



Sociedade & Natureza

ISSN: 0103-1570

ritacmsou@ig.ufu.br

Universidade Federal de Uberlândia  
Brasil

Prado Silva, Marcela; Mendonça Dos Santos, Franciane; Cezar Leal, Antonio  
PLANEJAMENTO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DA OLGA,  
UGRHI PONTAL DO PARANAPANEMA – SÃO PAULO  
Sociedade & Natureza, vol. 28, núm. 3, septiembre-diciembre, 2016, pp. 409-428  
Universidade Federal de Uberlândia  
Uberlândia, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321349301008>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

**PLANEJAMENTO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DA OLGA, UGRHI  
PONTAL DO PARANAPANEMA – SÃO PAULO**

**Environmental planning of Olga stream hydrographic basin,  
UGRHI Pontal do Paranapanema - Sao Paulo**

*Marcela Prado Silva*  
Universidade do Oeste Paulista - UNIOESTE, Presidente Prudente, São Paulo, Brasil.  
marpradosilva@hotmail.com

*Franciane Mendonça Dos Santos*  
Universidade de São Paulo - USP, São Carlos, São Paulo, Brasil  
fran.mendonca@hotmail.com

*Antonio Cezar Leal*  
Universidade Estadual Paulista - UNESP, Presidente Prudente, São Paulo, Brasil.  
cezarunesp@gmail.com

Artigo recebido em 05/05/2016 e aceito para publicação em 28/11/2016

**RESUMO:** O Córrego da Olga é afluente da margem direita do rio Santo Anastácio, localizado no município de Presidente Prudente, na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Pontal do Paranapanema - Estado de São Paulo. Esta pesquisa, teve como objetivo levantar as condições ambientais na bacia hidrográfica do Córrego da Olga e assim contribuir para o planejamento ambiental destinado à sua recuperação, conservação e preservação. Para tal foram realizados levantamentos bibliográficos e levantamento das características da bacia hidrográfica, análise da água do córrego da Olga (oxigênio dissolvido, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio total, temperatura, turbidez e sólidos totais) e valendo-se de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, foram gerados mapas de uso e ocupação do solo e vulnerabilidade ambiental, com vistas a realizar uma investigação mais profunda sobre as condições ambientais da bacia, bem como inferir sobre possíveis fatores de degradação da bacia hidrográfica.  
**Palavras-chaves:** Planejamento ambiental; Bacia hidrográfica; Córrego da Olga; Rio Santo Anastácio; Fragilidade ambiental.

**ABSTRACT:** Olga stream is a tributary of Santo Anastacio River, located at Presidente Prudente city in the UGHR- Pontal do Paranapanema - São Paulo. This research aimed to raise the status of environmental conditions in Olga stream basin and thus contribute to environmental planning for recovery, conservation, and preservation. It was carried out literature surveys and assessed basin river characteristics, water analysis (dissolved oxygen, pH, biochemical oxygen demand, total nitrogen, temperature, turbidity and total solids). In addition, making use of remote sensing and Geographic Information System -GIS, were generated maps of use and occupation of land and environmental vulnerability, in order to carry out further research on the environmental conditions of the basin, and to infer possible degradation factors of the watershed.  
**Keywords:** Environmental planning; Hydrographic basin; Olga stream; Santo Anastácio river; Environmental fragility

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1982-451320160307>

## INTRODUÇÃO

A qualidade da água de um manancial, além dos seus usos, depende das atividades que se desenvolvem em sua bacia hidrográfica. Pode-se dizer que a mesma está intimamente ligada com o uso que se faz do solo em sua área de contribuição (VARGAS, 1999).

Devido ao crescimento populacional e consequente competição por terras, água, recursos energéticos e biológicos, é gerada a necessidade de organizar os usos da terra, de compatibilizar esse uso com a proteção de ambientes ameaçados e de melhorar a qualidade de vida da população. Neste contexto segundo Santos (2004), é que surge o termo planejamento ambiental. A autora citada afirma que o planejamento ambiental fundamenta-se na interação e integração dos sistemas que compõem o ambiente, tem o papel de estabelecer as relações entre os sistemas ecológicos e os processos da sociedade, das necessidades socioculturais das atividades e interesses econômicos, a fim de manter a máxima integridade possível dos seus elementos componentes.

Este trabalho contribuirá através de estudos para subsidiar o planejamento ambiental e a gestão das águas na bacia hidrográfica do Córrego da Olga, afluente da margem direita do rio Santo Anastácio, no município de Presidente Prudente, localizado na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Pontal do Paranapanema - Estado de São Paulo.

A bacia do rio Santo Anastácio constitui uma das bacias mais importantes do oeste paulista, tem importância histórica e cultural por ter sido o marco inicial da ocupação e da colonização da região (JUNIOR e LEAL, 2012). Foi, por décadas, responsável por todo o abastecimento de Presidente Prudente, hoje é responsável por apenas 30% do abastecimento público da água da cidade. Essa diminuição da captação ocorreu em razão da poluição e da escassez de suas águas.

O objetivo principal desta pesquisa foi levantar a situação atual das condições ambientais na bacia hidrográfica do Córrego da Olga e assim contribuir para o planejamento ambiental destinado à sua recuperação, conservação e preservação ambiental.

## METODOLOGIA

### *Metodologia Geral*

No desenvolvimento do trabalho foi adotada parte da metodologia proposta por Rodriguez *et al.* (2004) e Leal (1995), a qual consistiu, sinteticamente, na construção de um plano ambiental a partir das etapas de inventário e diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do Córrego da Olga.

### *Inventário*

O Inventário contempla a elaboração de mapas temáticos, trabalhos de campo e análise laboratorial. A caracterização socioeconômica realizou-se através da organização de dados de sítios de órgãos públicos, como IBGE e DATASUS, obteve-se dados referentes a demografia, saúde, e economia do município de Presidente Prudente.

A primeira etapa de caracterização do meio físico da bacia se deu pela elaboração da base cartográfica da área de pesquisa com base nas cartas adquiridas no Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo (IGC), na escala 1:10.000. Tais bases foram manipuladas no software SPRING 5.1.5 a fim de realizar o recorte da área de interesse, para posteriormente importar as bases para *software* Arcgis, e então foi definida a Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM) e SIRGAS 2000 para todas as bases cartográficas. Assim foi possível representar as curvas de nível, canais de drenagem e o limite da bacia hidrográfica do Córrego da Olga. A partir da confecção desta base pode-se iniciar a elaboração dos mapas temáticos, utilizando-se o *software* Arcgis 9.3.1.

### *Diagnóstico*

O diagnóstico ambiental pode ser entendido como a análise dos dados levantados no inventário. Segundo Leal (1995), esta etapa permite avaliar os principais problemas da bacia e as perspectivas de solução. Na etapa de diagnóstico foi elaborado o mapa de fragilidade ambiental, detectados os problemas ambientais e realizada a análise da qualidade da água. Foram realizadas análises dos seguintes parâmetros de qualidade da

água: oxigênio dissolvido, pH, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrogênio total, temperatura, turbidez e sólidos totais, seguindo os procedimentos descritos no *Standard Methods for the examination of water and wastewater* (CLESCERI *et al.*, 1998).

### **Fragilidade Ambiental**

Baseado na metodologia desenvolvida por Ross (1994) foi determinada a fragilidade ambiental, realizada neste trabalho através das operações de álgebra de mapas dos SIGs, utilizando-se os mapas de declividade, de uso e ocupação do solo, pedológico, geomorfológico. De acordo com Ross (1994), dentro desta concepção ecológica o ambiente é analisado sob o prisma da Teoria do Geral do Sistema que parte do pressuposto que na natureza as trocas de energia e matéria se processam através de relações em equilíbrio dinâmico. Esse equilíbrio, entretanto, é frequentemente alterado pelas intervenções humanas, gerando estados de desequilíbrios temporários ou até permanentes. Diante dos diferentes estados de equilíbrio e desequilíbrio que o ambiente está submetido, Ross (1994) sistematizou uma hierarquia nominal de fragilidade representada por códigos: muito fraca, fraca, média, forte e muito forte.

Inicialmente para a operação de integração dos mapas temáticos previamente elaborados, definiu-se o grau de fragilidade ambiental das classes de cada um

dos mapas a serem integrados. Para tal, foram atribuídos pesos para cada uma destas classes de acordo com a fragilidade apresentada. Assim, convencionou-se o valor 0 para as classes que apresentassem fragilidade baixa e o valor 1 para as classes com alta fragilidade. Para graus de fragilidade intermediários, foram atribuídos valores dentro do intervalo [0,1].

Para se atribuir pesos às classes pedológicas da Bacia Hidrográfica do Córrego da Olga, foi levado em consideração características de fragilidade discutidas por Crepani *et al.* (2001). De acordo com o autor, a atribuição das classes de vulnerabilidade aos tipos de solos considera o grau de desenvolvimento ou maturidade.

Na bacia hidrográfica em questão encontram-se os solos hidromórficos, aluviais e podzólicos. Os dois primeiros, segundo Crepani *et al.* (2001), se caracterizam por serem solos jovens ou pouco desenvolvidos, isto é, sua principal característica é a pouca evolução dos perfis de solo, são então classificados em altamente frágeis (valores próximos a 1). Os solos podzólicos, ocorrem em topografias levemente acidentadas, nestes solos geralmente ocorre acumulação de argila no horizonte B, translocada do horizonte A. Esta diferença de textura dificulta a infiltração de água no perfil, o que favorece o processo de erosão. Portanto, tais solos são considerados moderadamente frágeis, com valores em torno de 0,5. Os valores de fragilidade atribuídos a cada tipo de solo encontrado na bacia hidrográfica são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Valores de fragilidade das classes pedológicas.

<b>Classes pedológicas</b>	<b>Valor de fragilidade</b>
PEa7 – Associação de podzólico vermelho escuro abrupto álico epidistrófico.	0,5
PVe7 - Associação podzólico vermelho-Amarelo abrupto a moderado + Litólicos.	0,5
Ae3 – Associação de solos aluviais álicos epieutróficos e solos aluviais distróficos + glei pouco húmico álico, distrófico e eutrófico	1
HGPa2 – Associação de glei pouco húmico álico textura arenosa + glei pouco húmico distrófico e eutrófico + solos aluviais epieutróficos e eutróficos	1

Fonte: Org. do autor

O valor dos pesos atribuídos para cada intervalo de declividade é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Valores de fragilidade para as classes de declividade.

Declividade (%)	Valor de fragilidade
0	0
$0 < \text{Declividade} \leq 10\%$	0,25
$10 < \text{Declividade} \leq 20\%$	0,5
Declividade $> 20\%$	1

Fonte: Org. do autor

A carta Geomorfologica que apresenta três compartimentos geomorfológicos principais: áreas de topo suavemente ondulado, domínio das vertentes convexo-côncavas e áreas de planície aluvial, foi ponderada segundo caracterização dos trabalhos de Crepani *et al.* (2001) e Cunico (2008). Para os topos suavemente ondulados foi atribuído peso 0,15, pois segundo Crepani *et al.* (2001), relevos planos a suavemente ondulados, como as colinas de topos aplainados apresentam valores de fragilidade baixa, indicando maior estabilidade destas áreas.

Em relação aos valores atribuídos ao grau de vulnerabilidade das vertentes, segundo Cunico (2008) diversas pesquisas estabelecem que as vertentes de perfil côncavo são mais propensas a ocorrência de deslizamento, processos erosivos e até mesmo ravinamento e voçorocas, em razão da convergência de

fluxo de água. Como na bacia em estudo há o predomínio de ambos os tipos de vertentes, agrupadas no mesmo compartimento geomorfológico (domínio das vertentes convexo-côncavas), foi utilizado o valor 0,5 para tal compartimento.

Para as planícies por serem áreas sujeitas à inundações e a intensa morfodinâmica adotou-se o valor 1, conforme sugerido por Crepani *et al.* (2001). Segundo Guerra e Cunha (2003), são áreas muito instáveis pois no verão e sobretudo nos episódios mais intensos de chuvas são frequentes as inundações causando erosões em alguns pontos e sedimentação de materiais finos na superfície plana. O lençol freático é raso, normalmente pouco mais de 3 m e com muita oscilação entre o verão e o inverno. A Tabela 3 apresenta o valor de vulnerabilidade atribuído para cada classe geomorfológica.

Tabela 3 - Valores de fragilidade das classes geomorfológicas

Classes geomorfológicas	Valor de fragilidade
Topo suavemente ondulado	0,15
Domínio das vertentes convexo-côncavas	0,5
Planície aluvial	1

Fonte: Org. do autor

O principal parâmetro utilizado para definir os valores de fragilidade das classes de uso e ocupação da terra foi densidade de cobertura vegetal, organizado

por Ross (1994), obedecendo uma ordem decrescente da capacidade de proteção, como mostra a Tabela 4.

Tabela 4 - Valores de fragilidade ambiental associados às classes de uso da terra.

Classes de uso do solo	Valor de fragilidade
Solo exposto	1
Agricultura	0,5
Silvicultura	0,25
Pastagem	0,7
Área Construída	1
Vegetação Nativa	0

Fonte: Org. do autor

Depois de definidos os valores de fragilidade para cada uma das classes dos mapas a serem integrados procedeu-se calculando a média simples, pois considerou-se que todos as cartas (geomorfologia, declividade, pedologia e uso e ocupação da terra)

tem pesos iguais na vulnerabilidade à erosão. Como resultado da operação citada acima, foi gerada uma grade de fragilidade no intervalo [0, 1]. Em seguida, tal modelo foi fatiado de acordo com as classes temáticas apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5 - Classes temáticas associadas aos valores de fragilidade obtidos.

Fragilidade	Classe Temática
0 – 0,2	Muito baixa
0,2 – 0,4	Baixa
0,4 – 0,6	Média
0,6 – 0,8	Alta
0,8 – 1,0	Muito Alta

Fonte: Org. do autor

### *Análise físico-química da água*

A caracterização da qualidade da água foi realizada através de análises físico-químicas de amostras de água coletada em três pontos do leito principal e foi calculado o índice de qualidade de água (IQA) adaptado para cada ponto de amostragem. No cálculo do IQA são utilizados nove parâmetros de qualidade devidamente ponderados, sendo eles oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, DBO,

nitrogênio total, fósforo total, temperatura, turbidez e sólidos totais. Neste trabalho foi criado um índice adaptado baseado em sete parâmetros, onde foram definidos novos pesos para cada uma das variáveis. Para determinação destes novos pesos, excluiu-se o parâmetro coliformes termotolerantes e fósforo total e manteve-se a importância relativa dos pesos originais, normalizando-se os valores de modo que o somatório dos parâmetros fosse igual a 1,00. Os novos pesos calculados são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Pesos dos parâmetros originais e pesos adaptados neste trabalho.

Parâmetros	Peso Adaptado
<b>Oxigênio dissolvido</b>	0,212
<b>pH</b>	0,15
<b>DBO</b>	0,13
<b>Nitrogênio total</b>	0,13
<b>Temperatura</b>	0,13
<b>Turbidez</b>	0,124
<b>Sólidos totais</b>	0,124
<b>Somatório dos pesos</b>	<b>1,00</b>

Fonte: Org. do autor

Para o cálculo do IQA foram utilizadas as curvas de variação da qualidade da água de acordo com o estado ou condição de cada parâmetro (CETESB, 2006). A

qualidade da água foi determinada a partir da ponderação obtida, utilizou-se a classificação proposta pela CETESB (2006), conforme apresentado na Tabela 7.

Tabela 7 - Classificação da qualidade da água.

Ponderação	Classificação
<b>79 &lt; IQA ≤ 100</b>	Ótima
<b>51 &lt; IQA ≤ 79</b>	Boa
<b>36 &lt; IQA ≤ 51</b>	Regular
<b>19 &lt; IQA ≤ 36</b>	Ruim
<b>IQA ≤ 19</b>	Péssima

Fonte: CETESB (2006).

Com o valor do índice de qualidade da água calculado para cada ponto pode-se relacionar o resultado com as características da bacia hidrográfica do Córrego da Olga.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

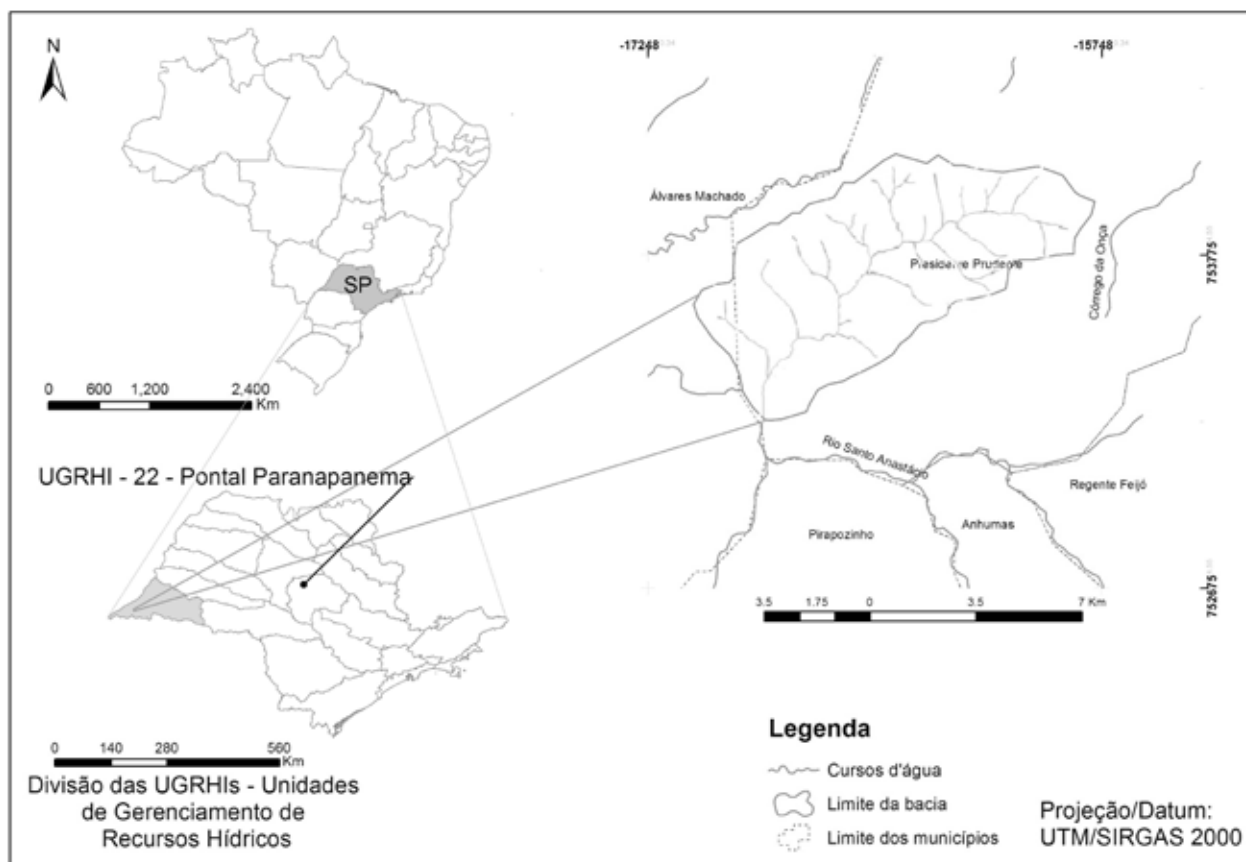
### *Caracterização Ambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego da Olga*

O Estado de São Paulo foi dividido em 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) pela Lei Estadual 9034/94 que aprovou o Plano Estadual de Recursos Hídricos. Os principais

rios desta UGRHI são os rios Paranapanema, Paraná, Santo Anastácio e Pirapozinho (CPTI, 1999). A Bacia do manancial Santo Anastácio possui área de 198,30 km<sup>2</sup>, está inserida na UGRHI-22.

O córrego da Olga é um dos afluentes da margem direita do Rio Santo Anastácio, nasce a uma altitude aproximada de 420 metros, seguindo no sentido NE-SW, até desaguar no rio Santo Anastácio, pertencendo, portanto, à UGRHI-22. A bacia hidrográfica do Córrego da Olga está localizada ao sul da área urbana do município de Presidente Prudente -SP, entre as coordenadas UTM E = 456.500 m / E = 461.500 m e N = 7.545.000 m / N = 7.548.500 m (Figura 1).

Figura 1 - Localização da bacia hidrográfica do córrego da Olga.



Fonte: IBGE, Org. dos autores

### **Caracterização Sócioeconômica**

A bacia hidrográfica do Córrego da Olga está inserida na área rural do município de Presidente Prudente, apresentando pequenas propriedades em sua maioria com atividades pecuárias.

Presidente Prudente possui área de 562,725 km<sup>2</sup>, de acordo com censo demográfico 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) o município possui população de 207.625 habitantes, sendo 203.370 a população urbana (97,95%) e 4.255 (2,05%) a população rural. Apresenta densidade demográfica 368,89 hab/km<sup>2</sup>. As atividades econômicas baseiam-se em agropecuária, indústria e serviço.

### **Caracterização Física da Bacia Hidrográfica do Córrego da Olga**

#### **Hidrografia**

A bacia hidrográfica do córrego da Olga (Figura 2) drena área de 7,32 km<sup>2</sup>, sendo classificada como de 3ª ordem; possui 1,23 segmentos de canais fluviais por km<sup>2</sup> (densidade hidrográfica) e 1,35 km de canais por km<sup>2</sup> (densidade de drenagem). A área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal (coeficiente de manutenção) de escoamento permanente é de 740,74 m<sup>2</sup> (DIBIESO, 2007).



Figura 2 - Hidrografia da bacia hidrográfica do córrego da Olga.



Fonte: IGC/1998 e Imagem Google Earth/2010.

Org. dos autores.

### **Hipsometria e Clinografia**

Para a elaboração da carta hipsométrica (Figura 3) foi utilizada a carta topográfica, escala 1:10.000 com dados altimétricos da área de pesquisa, procurando mostrar as áreas com predomínio de fundo de vale, vertentes e topos.

Verifica-se a predominância de maiores altitudes nos divisores ao norte e a leste da bacia, nas proximidades da nascente principal. No interior da bacia há o predomínio de um relevo ondulado, sem elevações consideráveis, com os menores valores encontrados nas proximidades da foz.

A clinografia da bacia é apresentada na Fi-

gura 4, através de cinco classes de declividade, para a elaboração do mapa foi utilizada a proposta de De Biasi (1970).

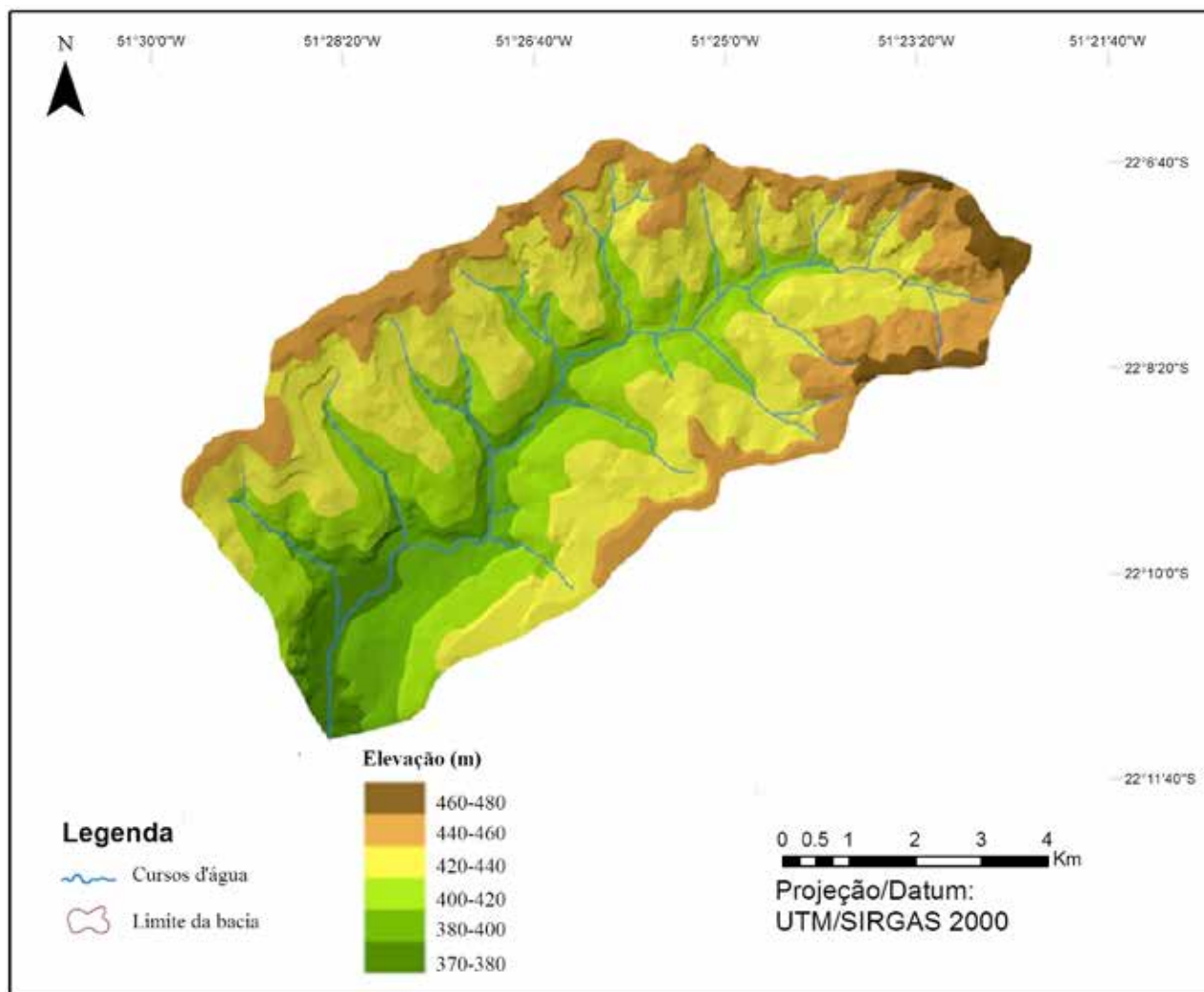
A declividade é fator essencial no planejamento, pois a partir das características de inclinação do relevo é que se determinam as atividades a serem realizadas na bacia. Além disso, áreas com declividade superiores a 45° são consideradas áreas de preservação permanente, segundo o Código Florestal. Outro fator é que com o aumento da declividade da superfície do solo a suscetibilidade à erosão aumenta, sendo necessária uma maior atenção para áreas com maior declividade e sem cobertura vegetal. Assim, a geração do mapa de declividade levou em consideração os seguintes

intervalos (DE BIASI, 1970): (a) < 5%: áreas quase planas, adequadas ao uso e ocupação do solo (no caso de vertentes e/ou topos), ou inadequadas (no caso de planícies fluviais, pelos riscos de inundação e por estarem em área de preservação permanente; (b) 5 a 10%: áreas com moderada suscetibilidade à erosão, com poucas restrições ao uso e ocupação do solo; (c) 10 a 20%: áreas com forte suscetibilidade à erosão, necessitando de adequado manejo para sua utilização; (d) > 20%: áreas

com escoamento superficial muito rápido e muito forte suscetibilidade à erosão. O limite de 20% é definido por legislação municipal (Lei complementar nº. 127/2003), como limite máximo para urbanização sem restrição, a partir do qual todo e qualquer parcelamento far-se-á através de exigências específicas.

Verifica-se pouca ocorrência da classe de maior declividade enquanto predominam as classes de 5 a 10% e 10 a 20%.

Figura 3 - Carta Hipsométrica da Bacia Hidrográfica do Córrego da Olga.



Fonte: IGC/1998. Org. dos autores.

Figura 4 – Carta Clinográfica da bacia hidrográfica do Córrego da Olga.



Fonte: IGC/1998. Org. dos autores.

### Geomorfologia

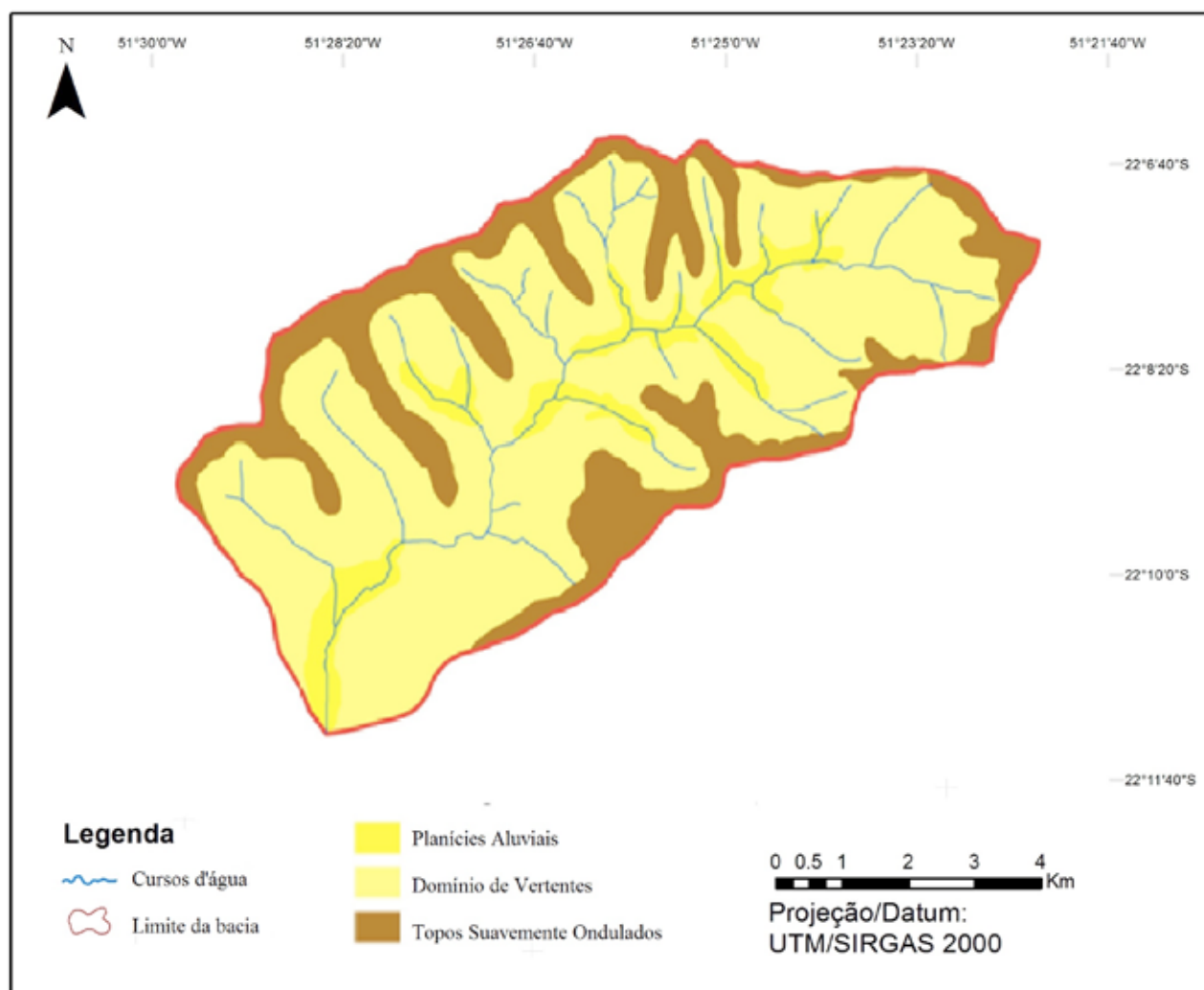
De acordo com Santos (2004), a análise do relevo pode sintetizar a história das interações dinâmicas que ocorreram entre substrato litológico, a tectônica e as variações climáticas. Para a autora, cada compartimento geomorfológico representa a síntese dos elementos físicos que o constituem.

Na Figura 5 são apresentados os três compartimentos de relevo: os topos suavemente ondulados das colinas convexas, o domínio das vertentes convexo-côncavas e as planícies aluviais. Tais compartimentos foram definidos a partir da classificação proposta por Nunes *et al.* (2006), a classificação teve

como base para definição dos compartimentos de relevo a fotointerpretação de feições geomorfológicas a partir de pares estereoscópicos de fotografias aéreas na escala 1:25.000.

O relevo da bacia do Córrego da Olga encontra-se no Planalto Ocidental Paulista. Este planalto constitui a continuidade física do reverso das *Cuestas Basálticas*. Verifica-se que a forma de relevo predominante na bacia do Córrego da Olga, é o domínio das vertentes convexo-côncavas, representando mais de 60% da bacia hidrográfica. Nos fundos de vales há presença de relevo plano, constituindo planícies e terraços aluvionares onde se encaixa o córrego da Olga.

Figura 5 - Carta Geomorfológica da bacia hidrográfica do Córrego da Olga.



Fonte: Nunes *et al.*, 2006. Org. do autor

### Pedologia

Para confecção do mapa de solos da bacia do Córrego da Olga foram utilizadas as informações e documentos cartográficos referentes ao levantamento

semidetalhado dos solos da bacia do rio Santo Anas-tácio/SP, elaborado por Carvalho (1997) na escala 1:50.000 e adaptado por Dibieso (2007). Na bacia hidrográfica estudada foram encontrados três tipos de solos, divididos em quatro classes (Tabela 8).

Tabela 8 - Classes de solos identificados na Bacia Hidrográfica do Córrego da Olga.

PEDOLOGIA	
Hidromórficos	HGPa2
Podzólicos	PVe7
	PEa7
Aluviais	Ae3

Fonte: Org. do autor

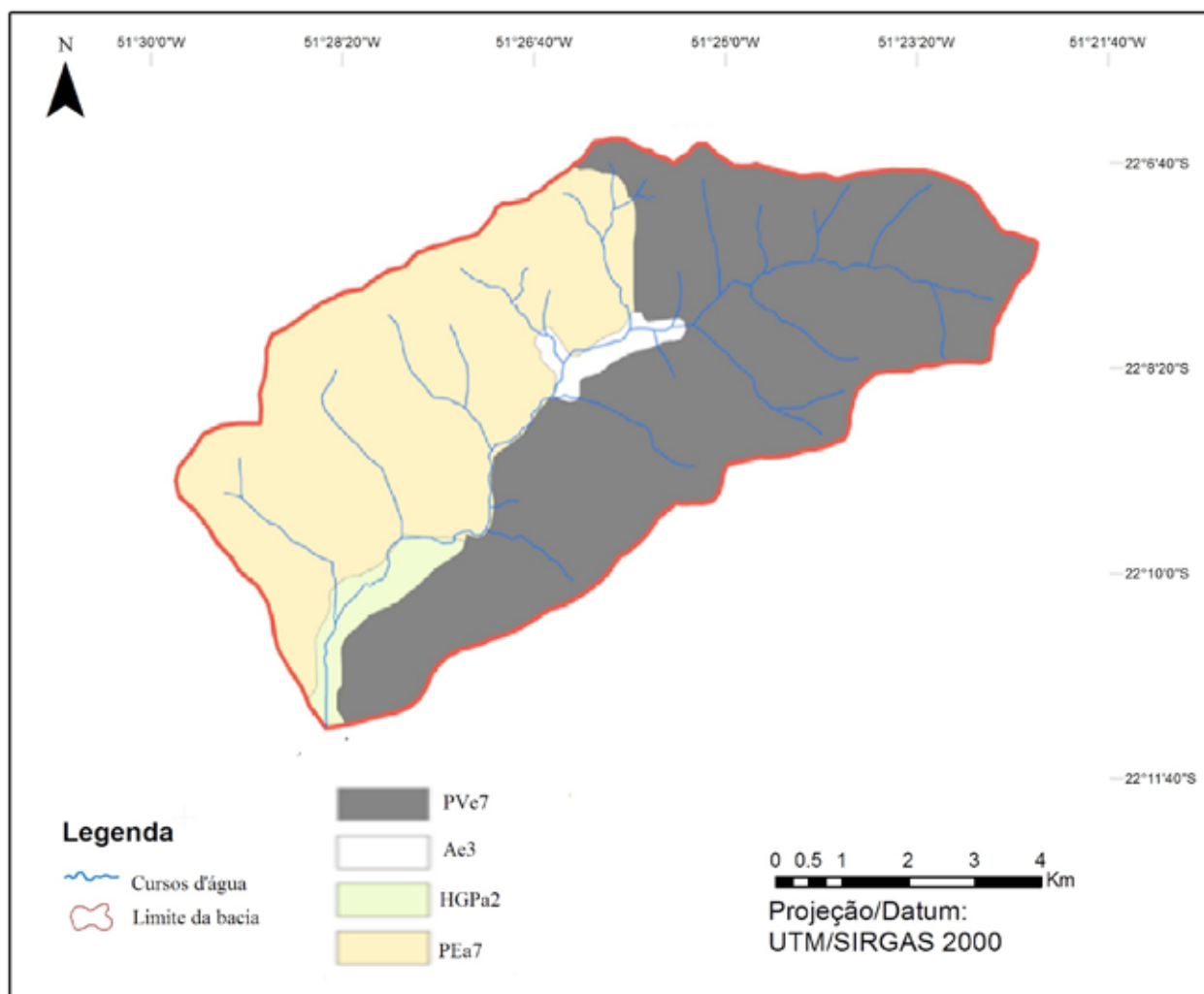
No geral, verifica-se na bacia do Córrego da Olga a predominância dos solos podzólicos, como mostra a Figura 6. Segundo Carvalho (1997), destaca-se neste tipo de solo a grande espessura do horizonte A de alguns perfis e a transição abrupta entre os horizontes A e B, o material de origem desse solos é constituído de produtos de alteração de arenitos e são solos muito susceptíveis a erosão.

Os solos aluviais da classe Ae3 ocorrem próximo ao córrego, devido à proximidade dos rios, esta classe compreende solos bem drenados interna-

mente, sendo periodicamente alagados. Esta classe de solos compreende solos poucos desenvolvidos, relativamente recentes, predominantemente minerais, com horizonte A, frequentemente moderado, assentado sobre camadas de textura e espessuras variáveis (CARVALHO, 1997).

Os solos hidromórficos HGPa2 ocorrem em áreas planas, mal drenadas e sujeitas a inundações frequentes, situando-se nas áreas mal drenadas das planícies aluviais, na parte baixa do Córrego da Olga.

Figura 6 - Carta Pedológica da bacia hidrográfica do Córrego da Olga.



Fonte: Dibieso, 2007. Org. dos autores.



## Clima

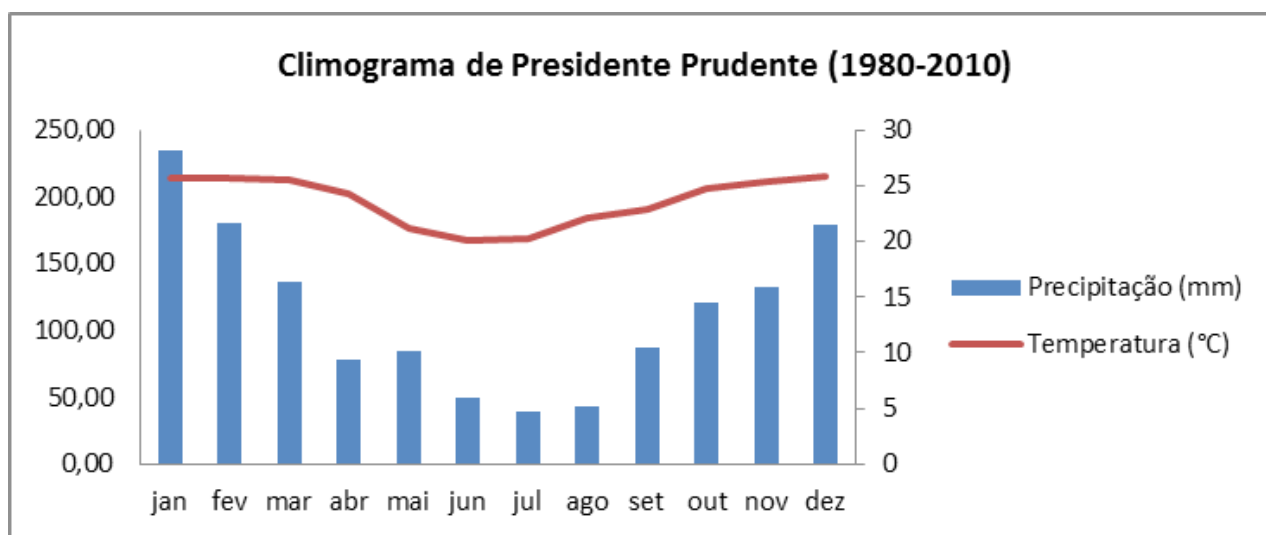
De acordo com Boin (2000), o clima da área de estudo é caracterizado pela presença de um período seco (inverno), sob influência predominante dos sistemas polares, e um período chuvoso (verão), influenciado pelos sistemas tropicais.

Na Figura 7, é apresentada uma série histórica das médias mensais de precipitação e temperatura de 30 anos (1980 a 2010), onde verifica-se que os meses com maiores precipitações são janeiro, fevereiro e dezembro e o período mais seco é de junho a agosto.

Pode-se perceber também que a queda de precipitação acompanha a queda de temperatura.

A compreensão das características climáticas da bacia hidrográfica é essencial para planejamento ambiental de uso e ocupação do solo. Pode-se através desta compreensão, definir um cronograma de intervenção no meio natural, por exemplo, nos meses mais secos para a movimentação de terra, evitando com isso a degradação do solo através da influência bastante expressiva das chuvas intensas, seja através da identificação dos meses mais chuvosos para a realização de reflorestamentos (DIBIESO, 2007).

Figura 7 - Médias mensais de precipitação e temperatura de 1980 a 2010.



Fonte: Estação Meteorológica da Unesp de Presidente Prudente.

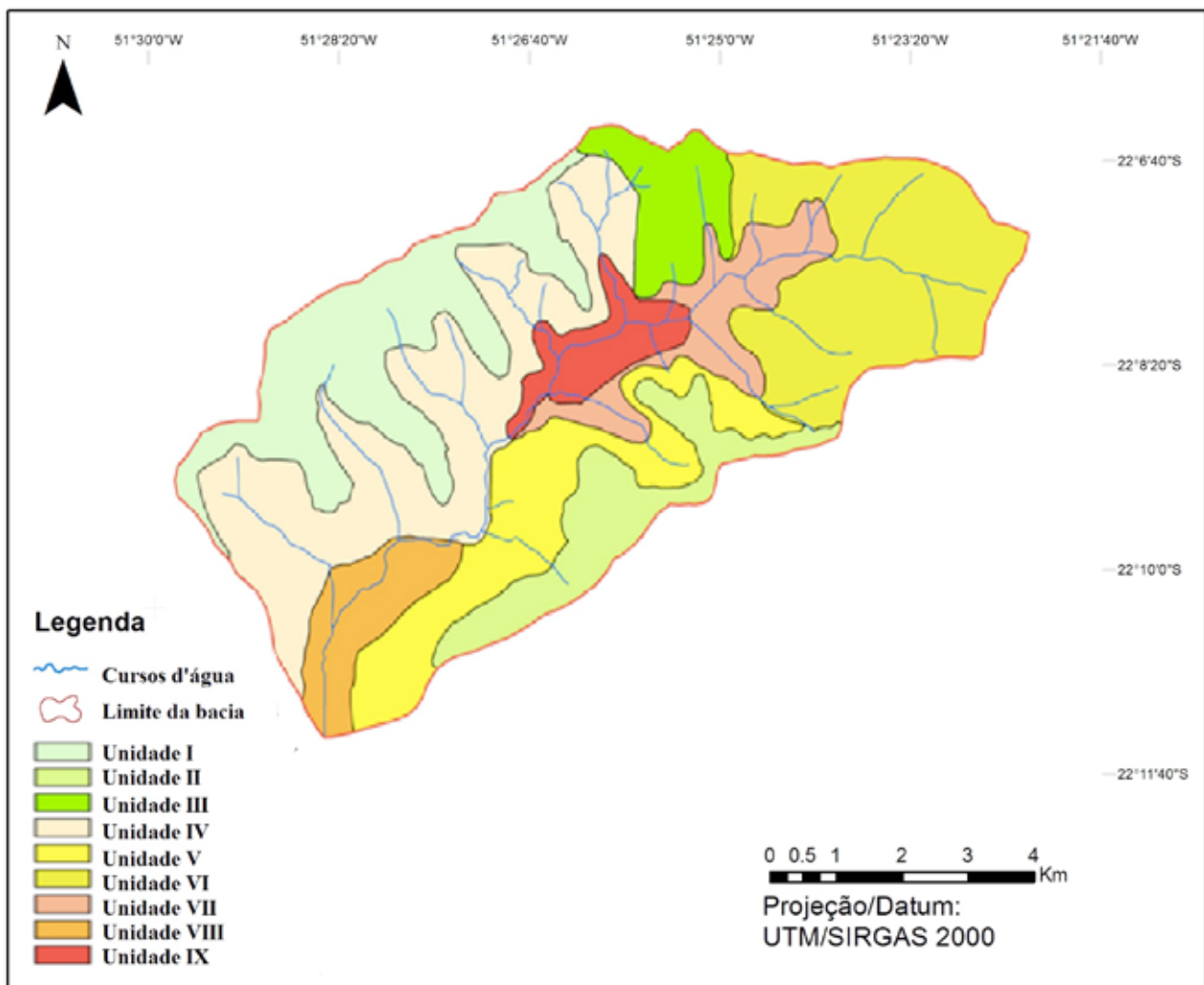
## Unidades do Meio Físico

A integração dos dados que caracterizam o meio físico da bacia hidrográfica como, geomorfologia, tipos de solos, declividades e hipsometria, geram em síntese as unidades do meio físico.

As unidades do meio físico são consideradas segundo Dibieso (2007), como áreas que apresentam

relativa homogeneidade nos seus fatores naturais, atributos, funções, aptidão para determinada forma de uso e ocupação e respostas semelhantes para as ações antrópicas. A Figura 8 apresenta as unidades do meio físico encontradas na bacia hidrográfica do córrego da Olga e a Tabela 9 apresenta o uso recomendado para cada unidade.

Figura 8 - Mapa de Unidades do Meio Físico da bacia Hidrográfica do Córrego da Olga.



Fonte:IGC/1998. Org. dos autores.

Tabela 9 - Usos recomendados para as unidades do meio físico da bacia hidrográfica do Córrego da Olga.

<b>Unidades do Meio Físico</b>	<b>Características predominantes</b>	<b>Usos Recomendados</b>
<b>Unidades I</b>	- Solo PEa7; - Topos suavemente ondulados; - Declividade 0 a 10%.	Esta unidade é a de menor restrição ao uso já que apresenta declividade baixa e topos suavemente ondulados.
<b>Unidade II</b>	- Solo PEa7, - Vertentes; - Declividade 5 a 20%.	Esta unidade apresenta baixa declividade e topos suavemente ondulados, assim possui a possibilidade de ocupação, além de possuir um solo fértil favorecendo o desenvolvimento de culturas.
<b>Unidade III</b>	- Solo PEa7; - Vertente; - Declividade 5 a 20%.	Esta unidade necessita de manejo adequado para sua utilização devido a valores intermediários de declividade é uma região onde predominam as vertentes.
<b>Unidade IV</b>	- Solo PEa7, - Vertente, - Declividade superior a 10%	Nesta unidade a vegetação nativa deve ser preservada, pois apresenta altos valores de declividade, além de estar situada em uma área de alta densidade de drenagem.
<b>Unidade V</b>	- Solo PVe7, - Vertentes - Declividade 10 a 20%.	A ocupação desta área deve ser realizada com adequado manejo, devido aos valores de declividade, respeitando-se os limites da área de preservação permanente-APP.
<b>Unidade VI</b>	- Solo PVe7; - Vertentes; - Declividade 10 a 20% apresentando áreas com declividade superior a 20%.	Nesta unidade as áreas com declividade superior a 20% não podem ser ocupadas, porém as áreas com declividade inferiores podem ser aproveitadas para o uso agrícola já que o solo PVe7 é fértil.
<b>Unidade VII</b>	- Solo PVe7; - Planícies; - Declividade 0 a 10%.	Apesar da declividade nesta unidade ser baixa, ela não pode ser ocupada pois esta situada em partes baixas como planícies, sendo assim sujeita a inundações. Além disso é também área de preservação permanente.
<b>Unidade VIII</b>	- Solo HGPa2; - Planícies e vertentes; - Declividade 0 a 5%.	Por ocorrerem em áreas planas, mal drenadas e sujeitas a inundações frequentes, apresentam sérias restrições ao uso.
<b>Unidade IX</b>	- Solo aluvial; - Planície; - Declividade 0 a 20%.	Por serem áreas de preservação e proteção ambiental, o uso indicado para estes solos é a preservação e a reintrodução de espécies nativas.

Fonte: Org. dos autores.

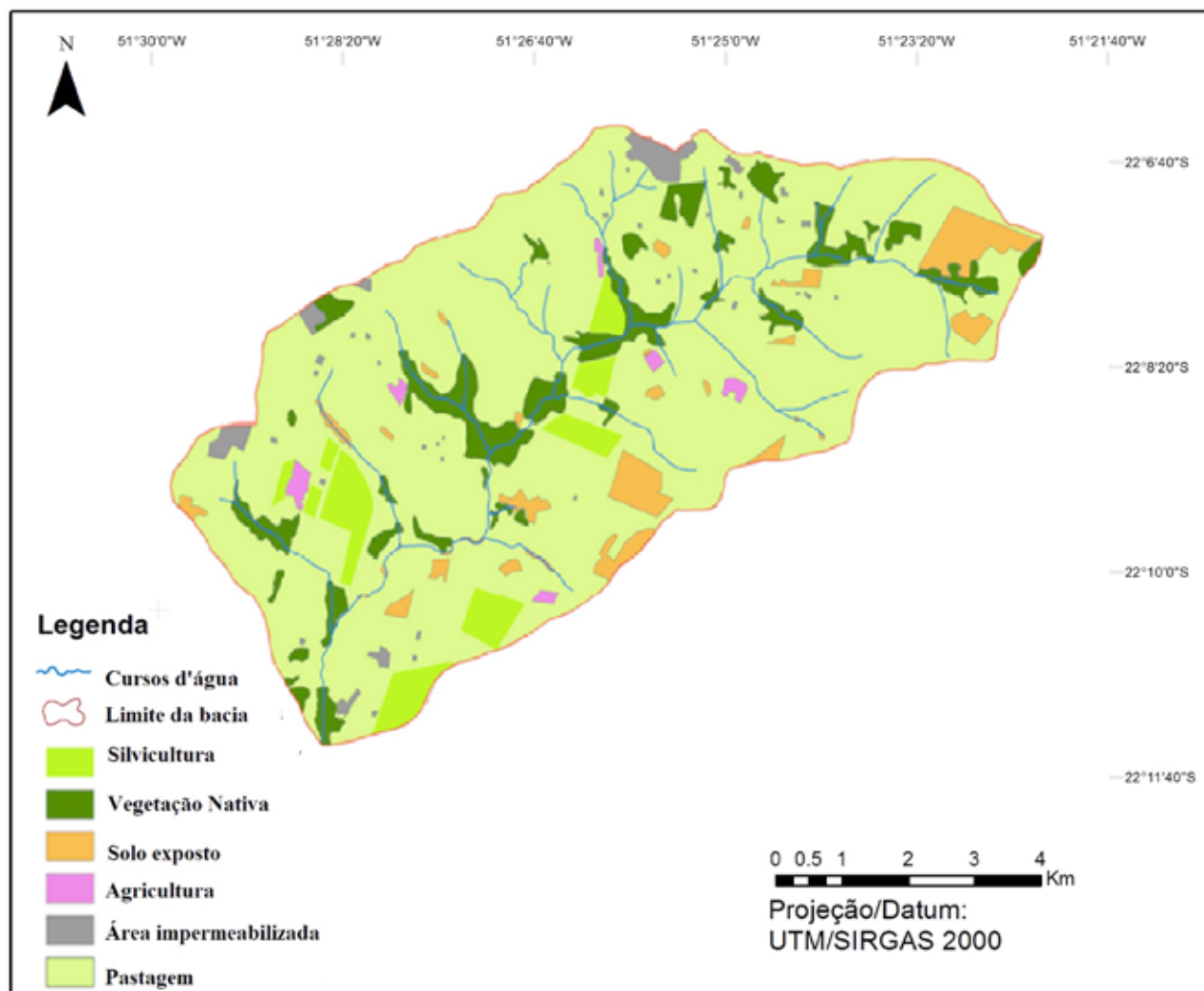
### **Uso e ocupação da terra**

A representação vetorial das classes de uso e ocupação da terra (Figura 9) foi obtida através de vetorização manual, tendo como base a imagem Alos/Avenir 02 a partir de uma cena datada de fevereiro

de 2009, com resolução espacial de 10 metros e com atualização através de trabalhos de campo. As classes de cobertura definidas foram: pastagem, agricultura, silvicultura, vegetação nativa, área impermeabilizada e solo exposto.



Figura 9 - Carta de Uso e Ocupação da terra da bacia hidrográfica do Córrego da Olga.



Fonte: Imagem Alos/Avenir-02 (cena fev. 2009). Org. dos autores.

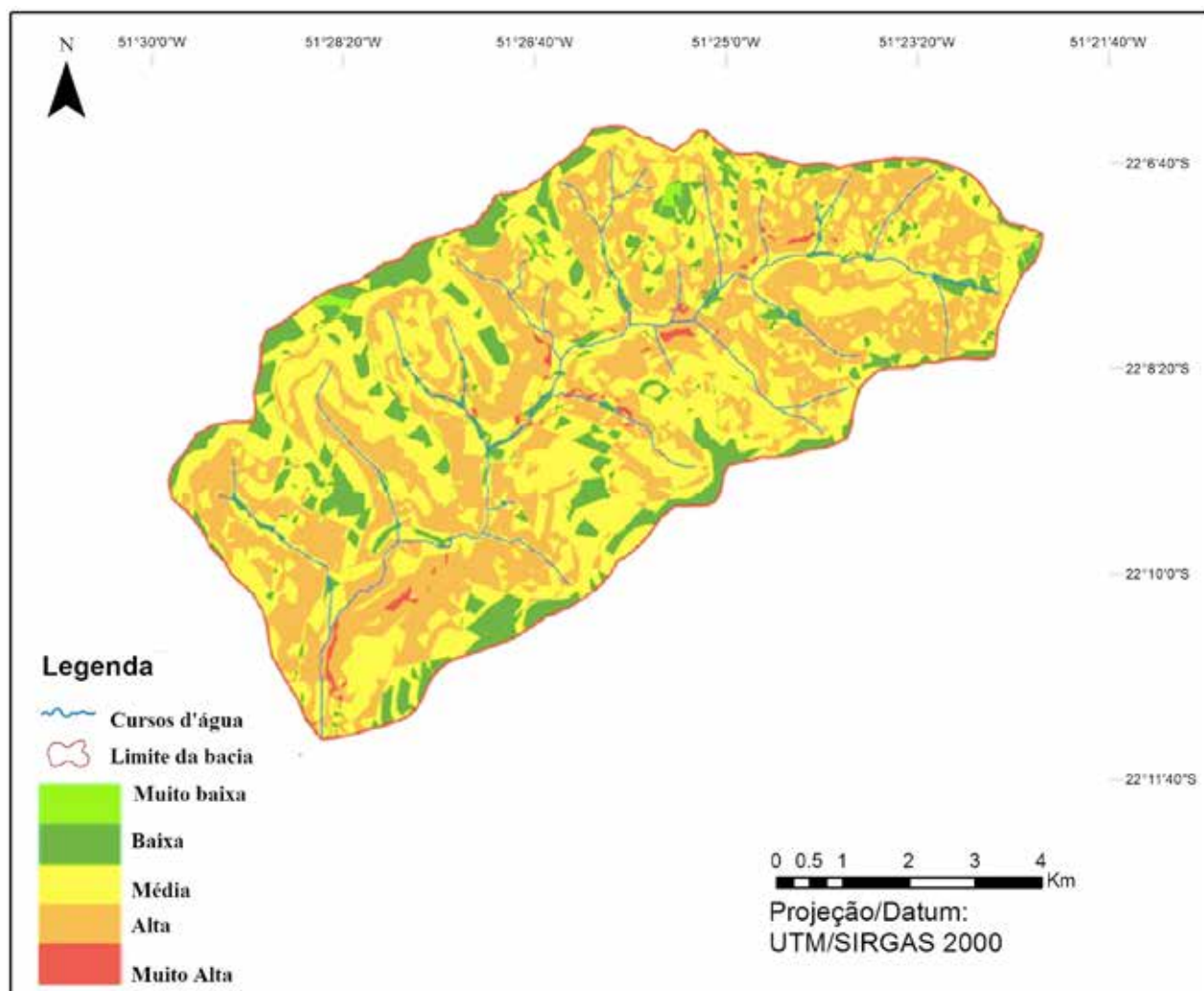
## DIAGNÓSTICO

### *Fragilidade Ambiental*

Segundo Kawakubo *et al.* (2005), o mapa de fragilidade ambiental constitui uma das principais ferramentas utilizadas pelos órgãos públicos na

elaboração do planejamento territorial ambiental. O mapeamento da fragilidade ambiental permite avaliar as potencialidades do meio ambiente de forma integrada, compatibilizando suas características naturais com suas restrições. A Figura 10 apresenta a carta de fragilidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego da Olga.

Figura 10 - Mapa de fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do Córrego da Olga.



Fonte: IGC/1998. Org. dos autores.

As unidades I, II e III são as que apresentam menor fragilidade ambiental e sendo assim apresentam áreas com baixa susceptibilidade à processos erosivos, este fato é devido a estas unidades corresponderem aos topos de morro e aos divisores de água, locais que apresentam solos menos erodíveis e terrenos mais planos, garantindo uma maior estabilidade. As unidades IV, V, VI e VII, que representam a maior parte da bacia hidrográfica apresentaram fragilidade alta, tendo em vista este resultado, verifica-se que, de modo geral, a bacia do Córrego da Olga caracteriza-se por terrenos onde ocorre uma elevada propensão e potencialização de processos erosivos. Tal fato é explicado pelo fato de que a bacia apresenta um grande

índice de uso extensivo do solo, devido à pastagem, o qual, associados a elevadas declividades e às fragilidades naturais das características pedológicas, criam cenários altamente frágeis.

### **Qualidade da água**

Para caracterizar a qualidade da água do Córrego da Olga, foram escolhidos três pontos de amostragem, levando em consideração o posicionamento das vias de acesso e o sentido do curso da água. O primeiro ponto de amostragem está localizado próximo à nascente, está localizado em uma área alagada e com a presença de taboas. A montante do ponto 1

foi feita uma pequena canalização para a passagem de uma via de acesso, criando assim uma área alagada, aumentando neste local a largura do córrego e diminuindo a velocidade de escoamento da água, diminuindo a turbulência e a agitação da água, reduzindo a oxigenação. Também foi obtido neste ponto o menor valor de pH e de acordo com Galvan *et al.* (2006), baixos valores de pH ocorrem quando há uma redução na concentração de oxigênio dissolvido e um aumento de dióxido de carbono, refletindo a atividade de processos de decomposição. Os menores valores de pH e oxigênio dissolvido podem ser explicados pela grande quantidade de taboas em decomposição nesta local.

O uso do solo predominante nas proximidades deste ponto é a pastagem e não existe vegetação ciliar, apenas poucas árvores de pequeno porte. O IQA neste ponto foi 59, classificando a água nesta local como boa.

O segundo ponto de amostragem esta localizado em uma propriedade privada próximo a Rodovia Assis Chateaubriand, verifica-se a presença de pouca mata ciliar neste ponto, havendo somente arbustos e árvores de médio porte isoladas, porém o ponto onde foi coletada a água esta em uma área com sombra e pequenas quedas d'água, explicando assim o baixo valor de temperatura e o alto valor de oxigênio dissolvido.

O uso do solo predominante na área é voltado às atividades de pastagem, onde há livre acesso do

gado ao córrego, o que acarreta um grande pisoteio de animais no local.

O ponto 2 não apresenta muita vegetação nativa como explicado anteriormente mas imediatamente antes deste ponto e existe um grande trecho do córrego com vegetação nativa preservada, ou seja a água coletada neste ponto reflete as características naturais da bacia anteriores ao ponto de coleta. Este fato se explica pois obteve-se neste ponto o melhor índice de qualidade da água, com baixo valores de sólidos, menor turbidez e DBO, o que pode estar associado à atuação da vegetação nativa na retenção dos materiais carreados em eventos de precipitação. A água neste ponto pode ser classificada como de boa qualidade.

A foz do Córrego da Olga foi escolhida como o terceiro ponto de amostragem, neste ponto encontra-se maior quantidade de vegetação nativa, porém neste ponto obteve-se o menor índice de qualidade da água. O menor índice de qualidade obtido pode ser explicado por anteriormente ao ponto existir grandes trechos sem nenhuma vegetação, com presença de pastagens e com solapamento das margens. A qualidade da água obtida neste ponto foi média.

O Córrego da Olga deságua no rio Santo Anastácio em uma área que se encontra em um alto grau de assoreamento com a formação de pequenos bancos de sedimento de areia no leito. A Tabela 10 apresenta os valores dos parâmetros encontrados.

Tabela 10 - Valores dos parâmetros analisados em cada ponto de amostragem.

Parâmetros	pH	DBO (mg/l)	Nitrogênio Total	Temperatura	Turbidez	Sólidos Totais	OD	IQA Adaptado	Classificação
Ponto 1	6,3	1,2	0,5984	22	1,61	50,182	24,8	59	Bom
Ponto 2	6,4	0	0,8689	21	0,52	51,665	42,7	75,2	Bom
Ponto 3	6,6	2,4	1,0923	21,7	1,17	66,044	37	47,9	Médio

Fonte: Org. dos autores.

## CONCLUSÕES

Localizada inteiramente no município de Presidente Prudente a bacia do Córrego da Olga tem seu uso da terra voltado para a principal atividade econômica do município, a pecuária. As atividades agropecuárias modificaram significativamente a cobertura

vegetal dos solos, principalmente retirando as matas ciliares. Acredita-se que a ausência da mata ciliar é o principal problema ambiental da bacia hidrográfica e a causa dos demais problemas ambientais encontrados. A supressão da vegetação das áreas de preservação permanente (APP) desencadeia uma série de outros problemas ambientais, tais como erosão, solapamento

das margens do córrego, assoreamento, contaminação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos e perda da biodiversidade.

Aliada à supressão da vegetação nativa, a ocupação inadequada do solo, esta intimamente ligada à aceleração dos processos erosivos, estes dois fatores são as principais causas da perda da capacidade de armazenagem de água de bacia, pois causam a longo prazo o assoreamento dos cursos d'água.

Através da metodologia desenvolvida no trabalho, possibilitando uma integração de dados e informações capazes de gerar representações cartográficas passíveis de interpretação, a partir do diagnóstico ambiental, identificando os problemas ambientais da bacia hidrográfica do Córrego da Olga, pode-se elaborar propostas para melhoria do estado ambiental da bacia hidrográfica. De um modo geral é necessário: (i) respeitar os limites de APP; (ii) obedecer às medidas de conservação rural, como construção de terraços, bacias de contenção, entre outras medidas para garantir a estabilidade e proteção contra a erosão das margens dos cursos d'água (iii) respeitar a fragilidade ambiental da bacia, não ocupando locais de alta vulnerabilidade especificados na Figura 9; (iv) conseqüentemente, deve-se limitar a ocupação residencial próxima ao córrego e em áreas de alta vulnerabilidade ambiental.

## REFERÊNCIAS

- BOIN, M. N. *Chuvvas e erosões no oeste paulista: uma análise climatológica aplicada*, UNESP - IGCE, Rio Claro, 2000.
- CARVALHO, W. A. Levantamento semidetalhado dos solos da bacia do rio Santo Anastácio-SP. Presidente Prudente, SP. *Boletim Científico*, v.1, n.2, Unesp, Presidente Prudente, 1997.
- CETESB. *Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo: relatório*. São Paulo, 2006.
- CPTI - Cooperativa de Serviços, Pesquisas Tecnológicas e Industriais. *Diagnóstico de situação dos recursos hídricos da UGRHI – 22*. Pontal do Paranapanema: Relatório Zero. São Paulo: CPTI, 1999.
- GUERRA, A. J.; CUNHA, S. B. da. *Geomorfologia e Meio Ambiente*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 4ª ed. 2003.
- CUNICO, C.; OKA-FIORI, C. Zoneamento ambiental da bacia hidrográfica do rio Marumbi-PR: perspectivas para a análise e avaliação das condições socioambientais. *Estudos Geográficos*, v. 6, n. 1, pp. 37-61, 2008.
- CLESCERI, L. S; GREENBERG, A. E; EATON, A. D; *Standard methods for the examination of water & wastewater*. 20ª edição. Washington: American Public Health Association, 1998.
- CREPANI, E. et al. *Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial*. São José dos Campos: INPE, 2001.
- DE BIASI, M. Cartas de declividade: Confecção e Utilização. *Geomorfologia*. São Paulo, n. 21, 1970.
- DIBIESO, E. P. *Planejamento ambiental da bacia hidrográfica do córrego do Cedro – Presidente Prudente/SP*. Presidente Prudente, Dissertação, UNESP, 2007.
- GALVAN, G. L. et al. Estudo limnológico no córrego João Dias: uma abordagem longitudinal e sazonal. In: 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal. *Anais...* Campo Grande, 2006.
- JUNIOR, S. C.; LEAL, A. C. Mapeamento de riscos ambientais e planejamento participativo no manancial rio Santo Anastácio-UGRHI Pontal do Paranapanema-São Paulo. *Revista Geonorte*, Edição especial, v. 3, n. 4, pp. 1069-1081, 2012.
- KAWAKUBO, F. S. et al. Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. *Anais...* Goiânia, 2005.
- NUNES, J. O. R.; FREIRE, R.; PERES, I. U. Mapa geomorfológico do perímetro urbano da cidade de Presidente Prudente. In: VI Simpósio Nacional de Geomorfologia e Regional/ Conference on Geomorphology. *Anais...* Goiânia, 2006.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. da; CAVALCANTI, A. P. B. *Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental*. Fortaleza: Editora UFC, 2004.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. *Revista do Departamento de Geografia FFLCH/USP*. v. 8, pp. 63-74, 1994.

SANTOS, R. F. dos. *Planejamento Ambiental: teoria e prática*. 1ª ed. São Paulo: Oficina de textos, 2004.

VARGAS, M. O gerenciamento integrado de recursos hídricos como problema socioambiental. *Ambiente & Sociedade*, ano 2, v. 5, pp. 109-134, 1999.