), assim disponibilizando geralmente alta concentração de nutrientes (FAJARDO et al, 2009).

Com relação à declividade tem-se que predominam a classe plano a suave ondulado, que correspondem a faixa de 0 a 3% e 3 a 8% respectivamente (Figura 3), sendo localizadas nas maiores altitudes (Figura 2). A declividade máxima, superior a 20% é encontrada na parte noroeste da sub-bacia sendo caracterizada como forte ondulado (EMBRAPA, 2004).

A declividade está diretamente relacionada com a capacidade erosiva do solo, sendo assim quanto maior for a declividade maior será o carregamento de solo. O impacto das gotas da chuva desagrega a partícula de solo, isso se agrava com a retirada da cobertura vegetal, e a velocidade da enchurrada causada pela declividade da vertente ocasiona o transporte do mesmo para locais mais baixos, no caso deste estudo, para o reservatório.

As maiores declividades encontradas são localizadas próximas ao leito do rio, o que favorece a erosão e conseqüentemente assoreamento (Figura 3).

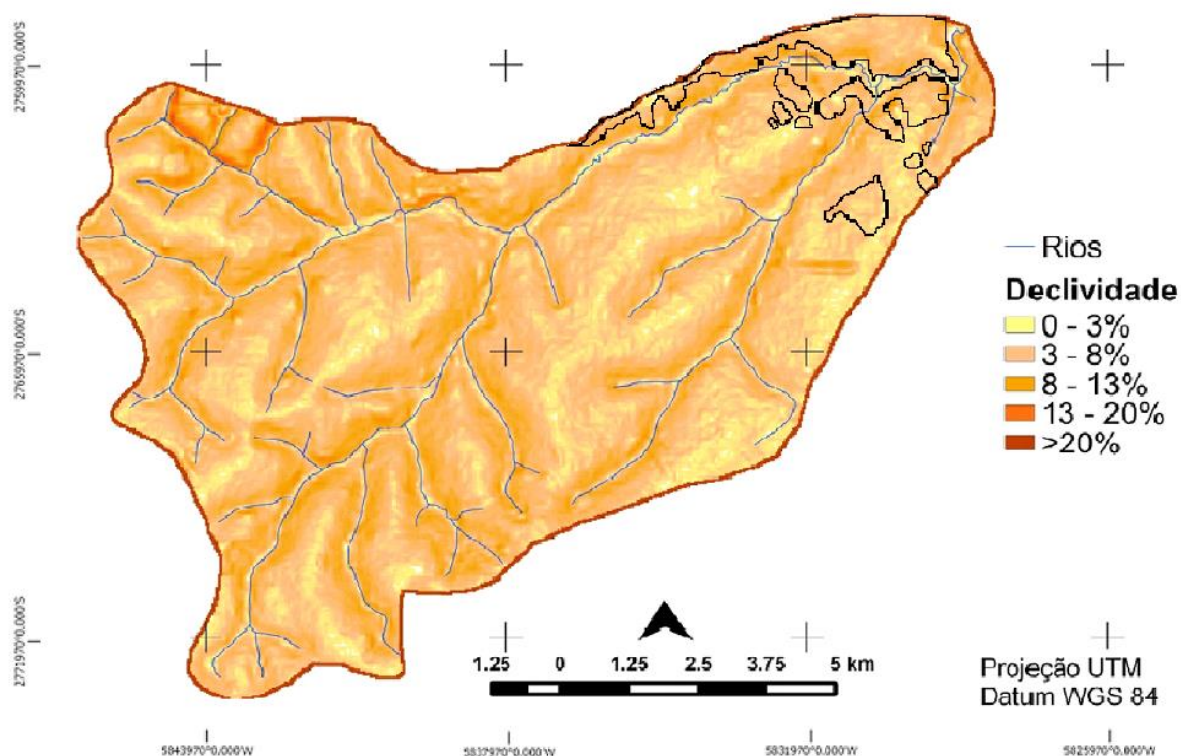


Figura 3 - Declividade da Sub-bacia do Rio do Campo, Campo Mourão, PR, e a localização da área urbana do município.

Além da declividade, outros fatores como a geologia, pedologia e uso e ocupação do solo também contribuem para a erosão.

Alguns solos sofrem mais erosão do que outros, mesmo que as condições de declividade, chuva, cobertura vegetal e práticas de manejo sejam idênticas. Essa diferença, devido à natureza do próprio solo, é denominada erodibilidade, também conhecida como vulnerabilidade ou suscetibilidade à erosão (BERTONI E LOMBARDI NETO, 1990).

Dentre o conjunto de fatores que influencia a erosão e conseqüentemente o assoreamento, a Formação Geológica é uma das mais importantes, visto que apresenta características intrínsecas, podendo ser naturalmente susceptível a tal processo, assim tornando-se imprescindível a caracterização geológica da área de estudo.

A sub-bacia do Rio do Campo é composta pelo Grupo Caiuá, Formação Goio Erê, com 24,5km², totalizando 26% na sua montante e o Grupo São Bento,

Formação Serra Geral, com 82,5km², representando 74% no centro e jusante da sub-bacia (Figura 4).

O Grupo Caiuá engloba as Formações Santo Anastácio, Rio Paraná e Goio Erê, sendo ocorrente no Brasil nos Estados do Paraná, São Paulo e Rio Grande do Sul. A Formação Goio Erê é constituída por arenitos quartzosos, marrom-avermelhados a cinza-arroxeados, finos a muito finos (ocasionalmente médios), ocorrendo no oeste e noroeste de Campo Mourão (FERNANDES e COIMBRA, 1996).

A Formação Goio Erê, associada ao clima da região, deu origem a solos com sérias restrições ao uso agrícola, pela suscetibilidade à erosão hídrica e eólica e à baixa fertilidade (MUZILLI et al., 1990).

Já o Grupo São Bento é formado por uma sequência clástica predominantemente arenosa com boa permeabilidade na base, representada pelas Formações Pirambóia e Botucatu, enquanto no topo ocorrem expessas rochas extrusivas básicas da Formação Serra Gerral (STRUGALE et al., 2004).

A Formação Serra Geral foi produzida por derrames basálticos causados pelo magma que fluiu das fendas causadas pelo tectonismo de distensão (SOUZA, 2007). O principal litótipo é o basalto, de cor preto a cinza escuro, fino a afanítico, maciço. Os afloramentos são em forma de estruturas colunares, desagregadas geralmente em blocos e matações arredondadas com estrutura do tipo esfoliação esferoidal e superfície amarelo-esverdeada (LACERDA, 2006).

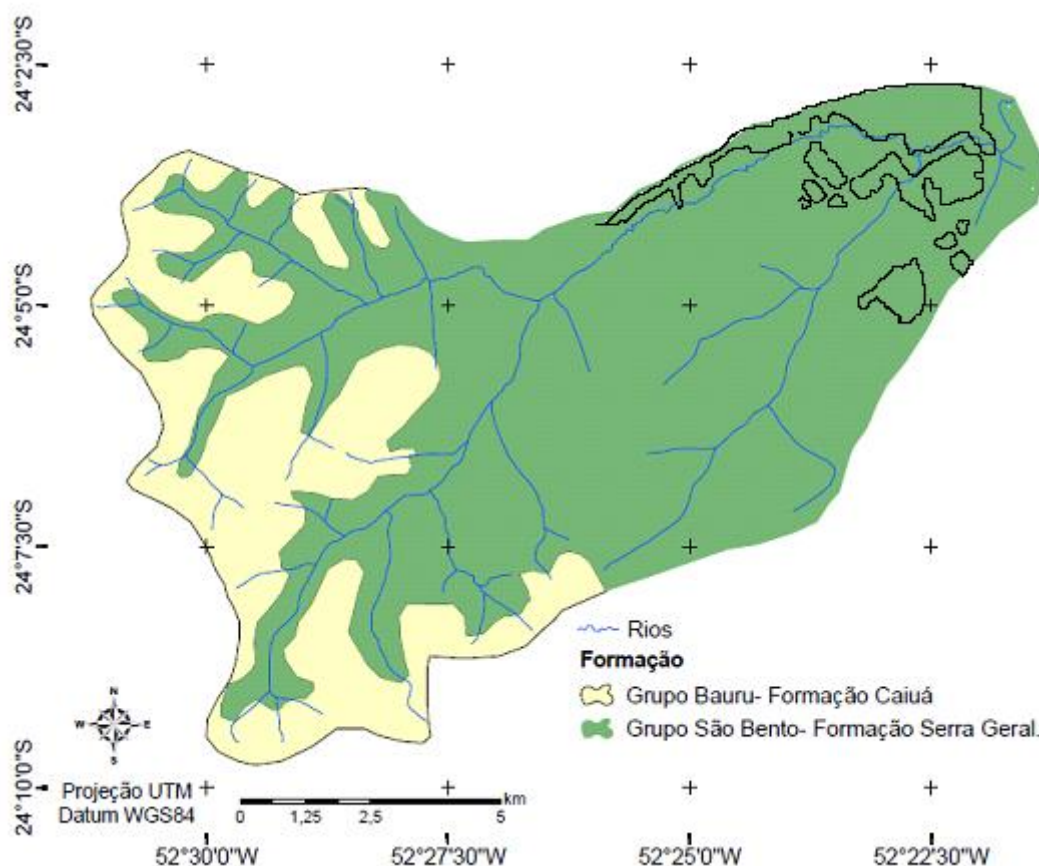


Figura 4 - Geologia da Sub-bacia hidrográfica do Rio do Campo, Campo Mourão, PR, e a localização da área urbana do município.

As nascentes se localizam predominantemente sob o Grupo Caiuá que é formado de sedimentos arenosos, bastante susceptíveis a erosão, e, além disso, estão associados à declividade mais acentuada, conforme Figura 2, o que acarreta em um maior transporte do mesmo através dos canais.

O arenito Caiuá ocupa 16% da área total do Paraná e 21% do município de Campo Mourão. Apresenta, no entanto, solos com alta suscetibilidade à erosão que, devido a sua fragilidade e manejo encontra-se em adiantado grau de degradação física e química com níveis críticos de matéria orgânica (IAPAR, 1999).

Ao passo que se percorre o leito do Rio em direção a jusante, a Formação Geológica passa a ser do Grupo São Bento, que originam solos com argilominerais secundários que além de ser localizada em menor declividade na área de estudo, são naturalmente mais resistentes a erosão.

Sob essas Formações Geológicas ainda tem-se solos com diferentes características. Na sub-bacia do Rio do Campo foram identificados duas classes de solo, o ARGISSOLO VERMELHO e LATOSSOLO VERMELHO (Figura 5).

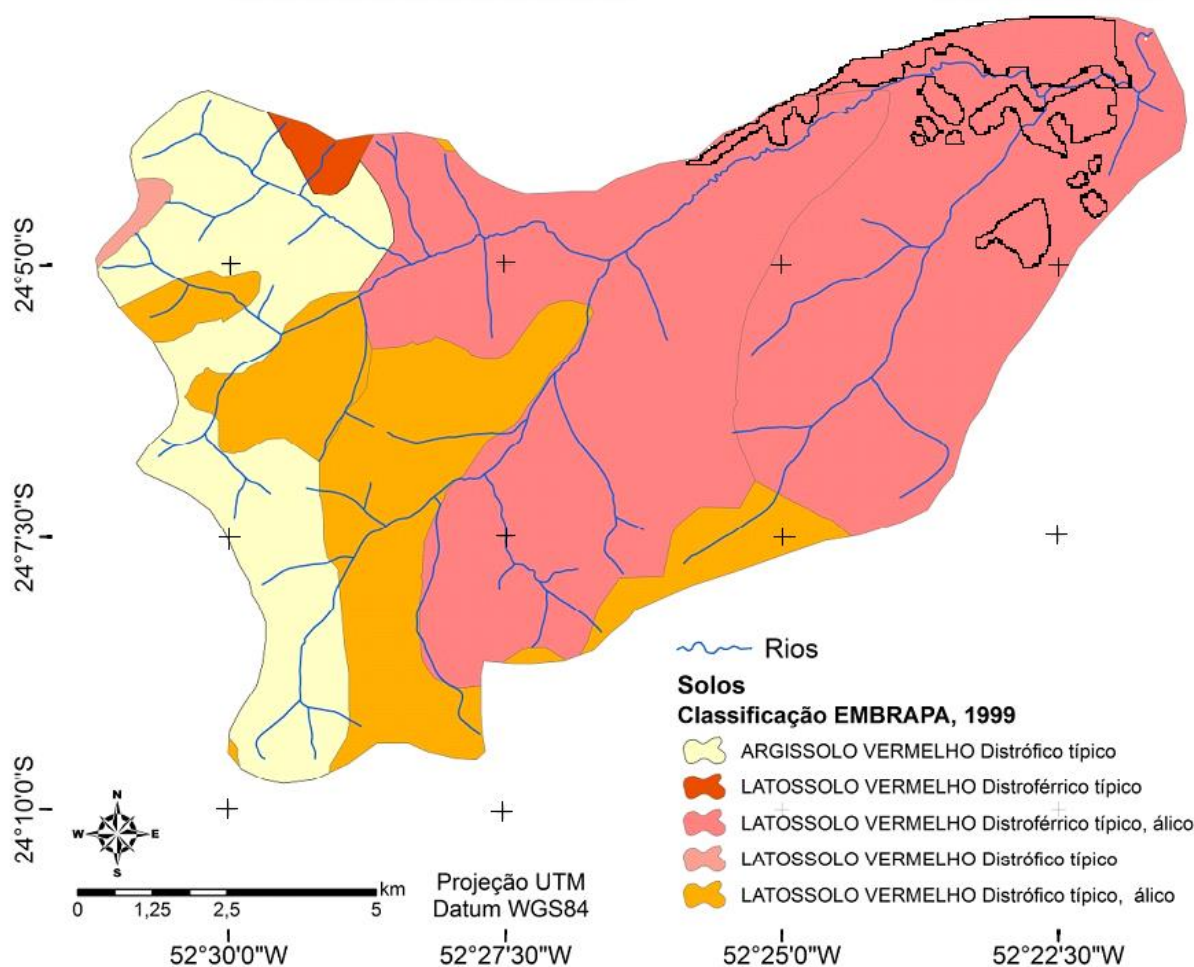


Figura 5 - Classes de solo na Sub-bacia do Rio do Campo, Campo Mourão, PR, e a localização da área urbana do município.

A distribuição dos solos no Noroeste do Estado do Paraná, frequentemente associa aos Latossolos o grau de entalhe da rede de drenagem, ou seja, no relevo de colinas amplas a rede de drenagem apresenta-se pouco entalhada e menos densa, enquanto que os Argissolos mais entalhada e densa. Os principais solos encontrados nesta região do Estado correspondem aos Latossolos Vermelhos com textura média a arenosa e os Argissolos Vermelhos com textura arenosa (COUTO, 2013).

Os Argissolos são solos minerais não hidromórficos e com contrastes texturais importantes entre os horizontes A e B, onde o horizonte diagnóstico B textural (Bt) apresenta geralmente uma macroestrutura em blocos ou prismática bem

desenvolvida e a presença de cerosidade na superfície dos torrões ou nos poros (SANTOS, 2000).

Os Argissolos têm como característica o transporte de argila do horizonte superficial A e E para o subsuperficial Bt, geralmente acompanhado de boa diferenciação também de cores e outras características. A profundidade dos solos é variável, mas em geral são pouco profundos e profundos. São juntamente com os Latossolos, os solos mais expressivos do Brasil, sendo verificados em praticamente todas as regiões (EMBRAPA, 2011).

O Argissolo Vermelho tem teores altos de óxidos de ferro presentes do material originário em ambientes bem drenados. Ocorrem geralmente em relevos ondulado e em áreas menos declivosas (EMBRAPA, 2011), o que se confere na área de estudo, sendo utilizado pela agricultura mecanizada, mesmo distrófico, ou seja, de baixa fertilidade.

Já os Latossolos são solos minerais não hidromórficos com horizonte diagnóstico B latossólico (Bw) de coloração vermelha, sendo geralmente profundos e homogêneos podendo apresentar estrutura maciça ou em blocos subangulares fracos que podem no caso de apresentarem textura argilosa, se desfazerem em granular de grau forte (SANTOS, 2000).

Os Latossolos são geralmente de boa drenagem e quase sempre com baixa fertilidade natural. O Latossolo Vermelho ocorre em áreas de relevo plano e suave ondulado, propiciando a mecanização agrícola. As limitações deste tipo de solo se referem à baixa quantidade de água disponível às plantas e a susceptibilidade à compactação (EMBRAPA, 2011).

Neste estudo, além da quantificação da Formação Geológica, também faz-se necessário quantificar as classes de solo (Tabela 1), pois a área de arenito (27,75Km²) é maior do que a área de Argissolo (18,82Km²), mostrando que além deste, algumas áreas de Latossolo também podem ser influenciadas por essa alta concentração de areia, vindo a ser igualmente susceptível aos processos erosivos.

Tabela 1. Área dos solos na sub-bacia do Rio do Campo, Campo Mourão, PR.

1º Nível Categórico	1º, 2º, 3º, 4º e 5º nível categórico	Km ²
Argissolo (17,5%)	ARGISSOLO VERMELHO DISTRÓFICO típico	18,82
	LATOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRRICO típico	0,93
Latossolo (82,5%)	LATOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRRICO típico álico	65,90
	LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO típico	0,45
	LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO típico álico	21,10

A maior representabilidade dos solos se dá pelo LATOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRRICO típico álico, localizado em toda a região central e de jusante da sub-bacia (Tabela 1). Sendo este tipo de solo considerado de baixa fertilidade e teores de ferro e expressivo teor de alumínio (IBGE, 2007).

Mesmo com baixa fertilidade, o uso e ocupação do solo no local de estudo são caracterizados principalmente pela atividade da agricultura, que se estende por grande parte da sub-bacia (Figura 6).

O expressivo teor de alumínio e a baixa fertilidade prejudicam a nutrição e o desenvolvimento das plantas, sendo indispensável à utilização de tecnologias de correção e fertilização do solo na camada arável (primeiros 20 cm de solo) viabilizando os sistemas de produção agrícola (OLIVEIRA, et al 2005).

A adaptação dos solos a agricultura pela reposição de nutrientes é comumente realizada, sendo os principais macros e micronutrientes adicionados o nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, cobre, manganês e zinco. Já a correção da acidez do solo é realizada geralmente mediante calagem (adição de calcário para aumento de pH) (EMBRAPA, 2004).

Dentre os nutrientes lixiviados o nitrato e o fósforo são os que mais causam impactos em ecossistemas fluviais, sua contaminação é a principal causa de eutrofização nos ecossistemas lóticos e lênticos (AGUIAR, et al 2013). E a lixiviação do calcário para os rios e lagos causam a basificação do pH da água (QUEIROZ e BOEIRA, 2006).

Sob os solos do Grupo Caiuá não há indicação de adubação, pois os solos com teores de argila abaixo de 15% não são indicados para o cultivo de culturas temporárias, pois esses solos arenosos de textura leve são extremamente suscetíveis à erosão (EMBRAPA, 2004).

Ainda pode-se notar que os solos distróficos são aqueles sobre a Formação Goio Erê, e os solos distroférricos aqueles que se desenvolveram sobre a Formação Serra Geral, ou seja, quanto maior a textura arenosa no solo, menor sua fertilidade e teor de ferro.

Sobre o uso e ocupação do solo (Figura 6), tem-se que as duas Formações Geológicas e todos os solos são utilizados para a agricultura, e essa utilização mecanizada é propiciada pela declividade não acentuada na maior parte da sub-bacia.

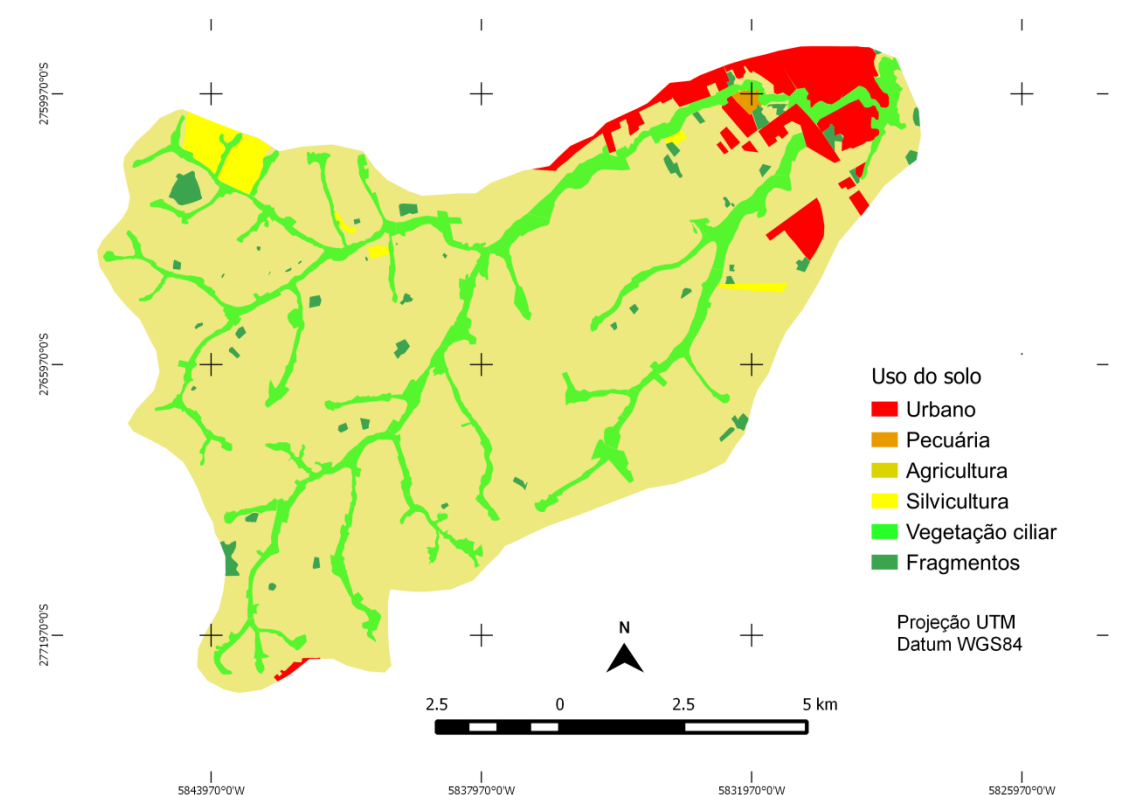


Figura 6 - Uso e ocupação do solo da sub-bacia do Rio do Campo, Campo Mourão, PR.

A área urbana do município de Campo Mourão, 5% da sub-bacia (Figura 6) se encontra parte baixa, e contribui com o despejo de água e sedimentos trazidos da cidade pelas galerias pluviais até o reservatório. As estradas de terra, construídas em direção ao reservatório também levam a enxurrada para o mesmo destino, causando o aumento do assoreando.

A prevenção da erosão na parte urbanizada do município pode ser realizada por meio de um conjunto de ações que devem abranger toda sua extensão e

principalmente nos locais de declividade acentuada e de solo arenoso. De acordo com Carvalho (2008), os municípios devem ter um eficiente sistema de drenagem urbana, com limpeza de ruas, bueiros, boca-de-lobo e de todo o sistema, assim evitando entupimentos e outros problemas de ineficiência.

No reservatório objeto deste estudo, alguns sistemas de drenagem urbana da cidade acabam tendo-o como seu percurso final, porém não se notou a presença de assoreamento no local de despejo das águas pluviais, mas sabe-se que os resíduos que adentram pelos beiros podem ser transportados até o reservatório, contribuindo para a sua contaminação e assoreamento.

A agricultura que ocupa mais de 79% da sub-bacia mostra-se a de maior potencial impactante, pois a ocupação ocorre predominantemente no Argissolo próximo as nascentes, o que além de assorear as mesmas devido o manejo do solo e a falta de vegetação adequada ainda é transportado pela rede hidrográfica e se deposita no reservatório assoreando-o.

Outra característica importante é que quase toda a rede hidrográfica é envolta por vegetação ciliar, exceto próximo à área urbana (Figura 6). Porém essa vegetação já alterada é formada na sua maior parte por arbustos e gramíneas, o que diminui a proteção contra a erosão.

A vegetação ciliar ocupa 12% da sub-bacia e mesmo alterada é uma importante aliada à contenção dos sedimentos vindos da vertente, além de controlar a erosão nas margens dos rios e assim prevenindo o assoreamento.

Campos e Landgraf (2001) citam que a presença de mata nativa ao longo dos cursos d'água é importante, pois servem como barreira para o escoamento da enxurrada e acarretam na diminuição da velocidade destas correntes. Isto possibilita que as plantas utilizem essas águas por mais tempo e que permanessem no aquífero subterrâneo, contribuindo conseqüentemente para evitar o transporte de sedimento aos cursos d' água.

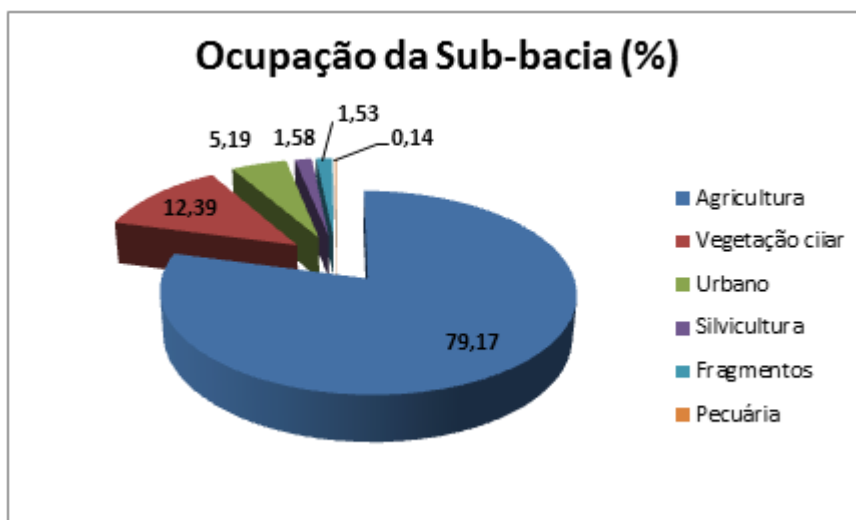


Figura 7 - Porcentagem de ocupação da Sub-bacia do Rio do Campo, Campo Mourão, PR.

Guerra (1994) destaca que a cobertura vegetal dos solos é uma das ações mais importantes à proteção contra os processos erosivos, pois reduz os impactos das gotas de chuva sobre o terreno, além de proporcionar uma maior estabilidade aos solos.

Com relação aos fragmentos de vegetação eles representam apenas 1,53% da ocupação do solo na área de estudo, se encontram relativamente em grandes quantidades, porém de pequenos tamanhos e concentrados na parte superior e inferior da sub-bacia. Dessa forma os fragmentos não possuem uma conectividade e assim o corredor biológico se restringe a vegetação ciliar.

A sobreposição de todos esses fatores abióticos que caracterizam esta Sub-bacia do Rio do Campo determina a sua forte instabilidade referente aos processos erosivos, principalmente na formação Caiuá localizada na parte superior, mas que se reflete em toda sua extensão. A declividade mais acentuada nesta região e a ocupação pela agricultura intensiva acelera ainda mais esse processo.

A região do Rio do Campo onde foi construído o reservatório apresenta ainda características de banhado com predominância de macrófitas aquáticas, devido principalmente às condições de relevo aplainado e grande secção transversal úmida. Com estas condições as plantas aquáticas se desenvolveram em grandes quantidades e formaram bancos de plantas com reservas de sementes. Estas adentram o reservatório e formam uma barreira o que aumenta a deposição de sedimentos vindos do rio.

Os sedimentos da sub-bacia que escoam para a calha fluvial são transportados e se depositam no reservatório devido às condições de remanso da água que facilita a decantação. Por essas condições são realizadas as dragagens no reservatório do Parque Municipal Joaquim Teodoro de Oliveira.

A qualidade da água e a vida bentônica passam então por dois períodos distintos: o primeiro, com o transporte dos sedimentos até o reservatório os fatores físicos como a turbidez e a cor são os mais alterados, visto que partículas menores percorrem grande parte do reservatório e se depositam próximos a barragem; o segundo se dá no desassoreamento onde há uma nova mudança no leito do rio, revolvimento e ascensão de substâncias e partículas que estavam inertes.

Assim, a dragagem, medida corretiva realizada pela prefeitura do município com convênio com o Instituto das Águas do Paraná teve como principal objetivo o controle de cheias a montante, ainda tem finalidade de melhorar os aspectos ambientais do reservatório e retomá-lo a fim de proporcionar lazer aos visitantes.

No local deste estudo, a dragagem mecânica foi realizada por meio de retroescavadeira, onde os sedimentos foram coletados e dispostos em caminhão caçamba para o transporte. Sendo realizada apenas na entrada do reservatório, correspondendo a 10.000m².

Para a dragagem, o reservatório foi esvaziado com a abertura das comportas, onde se manteve-se apenas um leito principal por onde a água do rio encontrava a comporta e seguia seu percurso, sem acumulação. Dessa forma as retroescavadeiras retiravam o sedimento das laterais do córrego, não influenciando diretamente na qualidade da água.

Estudos sobre a qualidade da água nessas condições de dragagens são praticamente inesistentes, visto que apenas pequenos reservatórios têm essa possibilidade de esvaziar o acúmulo de água para o desassoreamento. A maioria das dragagens é realizada por meios de sucção (LUSCHI, 2014) e assim podem comprometer mais a qualidade da água.

Ainda temos que o desassoreamento geralmente é acompanhado de monitoramento da qualidade da água e do sedimento apenas em grandes reservatórios de usinas hidrelétricas e portos marítimos. Assim, faz-se necessário a comparação dos dados obtidos neste estudo com os valores estabelecidos na Resolução CONAMA 357/05 que dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e parâmetros de qualidade.

Para melhor compreensão dos resultados, a pluviosidade deve ser considerada (Figura 8), pois promove o carregamento de solo, matéria orgânica e outros compostos para o corpo hídrico, onde influenciam a qualidade da água. A precipitação é o fator climático de maior importância na erosão hídrica do solo, devido à ação erosiva exercida pelo impacto das gotas e pelo escoamento superficial produzido (PEREIRA, 2000).

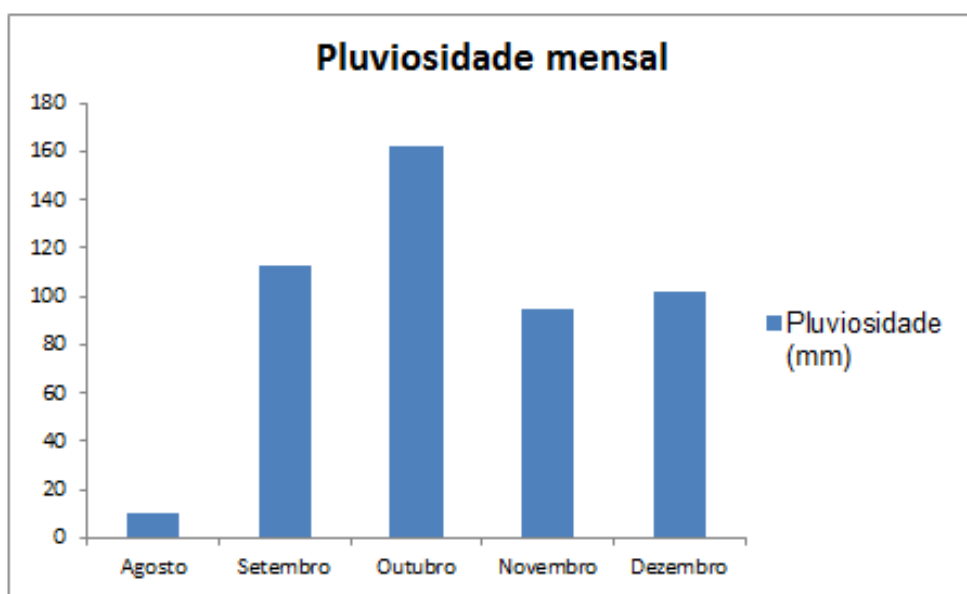


Figura 8 - Pluviosidade mensal durante o estudo na sub-bacia do Rio do Campo, Campo Mourão, PR. (somatória das pluviosidades diárias).

O mês de agosto foi o que menos sofreu influência da pluviosidade, não ocorrendo registro de precipitação no mínimo cinco dias antes da coleta. No mês de setembro, quatro dias antes da coleta da amostra havia precipitado 9,1mm. Em outubro houve a maior influência, precipitando cerca de 76,8 mm apenas três dias antes da coleta. Em novembro apenas 4,7mm no dia anterior a coleta e em dezembro 42,1mm três dias antes.

O Rio do Campo é classificado como de Classe II, assim tem como limite para cor e turbidez respectivamente 75 mg Pt/L e 100 UNT. Porém, nota-se que no mês de outubro a turbidez excedeu os limites máximos em dois dos 5 pontos amostrados e a cor em todos os meses as amostras se mantiveram acima dos limites (Figura 9).

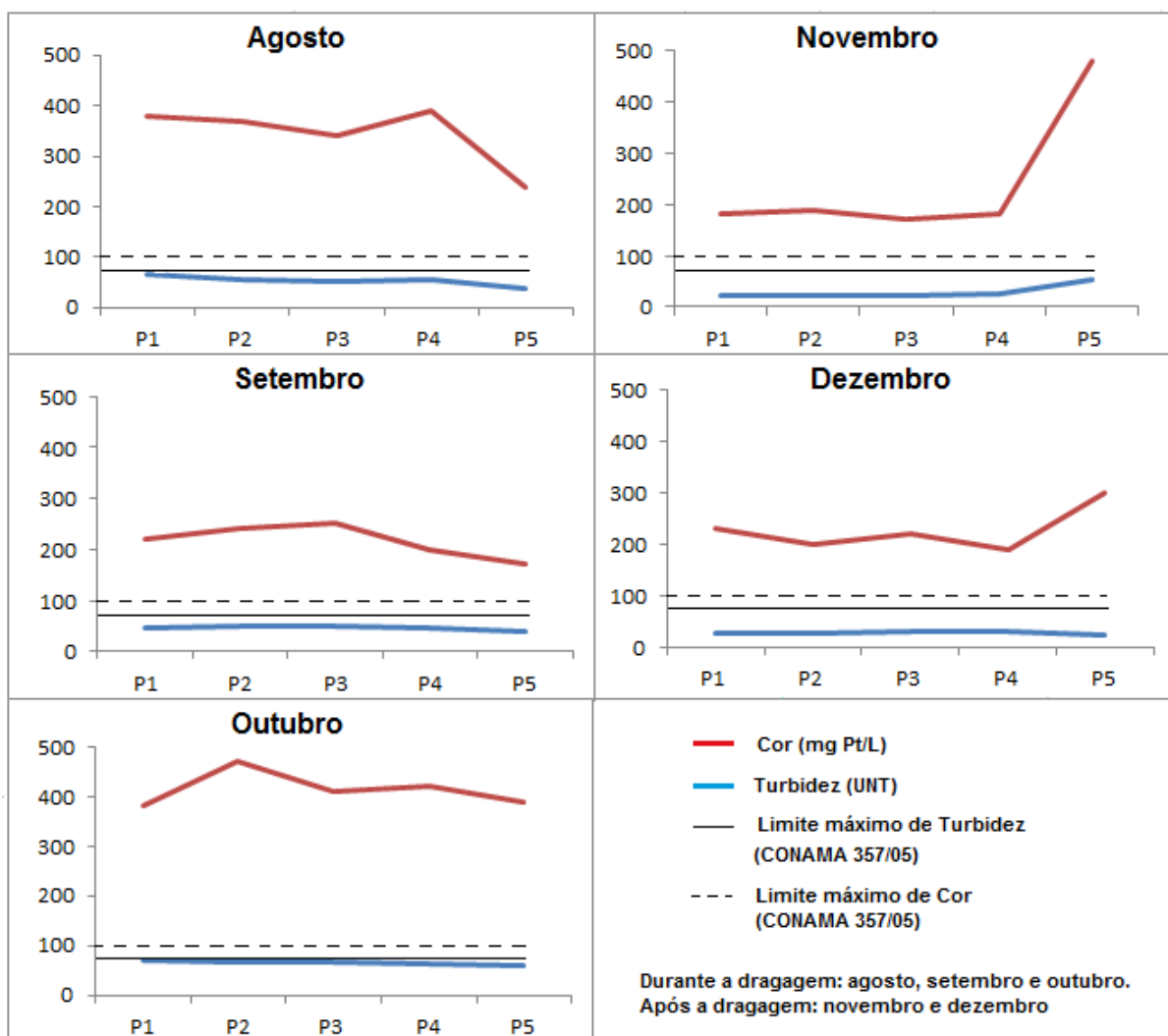


Figura 9 - Cor e Turbidez dos pontos amostrados no reservatório durante e após a dragagem do Rio do Campo, Campo Mourão, PR.

Nos três primeiros meses (durante a dragagem) a cor e a turbidez se mostraram geralmente mais altos do que nos meses seguintes (após a dragagem), indicando a interferência do desassoreamento na qualidade da água do reservatório. Também esta associada a isso a interferência das chuvas principalmente no mês de outubro.

Durante a dragagem o ponto P5 (entrada do reservatório) tem valores menores de cor em relação aos outros pontos. Após a dragagem e o enchimento do reservatório isso se reverte e passa a apresentar os maiores valores. A dragagem exerceu maior influência na cor no início do reservatório, pois durante a retirada de sedimento o interior do reservatório se comportou de maneira lótica, o que reduz a

retenção de substâncias. O enchimento conseqüentemente a redução da velocidade da água acarretou em maior retenção de substâncias e elevação dos níveis de cor.

Durante a dragagem os pontos não se diferenciaram quanto a turbidez e mais uma vez com o enchimento do reservatório (novembro) influenciou no ponto 5, com aumento da turbidez, todavia em dezembro a concentração da turbidez no ponto 5 foi a menor do mês.

Em outubro foram conferidos os maiores níveis tanto de turbidez quanto de cor. Vale ressaltar que esses resultados podem ter influência da pluviosidade, que três dias antes da coleta houve a precipitação de 76,8mm, inclusive ocasionando queda de taludes a beira do rio na entrada do reservatório e do ponto de amostragem (Figura 10), interferindo nos resultados obtidos.

Valores de turbidez dentro dos limites impostos na Resolução também foram encontrados no lago urbano de Umuarama, onde variavam de 15 a 50 UNT sem dragagem. Conceição et al, (2009), ainda que as maiores concentrações de turbidez foram referentes a períodos chuvosos.

Os solos da sub-bacia, principalmente aqueles desenvolvidos no Grupo Caiuá, se apresentam naturalmente susceptível a erosão e carregamento (EMBRAPA, 2004), além disso, a falta de vegetação ciliar adequada ao longo de toda a bacia facilita o aporte dessas substâncias para o corpo hídrico com maior intensidade e frequência.

Além das variáveis climáticas, a variação do nível do rio é um fator muito importante na erosão marginal, pois controla a atuação de forças de origem fluvial sobre os materiais das margens (CORREIA e SOUZA FILHO, 2009).



Figura 10 - Taludes após a queda devido o excesso de umidade no solo na entrada reservatório, Parque Municipal de Campo Mourão, PR.

No mês de novembro, quando o reservatório já estava cheio, foram conferidos os mais baixos níveis de turbidez e cor, porém o último ainda acima dos limites estabelecidos na Resolução CONAMA 357/05. Nesse mesmo mês, no ponto P5, porém houve uma grande variação dos dois parâmetros, com a turbidez aumentando 28,6 UNT com relação ao ponto mais próximo e a cor 300 mg Pt/L. Isso pode ter ocorrido pela grande quantidade de substâncias retidas pelas macrófitas aquáticas na entrada do reservatório, pela atuação das capivaras que revolvem o solo nesta região e também pela diminuição da velocidade da água.

Com relação aos parâmetros sólidos, foram analisados em sólidos fixos e sólidos voláteis, sendo o primeiro a fração inorgânica e o segundo a fração orgânica da amostra. O maior valor de sólidos totais foi de 145mg/L, porém não é estabelecido na Resolução CONAMA 357/05 um limite máximo para esse parâmetro.

O Rio Água KM 123 que faz limite ao norte da sua-bacia do Rio do Campo, apresentou valores de sólidos totais entre 80 a 240 mg/L segundo estudo realizado por Gusmão et al (2007), enquanto que nesse estudo variou entre 41 a 145 mg/L.

Considerando que durante as três primeiras coletas o reservatório estava sendo dragado, os sólidos totais são considerados baixos.

Os baixos valores de sólidos totais podem ser reflexo do tipo de arraste das partículas de areia do Grupo Caiuá, que são mais pesadas, e por isso tendem a ter o transporte pelo arraste ou saltação próximos ao fundo do leito do rio (FILHO, 2012)

A fração inorgânica é maior em quase todas as amostras de água, exceto no mês de outubro (Figura 11), onde os sólidos orgânicos podem ter influência da pluviosidade, assim como os parâmetros cor e turbidez, pelo impacto no arraste de partículas e na sedimentação do reservatório. Variações conjuntas entre estes parâmetros são comumente observadas (TEIXEIRA e SENHORELO, 2000).

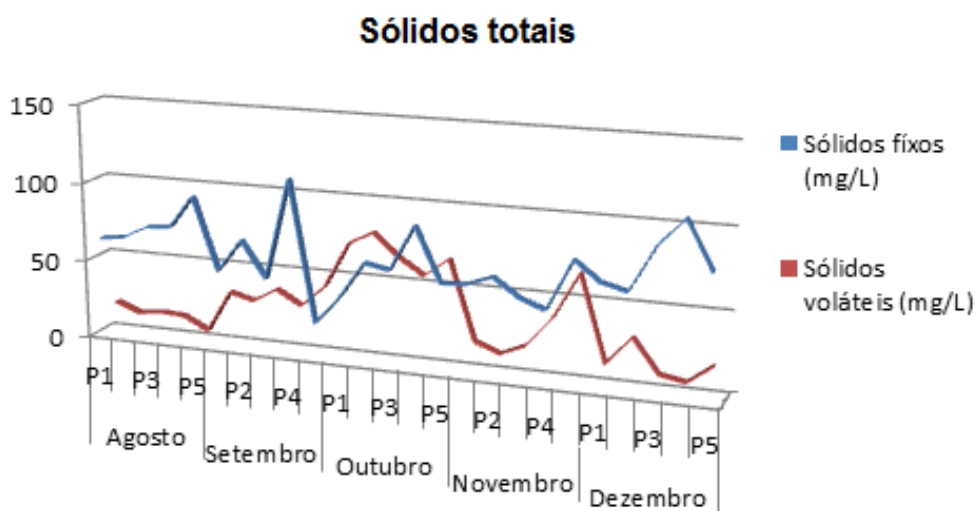


Figura 11 - Sólidos totais amostrados nos meses de estudo no reservatório do Parque Municipal de Campo Mourão, PR.

Os sólidos podem causar danos a vida aquática ao sedimentar no leito dos rios destruindo organismos que fornecem alimentos ou, também, danificar os abrigos e lugares de reprodução. Também ocasionam a diminuição da incidência de luz, e podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbia (TRENTIN E BOSTELMANN, 2010).

Nos três primeiros meses (durante a dragagem), o ponto P1 localizado após a barragem, apresentou os maiores valores de sólidos voláteis se comparado com os outros pontos. Após o enchimento do reservatório e devido à retenção de substância pelo mesmo, o ponto P1 apresentou valores menores de compostos

orgânicos. Isso significa que a mudança de dinâmica da água acarretou, perante a decantação, a permanência das substâncias dentro do reservatório.

O ponto P4 ao longo dos meses de estudo tem as maiores concentrações de sólidos fixos, possivelmente por ser o primeiro ponto após as retroescavadeiras que retiravam o sedimento do lago, assim o desliscamento e o araste do solo exposto afetava-o primeiramente devido a proximidade.

Neste estudo o pH se manteve entre 5,04 e 6,24 nos meses de agosto a outubro, neste último mês mostrando os menores valores, possivelmente pelo aporte de matéria orgânica provocada pela precipitação (Figura 12).

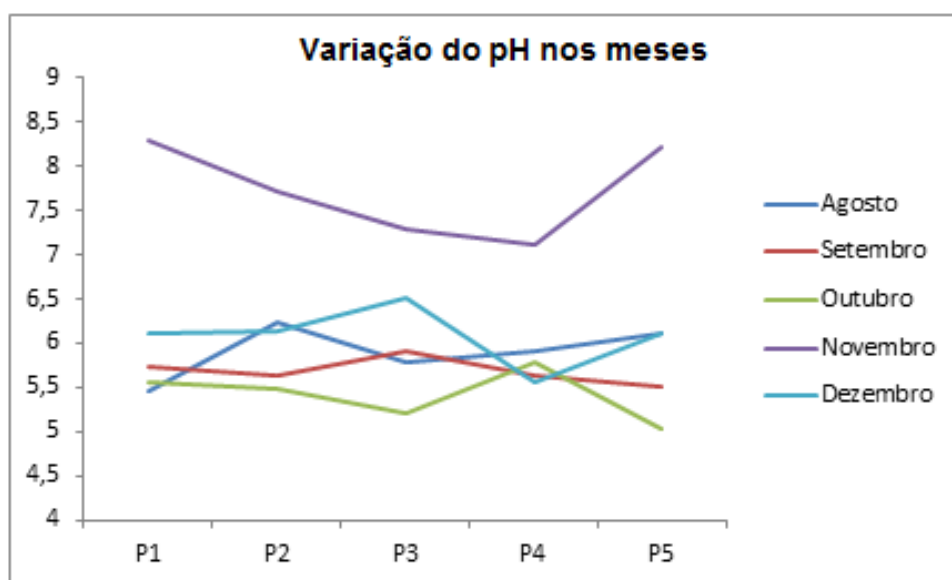


Figura 12 - Variação do pH durante e após a dragagem no reservatório do Parque Municipal de Campo Mourão, PR.

Segundo Maier (1987) uma pequena diminuição no pH pode estar associado ao aumento no teor de matéria orgânica que leva a consequente queda na quantidade de oxigênio dissolvido disponível no corpo d'água. Para essa autora o pH nas águas dos rios brasileiros varia de neutro a ácido e pode se alterar ao longo do rio. O comportamento de rio no reservatório durante os três primeiros meses de estudo apontaram pH mais ácido.

Em novembro, quando o reservatório foi cheio, os valores de pH aumentaram significativamente, chegando a 8,3, podendo ser indício de que com a formação do reservatório em um período chuvoso, o carregamento e a retenção das substâncias contidas no solo agrícola, principalmente a cal utilizada para diminuir a

acidez dos solos desta sub-bacia, pode ter basificado o pH da água (QUEIROZ e BOEIRA, 2006).

O estudo geomorfológico mostrou que os solos da sub-bacia são de baixa fertilidade natural e ácidos, levando o agricultor a utilizar compostos para corrigir essas características e melhor desenvolvimento da plantação. Porém essas substâncias podem adentrar o corpo hídrico e causar alterações adversas na qualidade da água. Ainda com as estradas de terra das lavouras direcionadas para o lago o aporte de substâncias indesejadas chega mais fácil e rapidamente com a chuva.

As enxurradas derivadas das precipitações carregam muito sedimento para os cursos d'água, e, com esses sedimentos estão nutrientes, agrotóxicos e tudo o mais que pode ser conduzido por essas águas. Uma vez estando no reservatório essas substâncias sofrem transformações diversas que podem, inclusive, afetar a qualidade da água a jusante. Proliferação de algas e outros efeitos são consequências dessas transformações (CARVALHO, 2000).

As galerias de águas pluviais também contribuem para a entrada de matéria orgânica e inorgânica no lago, pois parte dessas levam a água da chuva da cidade para o lago, o que pode influenciar também os valores de pH.

De modo geral, durante a dragagem verificou-se valores de pH próximo a de rios de água corrente, ácidos (Figura 12). Os valores também ficaram em desacordo com a Resolução CONAMA 357/05 que para esta categoria de rio deveriam permanecer entre 6 e 9, sendo 56% das amostras abaixo do limite. Com o enchimento do reservatório o pH se tornar mais neutro ou básico ficando de acordo com a Resolução no mês de novembro e em dezembro houve redução no valor de pH, porém apenas o ponto P4 ficou abaixo do limite.

Outros estudos realizados em lagos urbanos em Goiás, verificou-se 75% das amostras de pH ficaram fora dos limites estabelecidos pela Resolução (PAULA, et al 2013).

O oxigênio dissolvido foi medido no mês de agosto durante a dragagem e no mês de dezembro, após o enchimento do reservatório. O OD se apresentou de acordo com a Resolução CONAMA 357/05, onde para rios de Classe 2, não deve ser inferior a 5 mg/L O₂, sendo a única exceção o ponto P5 depois da dragagem, que apresentou OD igual a 4,35 mg/L O₂. (Figura 13).

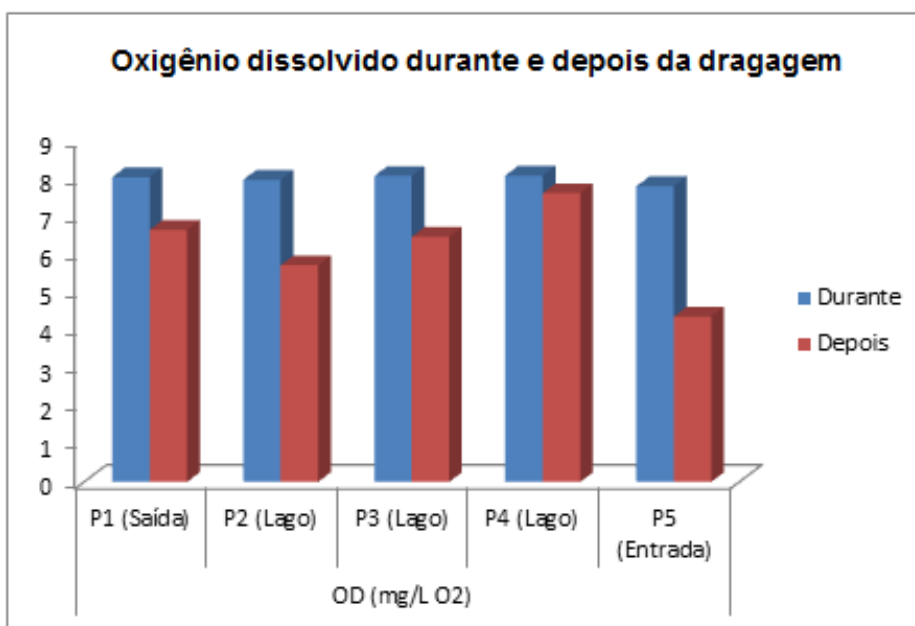


Figura 13 - Comparação entre o OD durante e após a dragagem no reservatório do Parque Municipal de Campo Mourão, PR.

A diminuição do OD depois do enchimento do reservatório pode ser devido a diminuição da turbulência da água e o ressurgimento do ambiente lântico, assim como a maior probabilidade de matéria orgânica em decomposição. Já no ponto P5, havia grande quantidade de sólidos em suspensão, turbidez e cor, e possivelmente a grande quantidade de matéria orgânica presente entre as macrófitas aquáticas foi preponderante para a diminuição do OD.

Durante a dragagem todos os valores de OD se mantiveram praticamente constantes e de acordo com a Resolução CONAMA 357/05. Na entrada do reservatório (ponto P5) a concentração de OD é a menor, ao entrar no lago (P4) a concentração aumenta e cai gradativamente ao passar pelos pontos P3 e P2. Ao chegar na saída do reservatório e pela passagem da água pela barragem a concentração de OD aumenta novamente.

O mesmo ocorre após o enchimento do reservatório, porém os níveis de concentração de OD são significativamente menores, principalmente no ponto P5.

As duas amostras coletadas no ponto P4 obtiveram as maiores concentrações de OD (8,06 e 7,6mg/L), isso pode ser consequência da dragagem realizada apenas nessa região do reservatório (entrada), e que ao aumentar a profundidade pôde causar o revolvimento da massa d'água e a aeração.

O ponto P5 recebe a carga orgânica do rio e também é influenciado pela ação do revolvimento do fundo do leito do rio pelas capivaras. Assim com o aporte dessas substâncias na água novamente, diminui a concentração de OD. Pode-se afirmar então que a relação direta de sólidos, cor e turbidez são inversas com relação ao OD, ou seja, a maior concentração de OD na água confere valores de sólidos, cor e turbidez menores, então melhor a qualidade da água.

Segundo estudo realizado por Takeda et al., (2011), o OD no lago urbano de Umuarama, Paraná, as concentrações médias variaram entre 2,45 a 6,5 mg/L. Em Londrina, Paraná, as concentrações de OD no lago de Iguapó variou de 2,5 a 12 mg/L (GONÇALVES, 2008)

Os coliformes termotolerantes se mostraram nitidamente influenciados pela pluviosidade, no mês de outubro ultrapassaram os limites máximos estabelecidos na Resolução CONAMA 357/05 para esta categoria de rio (limite 1000 coliformes a cada 100 ml) (Figura 14).

Tabela 2. Número Mais Provável (NMP) de coliformes em 100 ml de água no reservatório do Parque Municipal de Campo Mourão, PR, (Diluição em 10 ml).

Pontos	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
P1 (Saída)	79	498	1114	135	315
P2 (Lago)	45	498	1114	68	368
P3 (Lago)	218	440	969	79	169
P4 (Lago)	377	672	651	79	875
P5 (Entrada)	92	372	672	45	108

Segundo Fritzens (2001), o número de coliformes num corpo d'água não é constante, tendendo a variar de acordo com períodos de chuva ou de estiagem, o que pode ser confirmado com relação ao mês de outubro (mês que mais sofreu influência da pluviosidade). Já em novembro a diminuição significativa da concentração pode ser referente à formação do reservatório, pelas condições de remanso e diluição.

Em todos os meses, na entrada do reservatório (ponto P5) há baixos índices de coliformes termotolerantes vindos do rio, e ao entrar no reservatório estes aumentam até sua saída.

Em agosto e setembro, durante a dragagem, houve os maiores valores de coliformes termotolerantes, sendo indício de que a dragagem realmente interfere na

qualidade da água, e que juntamente com a pluviosidade (em outubro) acarreta prejuízos ainda maiores.

Em novembro e em dezembro a baixa distribuição dos coliformes nos pontos amostrados deve estar ligada as características de lago do reservatório, onde com a água parada, e a maior carga de nutrientes devido ao acúmulo de água, há um aumento da temperatura da água e conseqüentemente maiores chances das bactérias de desenvolverem.

Ainda a alta concentração de coliformes nos meses de setembro e outubro coincide com um aumento de sólidos voláteis no mesmo período, assim favorecendo a proliferação das bactérias.

A relação entre colifórmes termotolerantes e OD é notada principalmente com o enchimento do reservatório, verificando a diminuição de suas concentrações. Isso se deve pela condição de remanso da água, onde há a diminuição da aeração e também depósito de matéria orgânica e bactérias no leito do rio.

Os coliformes ainda têm relação direta com a cor e turbidez durante o período chuvoso (FRITZONS, 2001). Assim durante o período de dragagem, por haver maior quantidade de sedimentos exposto, a qualidade da água diminuiu.

As fontes dos colifórmes termotolerantes são relacionadas à criação de animais próximos ao reservatório em pequenas propriedades agrícolas e sem adequada estrutura sanitária. Na sub-bacia, há apenas 0,14% de ocupação do solo com pecuária, porém estas se localizam próximo ao reservatório.

O Parque ainda é habitat de animais como capivaras, que circulam principalmente na entrada do reservatório. Secundariamente têm-se as atividades de recreação da população junto ao Parque, onde frequentemente animais de estimação também participam e contaminam o local.

Os colifórmes termotolerantes também podem ter contaminado o corpo hídrico pelo tipo de procedimento de dragagem realizado no município, onde apresenta a desvantagem de deixar os sedimentos expostos (Figura 14), sendo passíveis de chuvas, que acarretam o livre transporte destes para o leito do rio, alterando a qualidade da água.



Figura 14 - Dragagem no reservatório com sedimentos expostos, passíveis de arraste pela chuva, Campo Mourão, PR.

A dragagem realizada no reservatório causa desequilíbrio e mudanças limnológicas significativas para diversas comunidades ao longo do lago, na jusante e também próximo a montante. Ainda, o aumento da profundidade do reservatório do Parque Municipal de Campo Mourão através da retira de sedimento é temporária, em média de quatro a cinco anos.

O principal provável motivo para o rápido assoreamento do reservatório é a Formação Geológica e pedológica da sub-bacia, que se encontra na transição da Formação Goio Erê e Serra Geral aliada à má utilização desses recursos. A agricultura que ocupa aproximadamente 79% da área de estudo contribui para acelerar o carregamento de solo para o corpo hídrico, visto que não se trata de um plantio permanente, o que poderia amenizar a erosão.

A falta de vegetação no solo arenoso ao longo de toda a sub-bacia e a escassa vegetação ciliar também leva ao aumento do assoreamento do rio, e conseqüentemente, a chegada e permanência dos sedimentos no reservatório, transportando ainda substâncias indesejadas presentes no solo agricultado para o corpo d'água.

6. CONCLUSÃO

O assoreamento do reservatório localizado no Parque Municipal Joaquim Teodoro de Olivera é consequência possivelmente de dois fatores distintos, mas que somados favorecem o grande transporte e permanência dos sedimentos, o primeiro é a ocupação e uso inadequado da Grupo Caiuá que é naturalmente frágil e susceptível aos processos erosivos, o segundo é a construção da barragem que diminui a velocidade da água propiciando condições de depósitos e retenção de materiais orgânicos e inorgânicos.

A elaboração dos mapas foi fundamental para analisar os aspectos geomorfológicos da sub-bacia e avaliar o processo de assoreamento do reservatório.

O uso do solo na sub-bacia é na sua maioria agrícola e de plantações temporárias, o que não é indicado sob solos arenosos, com menos de 15% de argila. A falta de vegetação adequada nas margens do rio, bem como a pouca quantidade de fragmentos ao longo da sub-bacia, diminui a retenção de solo, que se transporta para o corpo hídrico.

As mudanças na qualidade da água analisadas durante o estudo apontam que a dragagem juntamente com a pluviosidade alterou significativamente os níveis de cor, turbidez, sólidos totais e colifórmes termotolerantes. Os parâmetros OD e pH foram alterados principalmente pela dinâmica da água, mediante as condições lântico e lótico.

Todos os parâmetros de qualidade da água deste estudo estabelecidos na Resolução CONAMA 357/05 ficaram em algum momento acima dos limites máximos, exceto os sólidos totais, que não se enquadram nessa Resolução.

A análise do sedimento do reservatório pode ser realizada para a mensuração de porcentagem de cada material depositado, sendo proposta para futuros estudos neste reservatório.

REFERÊNCIAS

AGUIAR JUNIOR, T. R., PARRON, L. M. FERREIRA, M. T. Análise da retenção de nutrientes agrícolas lixiviado para o lençol freático pela vegetação riparia. CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Disponível em: <https://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/d8cf0f4b6ecd5809127e482bc4d356e3_abc3603e105a94d83e79b2c8a1f4e11d.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2014.

BERTONI, José; LOMBARDI, F. Neto. **Conservação do solo**. Livrococer. Piracicaba, SP. 1985

QUEIROZ, J. F., BOEIRA, R. C. **Calagem e Controle da Acidez dos Viveiros de Aqüicultura**. Circular técnica EMBRAPA. Jaguariúna, SP, Dezembro, 2006. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/download/circular_14.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2014.

BRASIL, Lei nº 12.815, de 5 de junho de 2013. **Casa Civil**. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Brasília, 5 de junho de 2013. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/Lei/L12815.htm>. Acesso em: 12 dez. 2013.

CALHEIROS, R de O., LIMA, S. B. M., FANTIN, A. C. M. Caracterização do estado e uso das várzeas e conseqüente impacto ambiental na microbacia do Rio Camanducaia, afluyente do Rio Jaguarí, SP, 2000. Disponível em: <<http://www.ambiente-augm.ufscar.br/uploads/A1-024.pdf>>. Acesso em: 29 jul. 2014.

CAMPOS, José C. de; LANDGRAF, Paulo R. C. Análise da regeneração natural de espécies florestais em matas ciliares de acordo com a distância da margem do lago. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 143-151. Disponível em: <<http://cascavel.cpd.ufsm.br/revistas/ojs2.2.2/index.php/cienciaflorestal/article/viewFile/1662/947>> . Acesso em 02 jan. 2014.

CARVALHO, N. O; FILIZOLA JÚNIOR, N. P; SANTOS, P. M. C; LIMA, J. E. F. W. **Guia de avaliação de assoreamento de reservatórios**. Brasília: ANEEL. 2000. 140p.

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia prática**. 2ª ed., rev., atual, e ambiada. – Rio de Janeiro: Interciência, 2008.

CASTRO, Silvia M. de; ALMEIDA, Josimar R. de. **Dragagem e conflitos ambientais em portos clássicos e modernos: uma revisão**. *Soc. nat.* [online]. 2012, vol.24, n.3, pp. 519-533. ISSN 1982-4513. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1982-45132012000300011>>. Acesso em: 22 jan. 2014.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Nº 357, de 17 De Março de 2005**. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2014.

CONCEIÇÃO, V. M. Da, OLIVEIRA, R. B., PEIXOTO, L. S., BATISTELA, V. R. **Estudo do efeito da urbanização na qualidade da água do Lago Municipal Aratimbó em Umuarama, Paraná**. 2009. Disponível em: < <http://www.ambiente-augm.ufscar.br/uploads/A2-074.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2014.

CORREA, G. T.; SOUZA FILHO, E. E. Avaliação dos processos de erosão marginal do Arquipélago Floresta Japonesa (Alto Rio Paraná). *Geografia (Londrina)* v. 18, n. 2, 2009 <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/>

COUTO, E. V., MANGUEIRA, C. G., Santos, L. J. C. Evolução e distribuição dos Latossolos e Argissolos em Rochas sedimentares do Grupo Caiuá - Cretáceo Superior, Sul do Brasil, Noroeste do Paraná. VI Congresso Nacional de Geomorfologia – Coimbra, 2013. Atas/Proceedings – ISBN 978-989-96462-4-7

EMBRAPA. Empresa nacional de pesquisa agropecuária. **Argissolos vermelhos**. 2011. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/cont000gmziudsg02wx5ok0liq1mqdz33gbr.html>. Acesso em: 10 jun. 2014.

EMBRAPA. Empresa nacional de pesquisa agropecuária. **Uso agrícola dos solos brasileiros**. Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <http://www.labogef.iesa.ufg.br/labogef/arquivos/downloads/uso_agricola_solos_brasileiros_89436.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2014.

EMBRAPA. Empresa nacional de pesquisa agropecuária sistema de gestão territorial da abagr/rp. **Geologia**. 2005. Disponível em: <<http://www.abagr.cnpem.embrapa.br/areas/geologia.htm>>. Acesso em: 03 jun. 2014.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Solos. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ª edição. Brasília, 2006.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Avaliação de aptidão agrícola das terras: proposta metodológica**. 2004. Disponível em :<http://www.cnpma.embrapa.br/download/documentos_43.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2014.

ESTEVEES, Francisco de Assis. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 1998, 2ª edição.

FAJARDO, J. D. V., SOUZA, L. A. G., ALFAIA, S. S. **Características químicas de solos de várzeas sob diferentes sistemas de uso da terra, na calha dos rios baixo Solimões e Médio Amazonas**. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Vol. 39(4) 2009, pg 731 – 740.

FERNANDES, L. A. ; COIMBRA, A. M. **A Bacia Bauru (Cretáceo Superior, Brasil)**. Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, v. 68, n.2, p. 195-205, 1996.

FERNANDES, L. A. ; COIMBRA, A. M. **Revisão estratigráfica da parte oriental da Bacia Bauru (Neocretáceo)**. Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, v. 30, n.4, 2000. Disponível em: <<http://rbg.sbgeo.org.br/index.php/rbg/article/viewFile/A-1129/592>>. Acesso em: 25 jul. 2014.

FREIRE, V. H. N. ; MIRANDA, Y. C. ; GOZATTO JUNIOR, O. A. ; MEZZOMO, M. M. **Análise geomorfológica do processo de assoreamento no Parque do Lago em Campo Mourão PR**. In: III Simpósio Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2012, Campo Mourão. Anais do III SIAUT - Simpósio Ambiental da UTFPR, 2012.

FILHO, Moacyr Cunha. ALVES, Priscila Souza. CANTALICE, José Ramon Barros. PISCOYA, Victor Cassimiro. CAMPOS, Ana Clara Paixão. Alguns modelos de transporte de sedimentos para o curso d'água numa bacia semiárida do estado de Pernambuco. Simposio brasileiro de captação e manejo de água de chuva. Campina Grande PB. 2012. Disponível em: <<http://www.bibliotekevirtual.org/simposios/8SBCMAC/8sbcmac-a097.pdf>>. Acesso em 16 jun. 2014.

FRITZSONS, Elenice; CONCEIÇÃO, Antonio; FILHO, Paranhos; IDE, Carlos Nobuyoshi; GONÇALVES , Fábio Veríssimo;; MANTOVANI, Luiz Eduardo; RIZZI, Nivaldo Eduardo. **As Interações entre coliformes e alteração de vazão em águas superficiais**. Disponível em: <http://www.researchgate.net/publication/240611614_AS_INTERAES_ENTRE_

COLIFORMES_E_ALTERAO_DE_VAZO_EM_GUAS_SUPERFICIAIS>. Acesso em: 14 jun. 2014.

GARCEZ, L. N.; ALVAREZ, G. A. **Hidrologia**. São Paulo Ed. Edgard Blucher Ltd. 29 lp 1988.

GUERRA, A. J. T. (1994). "Processos Erosivos nas Encostas". **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**. Disponível em: <<http://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/Fichamento-Dos-Textos-Processo-Erosivo/482076.html>> . Acesso em : 21 dez. 2013.

GONÇALVES, G. W. P. S. **Urbanização e qualidade da água: monitoramento em lagos urbanos de Londrina, PR**. Dissertação. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, 2008.

GUSMÃO, L. K., LIMA, S. B. de., LOPES, . J. F., LOPES, K. V., SILVA, M. N. **Qualidade da água do efluente do Rio Água KM 123 nas proximidades do aterro sanitário, município de Campo Mourão**. II Congresso científico da Região Centro Ocidental do Paraná. 2007.

KALLIOLA, Lauri e KARVONEN, Johannes. **Projeto de dragagem ambiental na Finlândia**. Artigo, 2003. Disponível em: <<http://www.watermaster.fi/portugal/article.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2014.

KENNEDY, R. H. 1999 **Reservatório: projeto e operação**. Implicações limnológicas e oportunidades de gestão. In: TUNDISI, J.G.; Straskraba, M. Reservatório: Teoria e ecologia e suas aplicações. São Carlos: Instituto Internacional de Ecologia.

LACERDA FILHO, J. V. **Geologia e recursos minerais do estado de Mato Grosso do Sul**, Programa Geologia do Brasil, 2006.

IAP, Instituto Ambiental do Paraná. **Monitoramento da qualidade da água do rio Tibagi e Barra Grande, na área de influência do futuro reservatório de Mauá e município de Londrina - PR, no período de abril de 2010 a dezembro de 2011**. Disponível em: <http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Monitoramento/relatorio_2011_maua.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2014.

IAPAR, Instituto Agrônômico do Paraná. **Arenito Caiuá, capacidade de lotação das pastagens**. Informe da pesquisa, setembro de 1999. Disponível em: <http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/IP132.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2014.

IBGE. Manuais Técnicos em Geociência. **Manual Técnico de Pedologia**. 2ª ed. 2007. Disponível em: < <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv37318.pdf> >. Acesso em: 01 jun. 2014.

IPARDES. Instituto Paranaense De Desenvolvimento Econômico E Social. **Perfil Do Município De Campo Mourão, 2013**. Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/perfil_municipal/montaperfil.php?municipio=87300>. Acesso em: 10 mai. 2014.

LUSCHI, Dragagem do porto de santos. **Revista fundações e obras geotécnicas**. Disponível em: <<http://www.luschi.com.br/noticias/dragagem-no-porto-de-santos>> . Acesso em: 15 jun. 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Ministério da agricultura pecuária e abastecimento. **Estações convencionais**. Campo Mourão. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 10 dez. 2013.

MAIER, M.h. 1987. **Ecologia da bacia do rio Jacaré Pepira** (47°55' – 48°55'W; 22°30' – 21°55'S – Brasil): qualidade da água do rio principal. Ciência e Cultura, 39(2): 164-185.

MENDONÇA, José Luiz Galvão de. GUTIERRE, Thereza Mitsuno Cochar. **O potencial hidrogeológico do Grupo Bauru no Estado de São Paulo**. XI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Araraquara, SP, 2000. Disponível em: <<http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/24338/16342>>. Acesso em: 10 jun. 2014.

MINEROPAR. Serviço geológico do Paraná. **Atlas geológico do Paraná, 2001**. Disponível em: < <http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/MapasPDF/atlasgeo.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2014

MINEROPAR. Pedras do Cambira. **Geologia do Paraná**. 2012. Disponível em: <http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/Paineis_geologicos/PedrasdoCambira_portugues.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2014.

MIGUEL, Ronaldo; SANTOS, Harlen I. dos. **Caracterização do assoreamento do córrego capoeira, município de Senador Canedo-GO**. Universidade Católica de Goiás, Departamento de Engenharia. Goiânia, 2007. Disponível em: < <http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/Continua/CARACTERIZA>

%C3%87%C3%83O%20DO%20ASSOREAMENTO%20DO%20C%C3%93RREGO
%20CAPOEIRA,%20MUNIC%C3%8D%E2%80%A6.pdf>. Acesso em: 21 jan 2014.

MUZILLI, O.; LAURENTI, A. C.; FUENTES LLANILLO, R.; FAGUNDES, A. C.; FIDALSKI, J.; FREGONEZE, J.A.; RIBEIRO, M.F.S.; LUGÃO, S.M.B . **Conservação do Solo em Sistemas de Produção nas Microbacias Hidrográficas do Arenito Caiuá,Paraná.** (Clima, solo e estrutura agrária). Londrina: IAPAR boletim técnico 33, 1990.

Oliveira, I. P., Costa K. A. de P., Rodrigues, C., macedo, F. da R., Moreira, F. P., Santos, K. J. G. **Manutenção e correção da fertilidade do solo para inserção do cerrado no processo produtivo.** Trabalho Realizado Pela Embrapa Arroz E Feijão. Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos, Goiás, ISSN 1808-8597, v.1, n.1, p. 50-64, ago. 2005.

PAULA, H. M., MESQUITA, G. M. MENDES, M. F. **Investigação de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos para a avaliação da qualidade da água de lagos urbanos da cidade de catalão – GO.** Revista Eletrônica de Engenharia Civil. V 7, No. 1, pg 22-30, 2013.

PEREIRA, Silvio Bueno. **Desprendimento e arraste do solo em decorrência do Escoamento superficial** . 2000. Disponível em:
<http://www.do.ufgd.edu.br/silviopereira/arquivos/Tese_Mestrado_Silvio.pdf >.
Acesso em: 09 jun. 2014.

RICE, Eugeni.W.; BAIRD, Rodger B.; EATON, Andrew. D; CLESCERI, Lenore. S. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 22. ed. Washington: American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation, 2012.

SANTOS, L. J. C. **Pedogênese no topo do Platô de Bauru (SP): o caso da Bacia do Córrego da Ponte Preta.** Doutorado em Geografia (Geografia Física). Universidade de São Paulo (USP), Brasil, 2000.

SOUZA, Aline Vilas Boas de. **Análise da qualidade da água subterrânea para fins de irrigação na Bacia do Ribeirão Salobra em Terenos – MS.** Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Centro de Ciências Exatas e Tecnologia. Programa de Pós Graduação em Tecnologias Ambientais. Campo Grande, MS, 2007.

STRASKRABA, M.; TUNDISI, J.G. (Ed.). 2000. **Gerenciamento Da Qualidade Da Água De Represas.** São Carlos: ILEC/IIE.

STRUGALE, M., ROSTIROLLA, S. P., MARCINI, F., FILHO, C. V. P. Compartimentação estrutural das Formações Pirambóia e Botucatú na Região de São Jerônimo da Serra, Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Geociência*. 34(3):303-316, setembro de 2004.

TAKEDA, A. K., MENDES, F. M., MARIN, L. M. **Avaliação da qualidade da água do Lago Aratimbó no Município de Umuarama/PR**. II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais. 2011.

TEIXEIRA, Edmilson Costa. SENHORELO, Adriano Pósse. **Avaliação de correlação entre turbidez e concentração de sólidos suspensos em bacias hidrográficas com uso e ocupação diferenciada**. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/caliagua/v-013.pdf>>. Acesso em: 07 jun. 2014.

TRENTIN, P. S. BOSTELMANN, E. **Programa Interlaboratorial**. Para sólidos totais, dissolvidos e em suspensão em amostras de água. Disponível em: <<http://banasmetrologia.com.br/wp-content/uploads/2012/01/Programa-Interlaboratorial.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2014.

TORRES, R. J. **Uma Análise Preliminar dos Processos de Dragagem do Porto do Rio Grande, RS**. Rio Grande, RS, Dissertação (Mestrado em Engenharia Oceânica) - Fundação Universidade Federal do Rio Grande, 2000.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. DESA-UFGM. 1996 Disponível em: <www.etg.ufmg.br/tim1/eutrofiz.doc>. Acesso em: 11 jun. 2014.