



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JULIO DE MESQUITA FILHO"  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS



Trabalho de Graduação  
Curso de Graduação em Geografia

**GEOTECNOLOGIAS PARA A ANÁLISE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO  
CÓRREGO WENZEL – RIO CLARO/SP: Proposta de Gestão de Recursos Hídricos**

Lucas Camargo Marquezini

Profª. Dra. Andréia Medinilha Pancher (orientadora)

Rio Claro (SP)

2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
Instituto de Geociências e Ciências Exatas  
Câmpus de Rio Claro

Lucas Camargo Marquezini

GEOTECNOLOGIAS PARA A ANÁLISE DA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO WENZEL – RIO CLARO/SP:  
Proposta de Gestão de Recursos Hídricos

Trabalho de Graduação apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas - Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Rio Claro - SP

2011

Lucas Camargo Marquezini

GEOTECNOLOGIAS PARA A ANÁLISE DA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO WENZEL – RIO CLARO/SP:  
Proposta de Gestão de Recursos Hídricos

Trabalho de Graduação apresentado ao  
Instituto de Geociências e Ciências Exatas -  
Câmpus de Rio Claro, da Universidade  
Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para  
obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Comissão Examinadora

\_\_\_\_\_ (orientador)

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Rio Claro, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

Assinatura do(a) aluno(a)

assinatura do(a) orientador(a)

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Tomás e Fátima e toda minha família, cujo conhecimento transmitido permitiu que esse trabalho fosse alcançado.

Em especial à Professora Doutora Andréia Medinilha Pancher pela orientação dedicada, atenciosa e paciente e pelos ensinamentos transmitidos desde as matérias de graduação, passando pelos trabalhos de estágio, até a orientação do trabalho de graduação.

Aos docentes do Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento (DEPLAN): Cenira Maria Lupinacci da Cunha, Fabiano Tomazini da Conceição e Rodrigo Braga Moruzzi, que sempre se disponibilizaram a auxiliar na elaboração da presente pesquisa sem os quais ela não seria possível.

Aos professores Roberto Braga e Sérgio dos Anjos pelos ensinamentos e conselhos fundamentais para a realização desse trabalho e aos professores Antônio Carlos Tavares e Geraldo Muller, diferenciais para a formação como estudante de Geografia no período de graduação.

Aos geógrafos e pós-graduandos da UNESP-Rio Claro: Éder Spatti, Plínio Dainezi, Isabel Moreira, Laila Regina e Letícia Paschoal, pela contribuição fundamental em trabalhos de campo e fornecimento de dados e conselhos no decorrer da pesquisa.

Aos colegas de repúblicas que me acompanharam e toleraram como companheiros de moradia nesses cinco anos, e compartilharam momentos de alegria, festa, angústia, frustrações e conquistas: Marcelo Sartori colega de quarto e risadas por um ano; Ricardo Suzuki, Vanessa Neris pelos anos de convivência; Gabriel Bispo, Matheus Rizato, que se não moraram por muito tempo deixaram marcada uma leal e divertida amizade; Thiago Boni, Mayara Broskowki, Valterlan de Souza, Clóvis, Jonas Pierobon, que passaram pela República do “Zé Pelado”. Para Claudio de Souza e Bruno Ishikawa pela acolhida amigável nesta reta final de faculdade.

Aos amigos, fundamentais em cada momento desses cinco anos de graduação em Rio Claro: grande companheiro de trabalhos, festas, pensão, empresa júnior e sobretudo conversas francas Thiago Sailer; ao amigo rio clarense e assessor para assuntos aleatórios Cleberson Andrade; à alegria e criatividade mais contagiantes já vistas, Gabriel Tomicioli; ao irmão (não de nascimento mas por maioria de votos) Eduardo Passarelli; ao parceiro de estágios, pesquisas e ciladas Fernando Rodarte; à amizade generosa e fiel de Silvia Polizel, à amizade sábia e divertida de Pedro Fontão,

À turma de 2007 da Geografia Noturno da UNESP Rio Claro, os votos de muito sucesso.

Aos colegas do SEPLADEMA que durante o período do estágio em 2008 me introduziram ao gosto pelo geoprocessamento: Vitor, Vinicius, Éder, Priscila, Pucci, Mahê, Marcos, em especial à nossa primeira “chefe” Elizabete em nome de quem agradeço todos os servidores do Cadastro de imóveis da Secretaria.

Aos colegas do Escritório de Apoio Técnico de Rio Claro do Departamento de Águas e Energia Elétrica, que instigaram à pesquisa pelo tema dos recursos hídricos durante o estágio nos anos de 2010 e 2011: ao supervisor do escritório Otávio Galembeck, aos geólogos Vinicius, Adriano, Laércio, Bernardi, Edilson e Juliana, Engenheira Ambiental Natália, Secretárias Déborah, Solange e Fernanda e colegas de estágio Rafael e Alan.

À todos que realizaram comigo um sonho que é a empresa júnior do curso de graduação em Geografia (GEOPLAN JÚNIOR) e vem atuando na consolidação desta, além dos já referidos amigos Thiago, Gabriel, Cleberson, Eduardo, Silvia e Fernando: Graziela Meneghetti, Mariana de Oliveira, Bruna Christofolletti, Vanessa Bastos, Vinicius Filier, Bruna Pechini, aos trainees de 2011 e todos aqueles que vem chegando e apoiando, que tenham todo o sucesso possível.

**RESUMO**

O avanço da urbanização em cidades médias reforça a importância de medidas de planejamento e gestão dos recursos naturais, dentre os quais a água é o mais importante. Tais medidas devem contemplar a integração dos elementos físicos e antrópicos envolvidos. Nesse contexto, ganha importância a análise por bacias hidrográficas e o uso de ferramentas de geotecnologias. Diante do exposto, o objetivo desse trabalho é demonstrar a contribuição das geotecnologias, como ferramenta para a gestão de uma bacia hidrográfica, possibilitando a integração de dados físicos e antrópicos na análise de cenários ambientais em meio urbano. A área escolhida, a bacia do córrego Wenzel, situa-se em Rio Claro/SP, cidade cujo processo de urbanização tem sido intenso e contínuo. Foram gerados a mapas temáticos do meio físico: pedológico, declividade e geológico, além de mapas de uso da terra. No que se refere aos mapas de uso da terra, estes foram elaborados a partir da interpretação visual de fotografias aéreas, considerando-se os anos 1995 e 2010, realizando-se uma análise evolutiva. Foi observado que a área em estudo apresenta pouca variação nos aspectos físicos e estruturais, com a formação litológica e geomorfológica favorecendo a ocorrência de enchentes, processos de erosão e assoreamento. Esses processos são acelerados pelas formas de uso da terra, com intensa urbanização observada no período entre 1995 e 2010, e pouca preservação das áreas de preservação permanente. Nas áreas de várzea ocorre grande deposição de resíduos consiste no mais notável problema ambiental.

**Palavras-chave:** Bacia hidrográfica; recursos hídricos, Geotecnologias.

## **ABSTRACT**

The expansion of urban in medium-sized cities, increase the importance of action planning and management of natural resources, among which water is the most important. Such action should include the integration of physical and man-made elements involved. In this context, it becomes important for watershed analysis and the use of geotechnologies. Thus, the objective was to demonstrate the contribution of the geo, as a tool for managing a river basin, allowing the integration of physical data and the analysis of anthropogenic environmental scenarios in urban areas. The area chosen, the basin of the Wenzel, is located in Rio Claro / SP, a city whose urbanization process has been intense and continuous. Thematic maps were generated from the physical environment: soil, slope and geological, as well as maps of land use. With regard to land use maps, these were drawn from the visual interpretation of material aerophotogrammetric, considering the years 1995 and 2010, performing an evolutionary analysis. It was observed that the area presents small variation in the physical and structural aspects, with lithological and geomorphological formation favoring the occurrence of floods, erosion and siltation. These processes are accelerated by the forms of land use, with intense urbanization during the period between 1995 and 2010, and poor preservation of permanent preservation areas and. In the floodplain areas there is a high waste disposal is the most notable environmental problem.

**Keywords:** River basin, Geotechnologies, water resources, land use

**LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura 1</b> – Estrutura geral de um SIG	17
<b>Figura 2</b> – Localização da área de estudo	18
<b>Figura 3</b> – Fluxograma da metodologia adotada	21
<b>Figura 4</b> – Mapa geológico	31
<b>Figura 5</b> – Mapa pedológico	33
<b>Figura 6</b> – Mapa de classes de declividade	35
<b>Figura 7</b> - Setograma de uso da terra em 1995	37
<b>Figura 8</b> - Setograma de uso da terra em 2010	38
<b>Figura 9</b> – Evolução das classes de uso da terra	39
<b>Figura 10</b> – Mapa de uso da terra – 1995	40
<b>Figura 11</b> - Mapa de uso da terra – 2010	40
<b>Figura 12</b> – Problemas ambientais da bacia	43

**SUMÁRIO**

1. INTRODUÇÃO .....	10
2. OBJETIVOS .....	12
3. JUSTIFICATIVA E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	13
3.1 Os Recursos Hídricos e o processo de urbanização .....	13
3.2 As bacias hidrográficas como unidades de estudo e planejamento .....	14
3.3 A importância do Geoprocessamento .....	15
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	17
4.1. Localização e Caracterização da Área de estudo.....	18
4.2 Procedimentos metodológicos .....	20
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	29
5.1 Mapeamento das características físico-naturais da bacia do córrego Wenzel.....	29
5.2 Uso da terra e problemas ambientais.....	36
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44
7. REFERÊNCIAS .....	46

## 1. INTRODUÇÃO

A água, o principal recurso natural explorado pelo homem, encontra-se em constante fluxo e sua preservação se dá pela proteção de suas reservas. Os rios, lagos e o lençol freático estão expostos a diversas formas de degradação pela ação humana, demandando ações estratégicas que conciliem o crescimento urbano e sua manutenção. Nessa perspectiva, as bacias hidrográficas adquirem importância como unidade territorial de análise, pois ali se identificam as diversas relações e dinâmicas ecológicas e sociais.

A gestão dos recursos hídricos é uma preocupação crescente nos âmbitos acadêmico, econômico e político. As bacias hidrográficas têm sido consideradas como unidades de implantação de políticas públicas de gestão ambiental. Historicamente a abundância ou escassez de água, bem como a forma como ela está armazenada e sua dinâmica natural, determinam além das principais características dos ecossistemas locais, possibilidades e limitações de ocupação da terra.

O planejamento e gestão ambiental sob o ponto de vista das bacias hidrográficas exigem um claro conhecimento das características físicas locais, tornando-se necessário integrá-las às formas de uso e exploração por parte das atividades humanas, tendo em vista que, é para as diversas atividades humanas que o planejamento, assim como a ciência geográfica, estão direcionados.

Como cita Moura (2005), alguns autores propõem a visão holística da questão ambiental. Isso torna necessária uma coerente sistematização e hierarquização das informações que devem ser consideradas na análise ambiental. Tal análise deve estar orientada segundo métodos bem definidos e objetivos claros. A ciência geográfica colabora com a gestão ambiental tratando tais questões a partir da perspectiva espacial. O ordenamento territorial é uma estratégia tradicional de planejamento ambiental e exige conhecimento das características físicas e sociais de uma área.

Atualmente, no entanto, não basta apenas delimitar e “restringir” a manifestação espacial de determinado fenômeno. É preciso compreender sua dinâmica, suas formas e correlacioná-las com outros fenômenos tendo em vista não apenas compreender a geografia do presente, mas permitindo também a modelagem de situações futuras, levantando hipóteses que poderão nortear ações e estratégias de preservação e desenvolvimento local.

Nesse contexto, cresce a importância de ferramentas que auxiliem o geógrafo e demais profissionais da área ambiental na modelagem e geração de produtos que representem a evolução do uso e ocupação da terra. Diversos trabalhos tratam o geoprocessamento como

uma revolução na ciência geográfica, possibilitando o tratamento e manipulação dos dados georreferenciados em meio digital, permitindo análises mais precisas e uma modelagem contínua, que acompanhe a dinâmica territorial da sociedade, em constante transformação.

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo o uso das geotecnologias como ferramenta de gestão e análise dos recursos hídricos. Assim, selecionou-se a micro-bacia do córrego Wenzel, localizada na cidade de Rio Claro/SP. Essa bacia está integrada ao meio urbano do município, cujos dados do SEADE (2010) apontam para um contínuo crescimento econômico, em função, sobretudo, da indústria. Desde modo, por meio de geotecnologias, pretendeu-se demonstrar os principais aspectos pertinentes a uma análise da bacia hidrográfica perante o contexto da urbanização do município.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

O objetivo fundamental da presente pesquisa foi desenvolver um diagnóstico da bacia do córrego Wenzel, localizada em Rio Claro/SP, realizando-se uma análise integrada dos aspectos físico-naturais e antrópicos através das geotecnologias. A partir do mapeamento da geologia, declividade, pedologia, uso e ocupação da terra (1995 e 2010), bem como dos problemas ambientais identificados em trabalhos de campo, levantaram-se pressupostos para o desenvolvimento de estudos mais abrangentes relativos a um planejamento territorial aplicado à gestão das águas.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Conhecer de maneira integrada os aspectos físicos-naturais e antrópicos que compõem a bacia do córrego Wenzel.
- Identificar as características da declividade da bacia analisada, visando perceber as áreas mais frágeis aos processos erosivos e às questões do escoamento das águas.
- Realizar uma análise evolutiva do uso e ocupação das terras na área da bacia, considerando-se os anos de 1995 e 2010.
- Levantar os problemas ambientais presentes na bacia, decorrentes dos usos da terra e dos aspectos físicos da área, através de observações de campo.
- Integrar os aspectos geológicos, geomorfológicos e de uso da terra, resultando em uma análise das condições sob a ótica da gestão por bacias hidrográficas conforme Ross e Del Prette (1998) .
- Analisar se há o cumprimento da legislação vigente em relação ao gerenciamento de recursos hídricos no contexto da área de estudo.

### **3. JUSTIFICATIVA E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

O presente trabalho parte de diversos pressupostos como de Lanna (2001, p. 727), Ross e Del Prette (1998, p. 89-122), que enfatizam a importância de que projetos de planejamento e gerenciamento de recursos hídricos devem contemplar a integração de aspectos econômicos, sociais, físicos e ambientais, considerando a bacia hidrográfica como unidade básica de planejamento e gestão.

Tendo em vista a importância da ciência geográfica para a gestão dos recursos hídricos, o presente estudo é de extrema importância. O uso das geotecnologias, ferramenta em ascensão em diferentes áreas do conhecimento, cuja concepção está atrelada à ciência geográfica, se apresenta como um relevante instrumento para esta aproximação.

Nas últimas décadas, constata-se a intensificação do crescimento das cidades médias do interior paulista, em função do processo de descentralização comercial e industrial como apresentou Negri (1996). Como consequência, cresce a demanda por estudos que avaliem a preservação ambiental e de recursos naturais perante o aumento da ocupação do território. Inserida nesse contexto, a presente pesquisa adotou como área de estudo a cidade de Rio Claro (SP).

#### **3.1 Os Recursos Hídricos e o processo de urbanização**

A história humana está em direta relação com a hidrologia, sendo condicionante da própria presença do homem no espaço terrestre, pois historicamente, várias sociedades se formaram em função da presença de rios e mares.

A partir da presença do homem em um território a água deixa de ser uma mera condição para sua presença e passa a estar em articulação com suas atividades, sendo que o ciclo hidrológico determina algumas de suas atividades mais importantes para subsistência, como a agricultura, a pecuária, a coleta e a pesca. No entanto, o homem também passa a interferir no ciclo hidrológico do qual é dependente, constituindo uma relação dialética que pode ser harmoniosa ou não.

Conforme aborda Tauk (1991), o avanço exponencial da exploração dos recursos naturais gerado pela urbanização demanda que o planejamento seja dinâmico, sendo recomendado o uso de sistemas de informação, o qual compõe um banco de dados passível de contínua atualização e manipulação.

A urbanização intensifica a exploração dos recursos naturais como um todo. No caso dos recursos hídricos essa interação se dá de forma mais intensa, pois a cidade ocupa as áreas de escoamento e infiltração, quando não avançam para áreas inundáveis.

São vários os estudos que abordam a interação entre cidade e recursos hídricos. Medinilha (1999) demonstra como o crescimento desordenado de uma cidade média gera impactos nas reservas hídricas das quais estas cidades dependem. A degradação das matas ciliares, que margeiam os leitos fluviais, intensifica o assoreamento de canais e a poluição. Velásquez (1996) destaca a interferência da urbanização nos recursos hídricos subterrâneos que ocorre, sobretudo pela impermeabilização do solo e pela maior incidência da perfuração de poços tubulares. Este consiste num aspecto pouco visível do processo de urbanização.

Mota (1980) apud Medinilha (1999, p. 29.) considera a urbanização como fator de interferência determinante no ciclo hidrológico. Entre as interferências destacam-se:

- Aumento da precipitação;
- Redução da evapotranspiração devido à extração da vegetação;
- Ampliação do escoamento superficial, ou seja, da quantidade de líquido escoado;
- Diminuição da infiltração da água, devido à impermeabilização do solo;
- Consumo de água superficial e subterrânea, para abastecimentos público, industrial, etc.
- Modificações no nível do lençol freático causando a redução ou até esgotamento;
- Erosão do solo e, portanto, assoreamento dos cursos d'água;
- Aumento de ocorrência de enchentes;
- Poluição de águas superficiais e subterrâneas.

### **3.2 As bacias hidrográficas como unidades de estudo e planejamento**

Além de fundamental condição para o desenvolvimento da ocupação humana, os recursos hídricos são, conforme Carvalho (2003), apropriados pelo ser humano e submetidos às suas técnicas, processo que se acentua nas cidades. Segundo o autor, o sistema hidrológico de uma área ocupada estará relacionado a outros aspectos que compõem o espaço em uma unidade de planejamento, no caso mencionado pelo autor, as cidades.

As bacias hidrográficas são definidas por Garcez e Alvarez (1988) como um conjunto de áreas com declividade no sentido de determinada seção transversal de um curso de água, medidas as áreas em projeção horizontal.

Assim, conforme propõe Ross e Del Prette (1998), as bacias hidrográficas se tornam um instrumento de planejamento e gestão fundamental a perspectiva ecológica, pois todos os processos e as interações que importam ao Planejamento Ambiental estarão em alguma estância relacionados à questão dos Recursos Hídricos. A bacia hidrográfica representa um sistema sobre o qual é possível avaliar as ações humanas e seus desdobramentos de forma integrada (VITTE e GUERRA, 2004).

Segundo Garcez e Alvarez (1988), estudos que integram o avanço da ocupação antrópica e a questão hidrológica têm importância fundamental, não apenas para o desenvolvimento regional, mas para a própria hidrologia. Deste modo, o autor enfatiza que

É necessário frisar o importante papel desempenhado pelo tipo de cobertura e uso da bacia hidrográfica em estudo e sua referência na avaliação do comportamento hidrológico desta. A tendência cada vez mais acentuada de ocupação de todas as partes do globo pelo homem para aproveitar os materiais disponíveis faz com que o tipo de cobertura do terreno de uma bacia se modifique em alguns casos substancialmente, alterando as características da bacia no tempo. (Garcez e Alvarez, 1988, p. 40)

### **3.3 A importância do Geoprocessamento**

Conforme discute Valillo (2001), os avanços tecnológicos são responsáveis direta ou indiretamente pela exploração intensificada dos recursos naturais. Na sociedade capitalista os avanços são proporcionados por órgãos que visam aumentar a eficácia da produção e a tendência ao consumo, o que fortalece a tensão entre o modo de vida urbano e a natureza, uma das grandes questões da crise ambiental. Todavia, esse mesmo avanço tecnológico tem oferecido aos planejadores ambientais importantes instrumentos de gestão e controle.

Foresti e Hamburger apud Tauk (et al., 1991) ressaltam a importância da articulação das informações espaciais num sistema de informação único e de fácil manipulação, que permita a constante atualização dos dados, tendo em vista o aspecto dinâmico do espaço na sociedade contemporânea.

Almeida (2001) faz uma revisão dos métodos de análise ambiental. Dentre esses métodos, destaca-se o de Tricart, na qual a sobreposição dos aspectos espaciais presentes em uma área norteiam a tomada de decisões no âmbito da gestão ambiental. A Geografia, enquanto ciência que estuda os fenômenos quanto a sua espacialidade, é essencial em todas as concepções do planejamento ambiental.

Conforme já colocado, o Geoprocessamento representa um avanço da Geografia enquanto ciência de representação espacial e o SIG uma importante ferramenta de geração,

armazenamento e análises de mapas. Moura (2005) faz uma caracterização dos Sistemas de Informação Geográfica, destacando:

O sistema geográfico de informação refere-se à aquisição, armazenamento, manipulação, análise e apresentação de dados georreferenciados, ou seja, um sistema de processamento de informação espacial (Moura, 2005, p. 8).

A autora ainda enfatiza a capacidade desses sistemas em estabelecer correlações e possibilitar análises sofisticadas que avançam em relação às capacidades da cartografia básica.

Um SIG completo deve ser capaz de trabalhar com relações topológicas, ou seja, com estruturas geométricas que manipulam relações como vizinhança, conexão e pertinência. Pode-se resumir topologia como uma “inteligência gráfica” associada ao sistema (Moura, 2005, p. 12).

Assim, os SIG representam também um avanço na análise ambiental enquanto possibilidade de estabelecer tendências, cenários futuros, levando em conta as questões de localização, extensão dos fenômenos e suas correlações. Essa definição aproxima os Sistemas de Informação Geográfica da escola hipotético-dedutiva da Geografia, embora seja um instrumento cada vez mais utilizado em todas as escolas de pensamento geográfico. Assim, como Moura (op.cit.) mesmo salienta, toda pesquisa que tem os SIG como meio necessitam ter bem delineados, além de seus objetivos, as lógicas de pensamento que permearão seu desenvolvimento.

As contribuições do geoprocessamento à Análise Ambiental foram expostas por Moura (op.cit.). Para a autora, o termo “Geoprocessamento”, que significa processamento digital de dados georreferenciados, consiste num progresso para a representação da Terra proposta pela Geografia. O geoprocessamento abarca o processamento digital de imagens, a cartografia digital, os SIG, o sistema de posicionamento global (GPS).

SIG são diferenciados dos *softwares* de cartografia digital por não se limitar ao simples inventário de dados espaciais através de mapas, mas também possibilitar a manipulação e a análise de dados georreferenciados. Em suma, o que os diferencia é que o SIG é capaz de gerar informações e não apenas recuperá-las.

A estrutura do SIG foi definida por Martin (1996, apud Moura, 2005, p. 12), representando a coleta de dados empíricos, sua inserção em um sistema, seu armazenamento e manipulação visando a modelagem de dados, sendo um importante suporte à ciência geográfica. Os dados de saída são os resultantes dessa modelagem, conforme a figura 1.

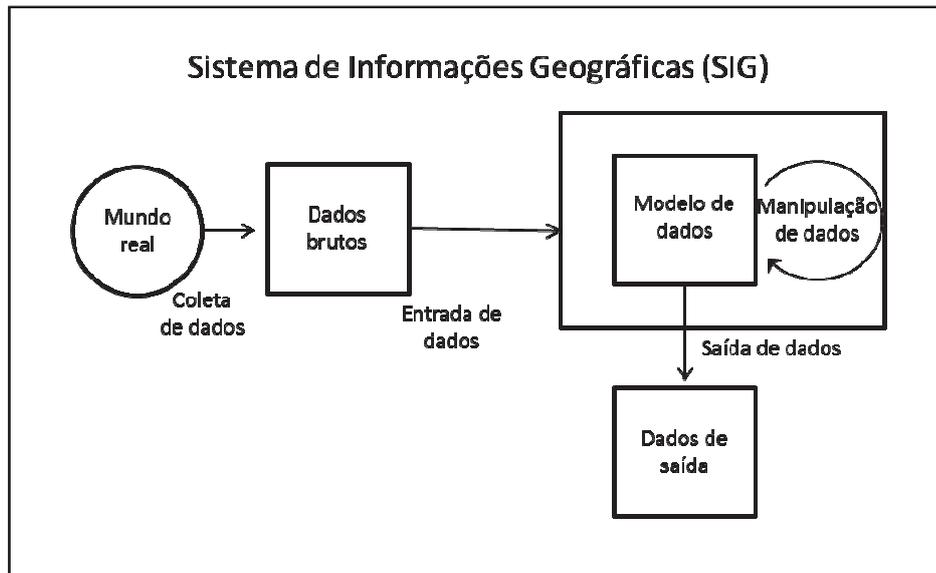


Figura 1 – Estrutura geral do SIG (Moura, 2005)

Considerando dados brutos aqueles coletados em pesquisas de campo ou bancos de dados, constituindo dados primários ou secundários e dados de saída os produtos cartográficos e sistemas gerados por meio dos programas de SIG. É gerado um modelo da realidade, cujo conhecimento dos métodos é fundamental para manipulação. Seus produtos servirão de base de dados brutos para outros sistemas.

#### 4. MATERIAL E MÉTODOS

Conforme os métodos de planejamento ambiental, demonstrados por Almeida (1999), a geração de mapas é uma tradicional ferramenta de Planejamento Ambiental, desde quando a preocupação com os impactos da atividade humana sobre a natureza surgiu de maneira efetiva, em meados do século XX. Os métodos de Steinitz e de Tricart já pressupunham a criação de um banco de dados para a geração de mapas temáticos de apoio à gestão do meio ambiente.

A Gestão dos Recursos Hídricos é uma atividade essencialmente multidisciplinar, bem como a gestão ambiental como um todo. Seus métodos de análise e ação devem contemplar o conhecimento sistematizado de diversos parâmetros correlacionados. Conforme propõe Leal (apud Braga e Carvalho, 2003):

(...) é preciso considerar os vínculos físicos entre terra e a água e entre a água superficial e a subterrânea, os vínculos econômicos entre os usos da água (...) e os vínculos sociais entre o manejo de água e as

peças que se vêm afetadas favorável ou desfavoravelmente (Gladwell, 1998). Ou seja, é preciso abordar os sistemas hídricos considerando-os como sistemas hidro-socio-ambiental-econômico (Coimbra et al., 1999), uma vez que os elementos constituintes desse sistema são interdependentes, possuem fluxo de energia, matéria e informações e as relações estabelecidas fazem com que as alterações provocadas em um dos elementos engendrem transformações em todo o conjunto” (LEAL, apud Braga e Carvalho, 2003, p. 66).

Assim, para o presente trabalho, o levantamento, o armazenamento de dados através das geotecnologias são importantes possibilidades para geração de material cartográfico para tratar de questões ambientais, no caso os recursos hídricos, possibilitando a realização de diagnósticos.

#### 4.1. Localização e Caracterização da Área de estudo

O córrego Wenzel, afluente direto do córrego da Servidão, deságua no ribeirão Claro, o qual compõe a bacia do rio Corumbataí. A nascente deste recurso hídrico está situada entre as coordenadas geográficas 22°24'30”S e 47°34'35”W. Já a confluência com o córrego da Servidão situa-se nas coordenadas 22°25'61”S e 47°34'35”W (figura 1).

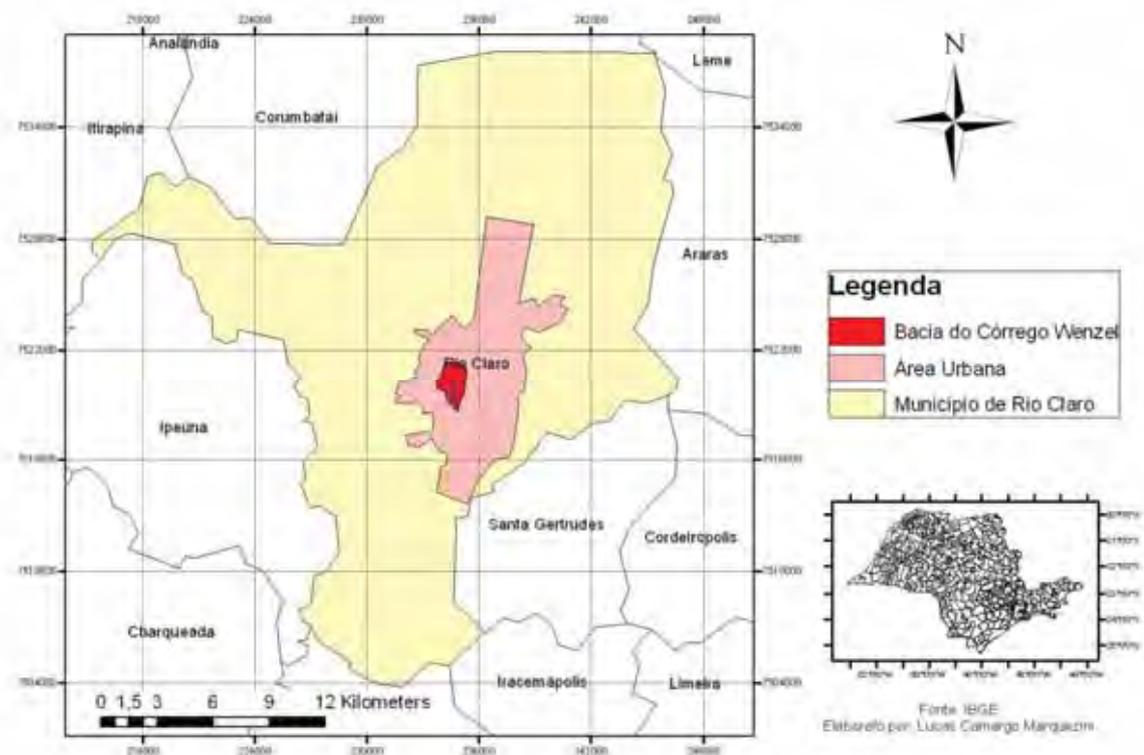


Figura 2 – Localização da bacia do córrego Wenzel na cidade de Rio Claro/SP

A área em estudo está submetida a um tipo de clima cujo período de verão favorece altos índices pluviométricos e altas temperaturas e o inverno mais seco e com temperaturas menos elevadas. Conforme evidenciou Penteado (1966, p. 33), Rio Claro está submetida à ação de três correntes atmosféricas que caracterizarão o clima local: as ondas de noroeste, oriundas de massas de ar tropical e equatorial, responsável por carregar umidade e ar quente que caracterizarão o clima local, com ação mais intensiva no verão; as correntes de leste ou de nordeste, de efeitos variados no decorrer do ano (chuvoso no verão pelo aquecimento basal e seco no outono-inverno pelo resfriamento basal) e as correntes do sul, oriundas de massas polares, fria e que ocasionará chuvas por processos frontogenéticos.

O Atlas Ambiental da Bacia do rio Corumbataí (CEAPLA) evidencia dados de Zavatini e Cano (1993) onde toda bacia apresentou uma pluviosidade anual média de 1392,6mm. As temperaturas médias anuais variam entre 18,1°C e 20,9°, sendo que o mês mais quente é janeiro, apresentando médias entre 20°C e 23,7°C; e o mais frio é junho, caracterizado por médias que variam entre 14,9°C e 17,1°C. Assim, a área abrangida pelo córrego Wenzel faz parte de um contexto caracterizado pelo clima tropical com um período acentuadamente quente e úmido, correspondente as estações primavera-verão; e outro mais frio e seco, compreendido pelo outono e inverno.

Geomorfologicamente, a área situa-se na Depressão Periférica Paulista. Trata-se de uma área rebaixada situada entre as planícies ocidentais do oeste paulista e o Planalto Cristalino (PENTEADO-ORELLANA, 1981, p. 23 a 56). O município como um todo apresenta um relevo de colinas tabuliformes, terraços escalonados, várzeas estreitas e descontínuas, estando as maiores altitudes compreendidas entre 600-650 metros. A formação de colunas tabuliformes suavemente convexas se deve a intrusões magmáticas básicas (SÁBIO, 2005, p.7).

Os solos presentes são do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo, com horizonte A moderado e textura média. Trata-se de um solo com moderada resistência à erosão. No entanto seu índice de fragilidade pode variar de moderado a alto em função da ocupação urbana do solo.

Rio Claro é um município cujo desenvolvimento tem acontecido com base, sobretudo, na atividade industrial. Deste modo, a cidade que se formou e cresceu em função da agricultura, nas últimas décadas tem consolidado sua vocação urbana. Segundo a Fundação SEADE (2010) a representatividade da indústria na economia de Rio Claro cresceu continuamente entre 1999 e 2007, aumentando de 35,5% para 46,9%. O valor adicionado da indústria apresentou um salto de R\$439,2 para R\$1612,1 milhões em 2007.

Tal crescimento tem produzido um espaço cada vez mais urbanizado com uma taxa de urbanização de 97,8% e uma densidade demográfica crescente desde 1980, chegando a 378,5 habitantes/km<sup>2</sup> (SEADE, 2010). Associado a este processo, é crescente a necessidade de investimentos em equipamentos públicos como abastecimento de água e tratamento de esgoto. De acordo com o SEADE (2010), se o abastecimento de água, abrangia 100% da população, o percentual de esgoto tratado era de 30%. Atualmente, com a instalação de nova Estação de Tratamento de Esgoto no Jardim Conduto em Dezembro de 2010, este índice se elevou para 55%.

Segundo o Plano Diretor do município de Rio Claro, a bacia em estudo localiza-se na unidade de planejamento central, estando totalmente inserida na área urbana do município, cuja ocupação predominante é residencial, havendo resíduos de vegetação no entorno do córrego Wenzel.

#### **4.2 Procedimentos metodológicos**

Para a efetivação da pesquisa, foram obtidos dados e informações relativas à área de estudo e à temática abordada, através de levantamento bibliográfico, de documentos cartográficos, produtos sensores e trabalhos de campo. A partir deste levantamento, foram adotados procedimentos metodológicos explicitados nos itens subsequentes e representados no fluxograma (Figura 3).

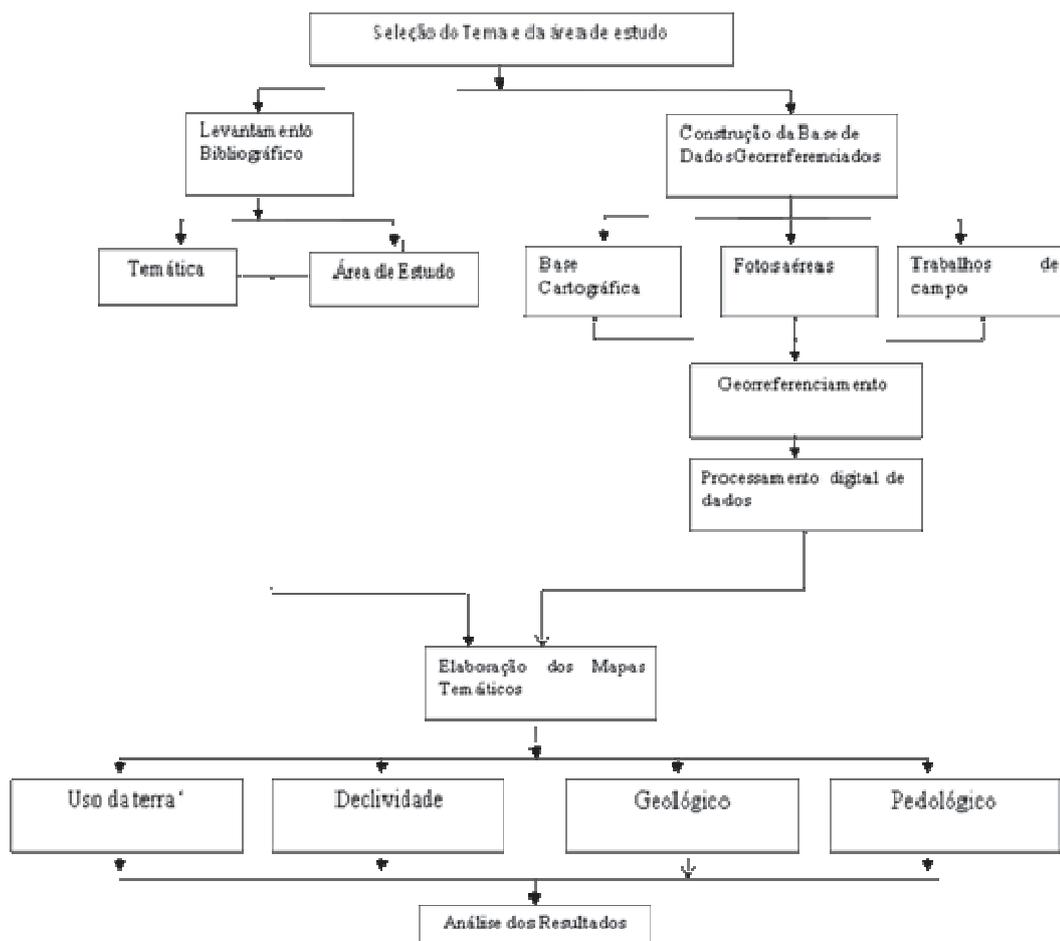


Figura 3 – Fluxograma da metodologia adotada

#### 4.2.1 Revisão bibliográfica, levantamento do material cartográfico e dos produtos sensores

Nesta etapa, realizou-se a revisão bibliográfica sobre a temática relativa ao planejamento territorial orientado à gestão de recursos hídricos, bem como sobre o geoprocessamento aplicado ao planejamento ambiental, além dos impactos da urbanização na hidrologia. Com relação à área de estudo, foram levantados material bibliográfico, produtos cartográficos, levantamentos aerofotogramétricos, dados sobre o município de Rio Claro juntamente a institutos de pesquisa e órgãos públicos.

#### 4.2.2 Trabalhos de Campo

No decorrer da pesquisa, foram realizadas três visitas de campo visando caracterizar a área, levantar informações complementares ou distintas daquelas até então identificadas através de pesquisas bibliográficas e cartográficas. Vale salientar, que para todos os pontos

analisados nos três trabalhos de campo, utilizou-se o GPS de navegação, modelo GPS 72, da Garmin, adotando-se o fuso 23S, do Datum Córrego Alegre, com base na referência indicada pela Carta Topográfica de Rio Claro/SP.

A primeira visita, em janeiro de 2011, teve como objetivo reconhecer a atual situação da área sob os seguintes aspectos: caracterização física (hidrologia, relevo), formas de uso da terra, problemas ambientais, situação de escoamento do canal fluvial. Para o propósito, foram selecionados 10 pontos de observação desde a nascente, localizada no bairro Wenzel, até a foz do córrego Wenzel, na confluência com o córrego da Servidão, em seu trecho canalizado sob a Avenida Visconde do Rio Claro. Os dados de localização dos pontos estão explicitados na tabela 1.

<b>Tabela 1 - Localização dos pontos do 1º trabalho de campo</b>		
	<b>Longitude (m E)</b>	<b>(Latitude m N)</b>
Ponto 1	234.285	7.520.931
Ponto 2	234.395	7.520.910
Ponto 3	234.719	7.520.518
Ponto 4	234.608	7.519.946
Ponto 5	234.590	7.519.819
Ponto 6	234.578	7.519.819
Ponto 7	234.617	7.519.475
Ponto 8	234.683	7.519.369
Ponto 9	234.808	7.518.634
Ponto 10	234.823	7.518.562

Elaboração: MARQUEZINI, 2011.

As características levantadas serviram inicialmente de base para definição dos aspectos físicos e antrópicos da área que deveriam ser analisados. Posteriormente, serviram de apoio à interpretação dos produtos cartográficos gerados. Vale salientar, que foram observados processos não observados em campo por meio de depoimentos de moradores e transeuntes locais. Em função disso, algumas semanas depois, foram realizadas duas observações complementares em épocas chuvosas, identificando-se a ocorrência de alterações paisagísticas decorrentes de eventos climáticos (enchentes).

O segundo trabalho de campo, foi realizado em Agosto de 2011, e teve como objetivo observar aspectos relativos mais especificamente ao Córrego Wenzel. Dentre os aspectos, foram observados a preservação das encostas, das matas ciliares, as formas de uso e ocupação da terra nas áreas de várzea, bem como as condições de poluição da água. Nesta visita, foram observados 5 pontos ao longo do leito do córrego, distribuídos a partir da nascente até a foz

visando analisar a evolução das condições da água em direção ao Córrego da Servidão, conforme a tabela 2.

<b>Tabela 2 - Localização dos pontos do 2º trabalho de campo</b>		
	<b>Longitude (m E)</b>	<b>(Latitude m N)</b>
Ponto 1	234256	7520908
Ponto 2	234680	7502680
Ponto 3	234669	7520203
Ponto 4	234550	7519787
Ponto 5	234785	7518597

Elaboração: MARQUEZINI, 2011.

Em outubro de 2011, foi realizado o 3º trabalho de campo com o objetivo de confirmar as observações estabelecidas nos trabalhos de campo anteriores, bem como verificar os aspectos oriundos dos mapeamentos temáticos. Assim, foram observadas as condições do solo e relevo, bem como ações da população e do poder público relativas aos problemas ambientais identificados na área. Para a obtenção destas informações, mais uma vez houve a colaboração voluntária de depoimentos de moradores locais.

#### **4.2.3 Geração de mapa geológico da área**

Todos os processos ambientais que se dão sobre uma bacia hidrográfica têm como base uma estrutura geológica que é, juntamente com clima local, fator determinante para toda a caracterização física da área. Aspectos geomorfológicos, pedológicos e hidrológicos estão diretamente subordinados à estrutura sobre a qual são estabelecidos em relação com os eventos climáticos e a ocupação antrópica. Assim, considerou-se fundamental caracterizar a geologia da área a partir de um produto cartográfico.

O mapeamento foi feito tendo como base o Plano Diretor Municipal de 2008, elaborado pela Departamento de Sistematização e Análise da Informação Municipal (DESIM) da Secretaria de Planejamento, Desenvolvimento e Meio Ambiente (SEPLADEMA) da Prefeitura Municipal de Rio Claro. Essas informações tiveram como base o levantamento aerofotogramétrico de 1978, atualizado pela coordenadoria de cadastro do SEPLADEMA em 1984. A atualização de 2008 foi realizada a partir da classificação geológica do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) de 2004. Os dados fornecidos em mapas no formato *raster* foram vetorizados e editados no *software* de SIG ArcGIS 9.3, resultando no mapa geológico da área.

Para a análise interpretativa dos aspectos geológicos em relação aos problemas ambientais e a questão dos recursos hídricos, tomou-se por base o estudo de Zaine (1994) sobre a Formação Rio Claro, a principal formação no contexto geoambiental observado na área da bacia hidrográfica do córrego Wenzel. Na interpretação buscou-se articular os aspectos das formações observadas com os principais processos geomorfológicos e hidrológicos observados na área.

#### **4.2.4 Geração de carta de Classes de Declividade da bacia hidrográfica do córrego Wenzel**

A caracterização topográfica é elemento fundamental da análise espacial que leve em consideração o meio ambiente e a interação entre homem e natureza. Tendo em vista isso, desenvolveu-se o mapa temático de declividade como base para a análise topográfica da área em estudo. Este produto cartográfico foi elaborado a partir da geração de um Modelo Numérico de Terreno (MNT).

Segundo Câmara e Felgueiras (2001) um MNT é “uma representação matemática computacional da distribuição de um fenômeno espacial que ocorre dentro de uma região da superfície terrestre” (CÂMARA e FELGUEIRAS, 2001, p. 1). A partir de dados numéricos georreferenciados é gerada uma superfície digital espacializando a ocorrência de um fenômeno estabelecido.

Segundo Câmara e Felgueiras (op. cit.), a geração de um MNT é compreendida em duas etapas:

- Amostragem: aquisição de dados de amostra que representem um fenômeno espacial.
- Interpolação: estruturas de geração de uma superfície de representação contínua de um fenômeno.

Nesta pesquisa, como base de amostragem, foram obtidos dados de elevação do terreno da Planta Cadastral Digital do município de Rio Claro (2008), representados pelas curvas de nível, pontos cotados e drenagem. Esta base cartográfica em meio digital, no formato DWG, foi gerada em ambiente CAD (*Computer Aided Design*), disponibilizada pela Prefeitura Municipal de Rio Claro, por meio do mapeamento elaborado para o Plano Diretor de 2007. Assim, foi possível convertê-los para arquivos *Shapefiles*, arquivos organizados em

planos de informação (PI) compatíveis para serem manipulados em Sistemas de Informação Geográfica, no caso o SIG/ARCGIS.

O método de interpolação foi a geração de uma malha triangular. Este corresponde a um modelo de interpolação baseado na geração de poliedros de faces triangulares (Câmara e Felgueiras, 2001) através da interpolação dos pontos com dados de amostragem. Tais Modelos Numéricos de Terreno gerados por meio de triangulações também são chamados de *triangular irregular network (TIN)*. Desta forma, foi elaborado um MNT através da ferramenta *Creat TIN from Feature* do SIG ArcGIS 9.3. Com base no modelo digital de terreno (MNT) gerado foi possível obter o mapa de declividade.

O MNT gerado se referia aos dados altimétricos da área de estudo. Para a geração do mapa de declividade foi utilizada a ferramenta “*3D Analyst – Surface Analysis – Slope*”, também do ArcGIS. Como no trabalho de Sábio (2005) sobre a mesma área de estudo, optou-se por adotar as classes segundo a metodologia de De Biasi (1970, apud Sabio, 2005), bem como atender os parâmetros previstos na legislação vigente para o uso da terra: 0 a 2 % (susceptíveis à inundação), 2 a 4%, 4 a 8%, 8 a 12%, 12 a 30% e acima de 30% (restrita para a urbanização).

#### **4.2.5 Geração do Mapa Pedológico**

Tendo em vista a importância das condições pedológicas para o transporte das águas superficiais e mesmo para o transporte para ambientes subterrâneos, foi feita uma caracterização pedológica da área por meio do mapa pedológico obtido a partir de informações do Atlas Ambiental da Bacia do Corumbataí (CEAPLA, 2010). A classificação e descrição dos solos foram obtidos através de consulta à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

#### **4.2.6 Elaboração dos Mapas de Uso da Terra**

O mapeamento do uso da terra é elemento fundamental para a análise proposta, uma vez que os principais processos observados estão diretamente relacionados à forma em que o terreno da bacia foi ocupado. Em uma análise através de técnica de geoprocessamento, o uso da terra é a forma direta de representar os aspectos antrópicos de uma bacia hidrográfica. Visando traçar uma breve análise evolutiva, foram traçados dois cenários: um relativo a 1995 e outro correspondente a 2010, com base na interpretação visual de fotografias aéreas e no

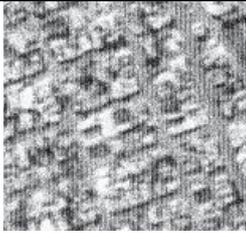
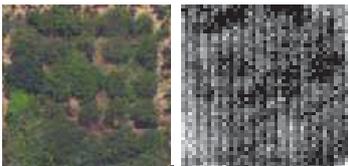
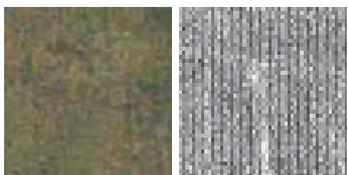
mapeamento manual das feições temáticas dos diversos tipos de usos da terra, utilizando-se os recursos de desenho e edição do software AutoCAD.

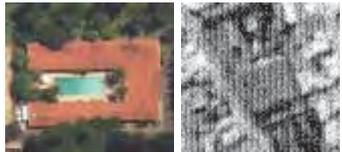
Para a análise do uso da terra foram utilizados critérios de classificação pertinentes ao material aerofotogramétrico obtido e às formas de ocupação do solo predominantes identificadas em observações de campo.

Na carta de uso da terra de 2010, por meio das fotos na escala 1:5.000, foi possível identificar um número maior de classes em relação às fotos de 1995, na escala 1:25.000. Assim, no mapeamento de 2010 foi possível identificar as áreas de maior intensidade de deposição de resíduos sólidos bem como diferenciar áreas edificadas de uso residencial dos barracões utilizados por empresas de indústria e serviços, que constituíram duas classes diferenciadas. Para fins de comparação, essas duas classes ficam agrupadas em um mesmo uso (“Área edificada”, conforme classificação de 1995).

Na classes “Urbano industrial” foram agrupados barracões utilizados conforme observações de campo por pequenas indústrias propriamente ditas, de produção, bem como oficinas mecânicas, funilarias e depósitos. As classes temáticas previamente estabelecidas foram definidas conforme a tabela 3.

 <p>2010</p>	<p><b>Urbano residencial</b> – no mapeamento de 2010 foram identificadas as áreas residenciais através da cobertura, do formato das obras e em alguns casos através de observações de campo e consulta ao mapeamento de alguns bairros desenvolvidos pela Prefeitura Municipal em 2008.</p>
 <p>2010</p>	<p><b>Urbano Industrial</b> – no mapeamento de 2010 as áreas industriais foram identificadas através de critérios semelhantes aos das áreas residenciais, observando-se também o entorno das edificações (presença de estacionamentos e depósitos)</p>

 <p>1995</p>	<p><b>Área edificada</b> – no mapeamento de 1995 as duas classes anteriores foram agrupadas, pois apesar da diferenciação das coberturas das edificações não era possível fazer uma diferenciação segura, devido a baixa resolução da imagem.</p>
 <p>2010      1995</p>	<p><b>Arborizado</b> – Áreas de arborização com características de plantio, não representam áreas vegetadas de grande densidade e há certa organização da distribuição das plantas.</p>
 <p>2010      1995</p>	<p><b>Campo sujo</b> - Área com predomínio de gramíneas ou solo exposto com presença esparsa de vegetação arbustivas e árvores. Não são características de áreas urbanas, o que explica a considerável queda na presença desse tipo de ocupação no mapeamento de 2010.</p>
 <p>2010</p>	<p><b>Em construção</b> – Áreas com edificações não concluídas.</p>
 <p>2010      1995</p>	<p><b>Gramínea</b> – Áreas cobertas por vegetação rasteira, seja ela capim, pasto ou gramados (mais comum devido ao caráter urbano da ocupação da bacia).</p>
 <p>2010      1995</p>	<p><b>Mata</b> – Áreas de vegetação alta, densa e fechada, distribuída de forma irregular. No caso, caracterizou-se exclusivamente os setores de APP.</p>

 <p style="text-align: center;">2010                  1995</p>	<p><b>Solo exposto</b> – Terrenos sem edificação e sem vegetação com a formação pedológica ou o aterro antrópico correspondem aos solos expostos.</p>
 <p style="text-align: center;">2010                  1995</p>	<p><b>Urbano Lazer</b> – Terrenos com edificações e vegetação. Foram identificadas diversas formas desse tipo de uso, particulares ou públicas: praças, chácaras, clubes e parques.</p>
 <p style="text-align: center;">2010</p>	<p><b>Deposição de resíduos</b> – Nas fotos de 2010, com resolução espacial 1:5.000, foi possível identificar com alguma nitidez grandes áreas de solo exposto e gramíneas usados como “lixões” onde são depositados entulhos e lixos de origem domiciliar e industrial.</p>

No levantamento não foram consideradas as vias de acesso que conforme levantamento eram quase sempre pavimentadas, com exceção àquelas presentes em áreas de loteamento que foram enquadradas na categoria “solo exposto”.

#### 4.2.7 Levantamento de problemas ambientais presentes na bacia do córrego Wenzel

Em função dos aspectos físico-naturais e antrópicos da área de estudo, objetos de mapeamento do presente trabalho, ocorrem problemas ambientais de diversas ordens no interior da bacia hidrográfica em estudo. Com base nos estudos de Monteiro e Viadana (2006), bem como de Sábio (2005), e na interpretação dos mapas gerados e levantamentos de campo foram listados problemas ambientais de diferentes ordens, em direta relação com a hidrologia local. Além disso, foram coletados também pontos de contaminação cadastrados junto à Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) do estado de São Paulo (2010).

Para o estudo de caso proposto neste trabalho, foram levados em consideração problemas ambientais decorrentes da atividade antrópica que tenham como consequência um impacto direto nos fluxos, armazenamento e sustentabilidade da hidrologia local. Dentre eles destacam-se os processos erosivos, deposição de resíduos, contaminação de solos, subsolo e aquíferos, ausência de matas ciliares em função da legislação vigente. De acordo com o Código Florestal Brasileiro (Lei n.º 4.777/65) para córregos de até 10m de largura, determina-se uma faixa de preservação de mata ciliar de 30m em ambas. Assim, através dos recursos de análise de distância do SIG/ARCGIS, gerou-se um *buffer* de mata ciliar de 30 metros em ambas as margens do córrego Wenzel, visando comparar a faixa de mata ciliar que existia em 2010 com a área prevista pela legislação.

Os impactos identificados foram mapeados gerando um produto cartográfico temático ilustrativo dos principais problemas ambientais observados em trabalho de campo. Esse produto buscou sintetizar os processos mais significativos que merecem atenção para o gerenciamento da bacia hidrográfica analisada.

Para efetivar a análise, buscou-se articular esses problemas com aspectos físicos e antrópicos identificados nos outros mapas temáticos. Em especial buscou-se observar as relações com as formas e dinâmica de uso da terra. Cabe ressaltar que não se trata de um estudo de impactos ambientais, pois não há a determinação definitiva das origens de todos os processos aqui levantados. Descobrir a qual processo esses problemas estão subordinados demandaria uma série de estudos e laudos técnicos específicos.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Para apresentação dos mapeamentos, apresenta-se primeiramente os mapeamentos relativos à caracterização física da área, para posteriormente falar-se da análise da evolução do uso da terra e por fim dos problemas ambientais decorrentes da interação das esferas física e antrópica.

### **5.1 Mapeamento das características físico-naturais da bacia do córrego Wenzel**

#### **5.1.1 Geologia**

Tendo como base o mapeamento geológico fornecido pela Prefeitura Municipal de Rio Claro, que por sua vez embasou-se nos diversos trabalhos prévios sobre a geologia do município, observa-se que é pouca a variação de afloramentos de formações no interior da

bacia (figura 4). No entanto, cabe destacar que o afloramento da formação Corumbataí na área de estudo não é encontrado em mapeamentos pouco detalhados como o elaborado pelo CEAPLA (2010).

A bacia se situa sobre os depósitos sedimentares cenozóicos da formação Rio Claro. No entanto, há uma variação no que diz respeito à característica granulométrica da litologia dessa formação no interior da bacia, havendo o predomínio de rochas de faces mais finas (argilosas) na maior parte da área e de rochas de faces grossas (arenosas) em uma faixa que abrange a porção mais oriental da área.

A formação Rio Claro foi caracterizada por Zaine (1994, p. 76) como de “fraca litificação e profunda alteração pedogenética” com formações areno-argilosas, caracterizando-se pela alta capacidade de percolação. Na base de sua estrutura, faz contato com a formação Corumbataí, atinge espessura máxima de 30 metros e se estende por uma faixa de 100 km, sendo que sua largura não atinge no máximo aproximadamente 30km.

A característica porosa das rochas que compõem a formação Rio Claro permite que esta sirva como depósito de recursos hídricos. Segundo Cerri et al. (2003, p. 115), há ocorrência de águas subterrâneas a uma profundidade mínima que varia no entorno de 6m. Já para Zaine (1994, p. 37) essas águas podem ser encontradas até o contato com a formação Corumbataí, a uma profundidade pouco superior a 30m.

Uma característica paisagística observada por Zaine (op cit.) é a tendência da água se acumular em lagoas. Tal aspecto foi observado no trabalho de campo na porção central da bacia representando um pequeno reservatório. O autor levanta uma hipótese: a alta porosidade do substrato não favorece o escoamento, sendo condicionante para a infiltração e a acumulação, o que se acentua em função do relevo pouco acidentado.

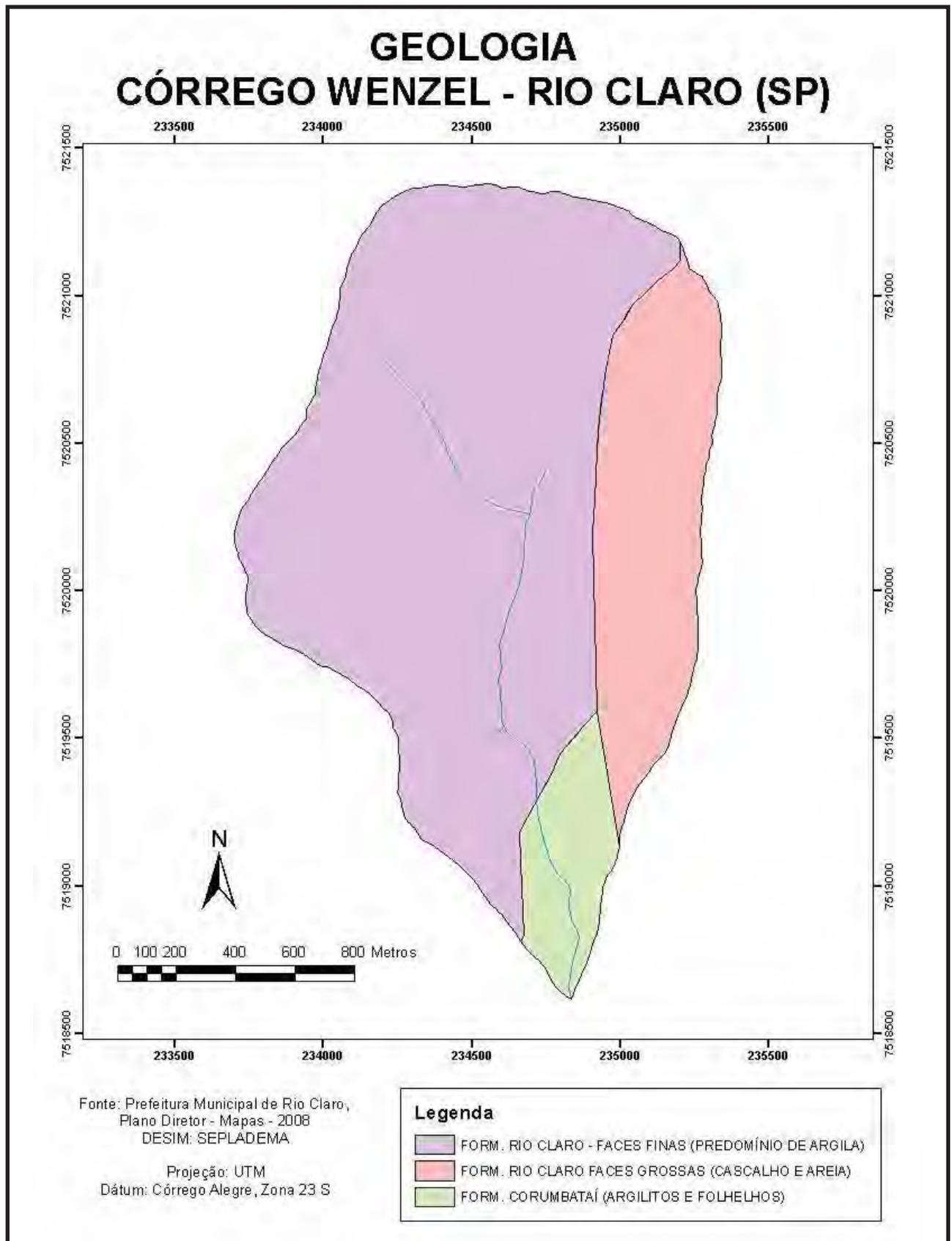


Figura 4 - Mapa Geológico da bacia do córrego Wenzel - Rio Claro/SP

A área em questão caracteriza-se ainda pela alta erodibilidade, pela pouca consolidação das rochas que compõem a estrutura (fraca litificação, por se tratar de um material rochoso relativamente recente). Também, favorece à formação de superfícies planas com solos muito espessos, podendo chegar a 12 m.

Ao entorno da foz do córrego na porção meridional da bacia, aflora a formação Corumbataí, de características distintas. A formação Corumbataí segundo Zaine (1994) é “constituída por argilitos, siltitos e folhelhos arroxeados e marrom-avermelhados, às vezes esverdeados, com intercalações de arenitos, leitos carbonáticos e coquinas” (Zaine, 1994, p. 30).

Esta constitui-se uma formação de espessos e contínuos pacotes lamíticos, cujas evidências apontam para um ambiente de deposição marinha, embora haja discussões ainda sobre sua origem, provavelmente no fim do Paleozóico. Há importantes pesquisas relacionadas à vasta ocorrência de fósseis. Destaca-se sua grande importância econômica com a mineração de argila, não sendo marcante a ocorrência de aquíferos. Portanto, trata-se de uma formação menos susceptível à processos erosivos e ao transporte e armazenamento de água em subsuperfície.

### **5.1.2 Pedologia**

Uma análise mais aprofundada em relação ao conteúdo e a estrutura dos solos da área analisada exigiria uma pesquisa mais aprofundada, sobretudo em trabalhos de campo e material de análise. Tendo em vista não ser este o objetivo do presente trabalho, utilizou-se o material levantado em pesquisa como satisfatório para a presente análise.

Uma relativa homogeneidade pode ser observada no que se refere à caracterização pedológica da área, segundo o Atlas da Bacia do Corumbataí (CEAPLA) totalmente situada em áreas de “Latossolos Vermelho-Amarelos e Latossolos Vermelhos em Associações” (figura 5).

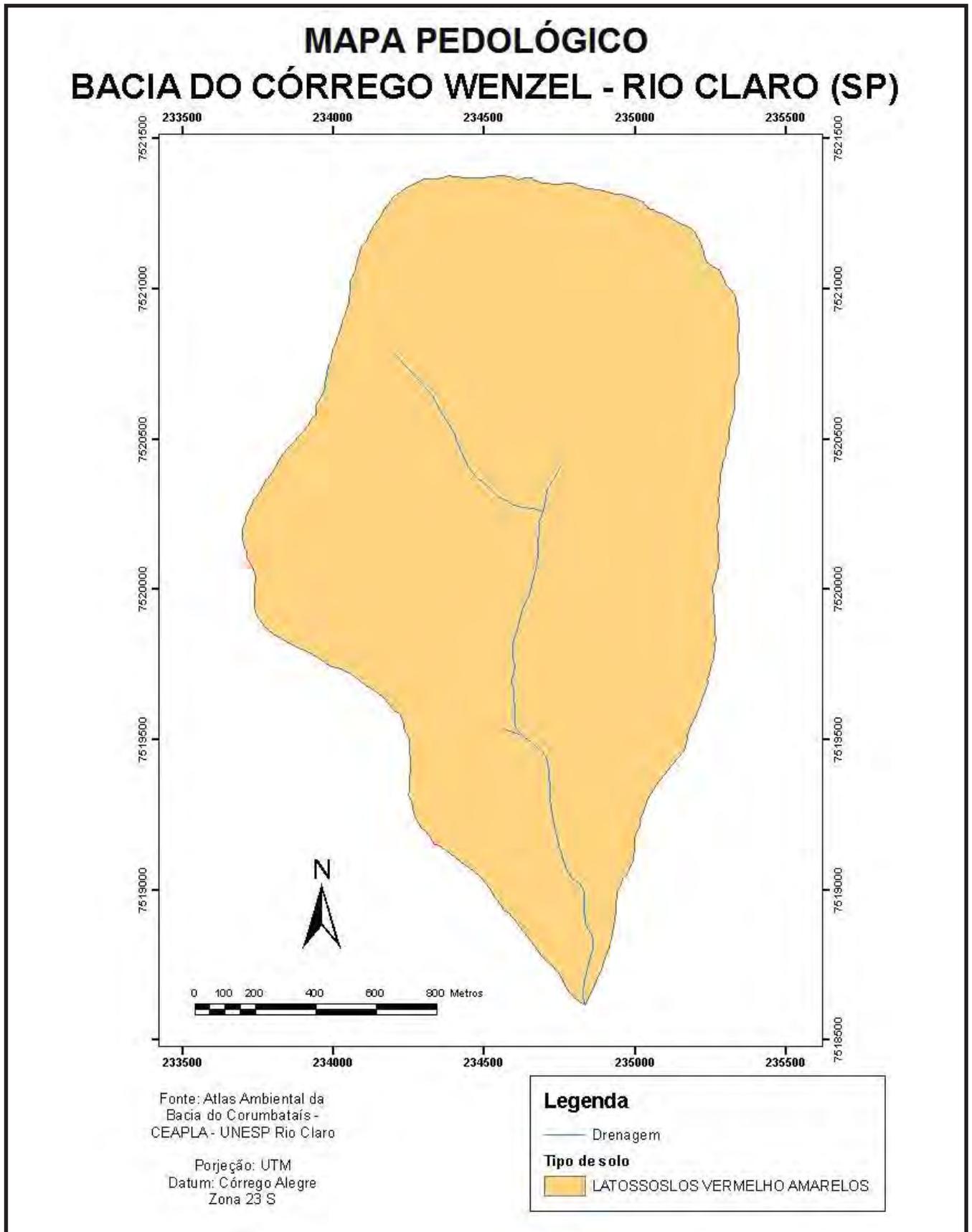


Figura 5- Mapa Pedológico da bacia do córrego Wenzel - Rio Claro/SP

Segundo a EMBRAPA (2011) são solos “não hidromórficos, altamente intemperizados sob ação de clima quente e úmido”. Possui uma alta permeabilidade à água, e é caracteristicamente espesso e ácido com presença de matéria orgânica decomposta (humificação). É recomendado que possua uma cobertura vegetal que o proteja da ação intempérica e que dê uma maior compactação, evitando processos erosivos.

Tratam-se de solos extremamente argilo-arenosos, oriundos das formações sedimentares que lhes dão sustentação. Em observações de campo, às margens do rio, foram observadas também pequenas reservas de solos hidromórficos de coloração mais clara, cuja avaliação está sendo objeto outros estudos sobre a área.

Não sendo possível fazer um mapeamento detalhado, o presente trabalho tomou por base a proposta do mapeamento do CEAPLA, segundo o qual pode-se generalizar os solos da área como da classe dos latossolos vermelho-amarelo e latossolos vermelhos em associações.

### **5.1.3 Relevô**

Conforme se pode avaliar no mapa de declividade (figura 6), a área não apresenta grande variação topográfica, sendo que a diferença entre a área mais elevada e a área mais baixa é de aproximadamente 40m. Segundo levantamento de campo com o auxílio do GPS, a nascente está aproximadamente 29m elevada em relação à foz.

Essa característica pode ser explicada pela localização da área, totalmente inserida no interflúvio entre o rio Corumbataí e o ribeirão Claro, caracterizado por Penteado-Orellana (1981, p.23) como uma área aplainada com suaves colinas convexas. Especificamente sobre o Córrego Wenzel é notável observar que a área é destacadamente menos acidentada em relação aos terrenos a Oeste, a partir de onde as vertentes se orientam diretamente para o rio Corumbataí, se aproximando dos setores limítrofes ocidentais do interflúvio mencionado.

Os terrenos mais declivosos no interior da bacia são observados na porção meridional, destacadamente em direção ao canal de drenagem. Esse rebaixamento topográfico pode estar ligado ao afloramento da formação Corumbataí na mesma porção da bacia.

A relativa homogeneidade topográfica da área representa uma ocorrência menor de riscos erosivos em relação a áreas mais acidentadas. No entanto, isso não significa que a área não esteja sujeita a processos de modelagem do relevo, sobretudo de erosão linear.

Sabio (2005, p.38) evidenciou um processo de voçorocamento às margens do córrego na porção ocidental. Em observações de campo, nas proximidades da voçoroca, foi observado um processo erosivo após a ocorrência de fortes chuvas no final do período chuvoso, afetando a malha de tráfego urbano com deslizamentos.

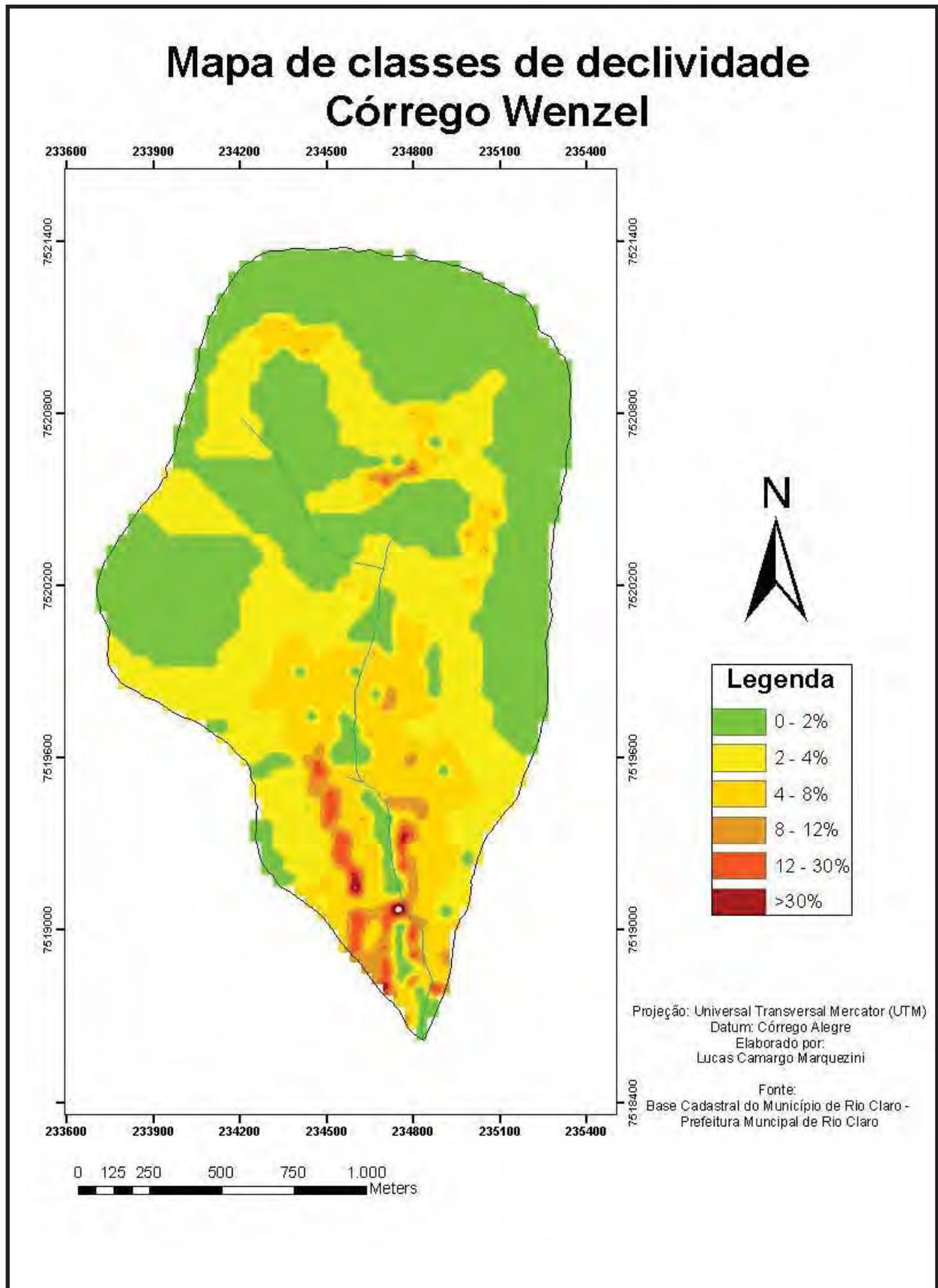


Figura 6 - Mapa de Declividade do córrego Wenzel - Rio Claro/SP

Tratando-se de uma área relativamente plana, a ocorrência de processos de erosão e assoreamento podem ser explicados pela forma de uso da terra ou mesmo por outros aspectos físicos como a geologia e a pedologia, fatores que se integram à modelagem do relevo e ao sistema hidrográfico.

A relativa homogeneidade física da área observada, sobretudo nos aspectos topográficos e pedológicos atribuem à bacia hidrográfica do córrego Wenzel características que podem facilitar a gestão do meio físico, mas que não a isenta de potenciais problemas ambientais.

O solo característico da área apresenta susceptibilidade a processos erosivos que se acentuam pela pouca área permeável em função da urbanização. Os moradores locais reclamam de constantes enchentes. Estudos mais aprofundados podem indicar se há alguma relação entre a hipótese levantada por Zaine (1994) - segundo a qual a baixa permeabilidade da estrutura geológica favorece o acúmulo de água em superfície - e os alagamentos. No entanto é fato que havendo áreas de deposição de resíduos ao longo do leito, bem como pontos de contaminação, alagamentos podem agravar situações problemáticas relativas à qualidade hídrica e à saúde pública.

## **5.2 Uso da terra e problemas ambientais**

### **5.2.1 Análise de uso da terra**

Analisando os dois cenários de uso da terra elaborados, nota-se que houve uma intensificação do caráter essencialmente urbano da área em estudo. Áreas arborizadas e de mata se dispõem em faixas restritas, sobretudo ao redor do leito, embora isso não represente o cumprimento integral da APP determinado pela legislação.

Na área, foi possível identificar duas referências geográficas: o próprio córrego, e a Via Castelo Branco, a via primária que corta a bacia (Carvalho, 2003 que corta a bacia no sentido leste-oeste. Ao norte da avenida, encontram-se edificações residenciais de menor porte e ao sul se concentra o uso residencial de alto padrão.

No que diz respeito aos tipos de usos da terra de 1995, o gráfico da figura 7, apresenta desde então já a ocupação destacadamente urbana e intensiva da área com 34% de área de uso da terra com áreas edificadas. Destaca-se também que a segunda classe mais relevante no mapeamento de 1995 é a classe “Em construção”. Estando a área então em um processo de relativa expansão do uso da terra, há também uma participação relativamente importante da classe “solo exposto”. Áreas arborizadas e de mata somadas chegam a 9%.

O mapeamento de 1995 aponta a característica urbana da área. As áreas ocupadas por gramíneas e campo sujos se concentravam em áreas de várzea e na porção sudoeste da bacia, que se constituíam notadamente de terrenos loteados mas ainda não ocupados. Não é possível avaliar se alguma dessas áreas era utilizada para fins de pastagem, no entanto a localização das áreas de gramíneas, já com vias de acesso configurando pequenos lotes, bem como a presença intercalada de obras em construção, levanta a idéia de lote já destinado à construção civil, não utilizado para fins pastoris.

Essas áreas ainda não ocupadas densamente estão situadas sobre tudo na porção oeste na bacia em sentido contrário à região central da cidade, o que se explica pelo padrão de crescimento da cidade do centro para a periferia.

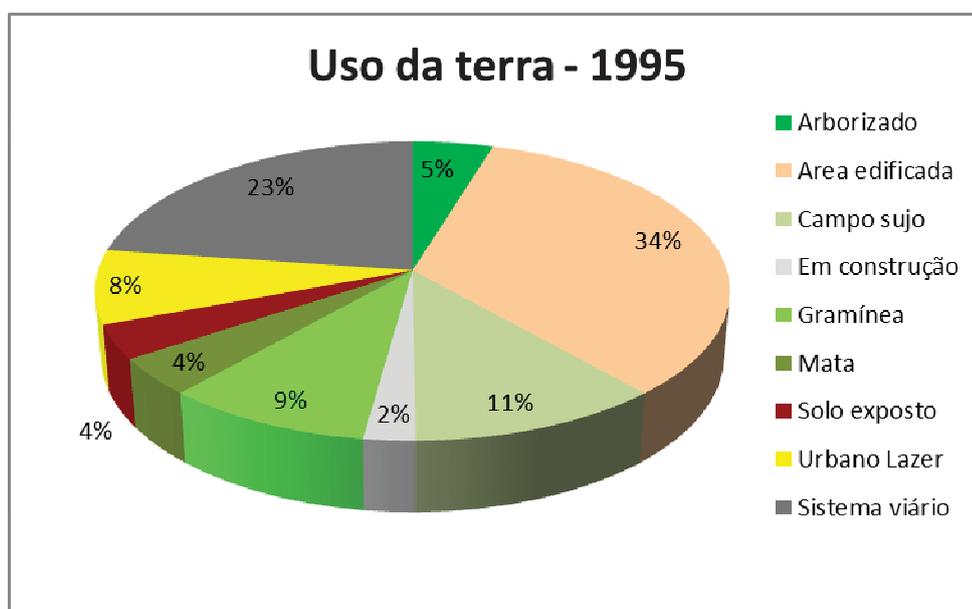


Figura 7 – Setograma de uso da terra em 1995 - Elaborado por Lucas Camargo Marquezini, 2011.

No levantamento de 2010, foram identificadas 29,2% da área classificada como “Urbano Residencial” e 13,3% da área classificada como “Urbano Industrial”. Isso consiste em um contexto onde 42,5% da área se enquadraria naquilo que no mapeamento de 1995 foi classificado como “Área edificada”. Áreas de mata e arborizadas somadas tiveram uma redução para 6% do total, enquanto áreas cobertas por gramíneas cresceram de 9% para 11%.

Nenhuma área mapeada foi identificada como de finalidade agrícola ou pecuária. Através de trabalho de campo observou-se que algumas áreas de várzea, sobretudo no setor mais próximo à nascente, servem para pastagem de cavalos, mas apenas esporadicamente.

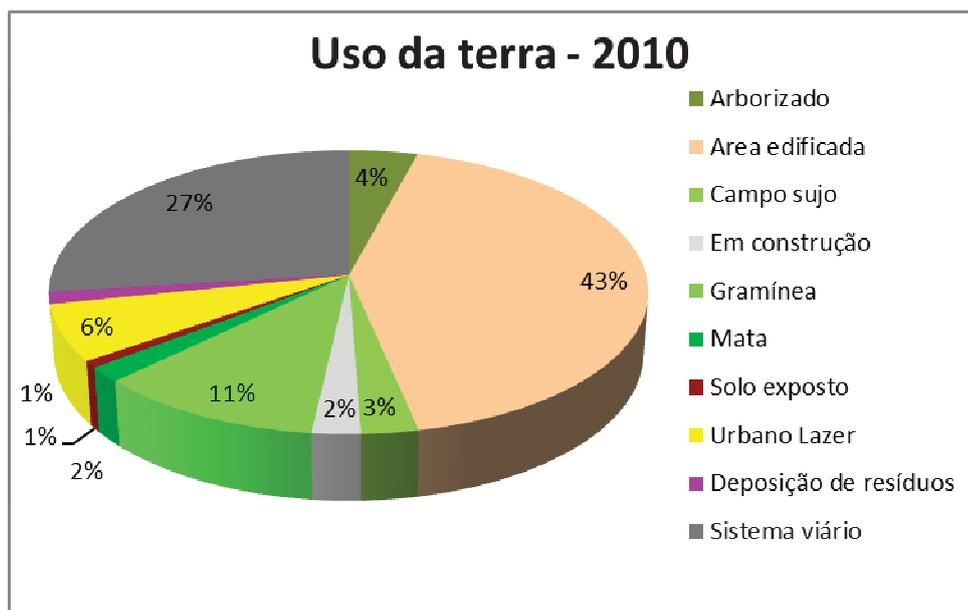


Figura 8 – Setograma de uso da terra em 2010 - Elaborado por Lucas Camargo Marquezini, 2011.

Os barracões que caracterizam a classe “Urbano Industrial” apresentam uma distribuição dispersa na bacia como um todo, havendo núcleos de concentração no entorno da Avenida Castelo Branco e da Rua 14, outra via de alto fluxo. Grande parte desses barracões são na verdade destinados a serviços automotivos.

A conservação da mata ciliar pôde ser observada apenas na porção sul do leito, sendo que as áreas de várzea à montante são ocupadas por gramíneas, campos sujos utilizados como “lixões” pelos moradores e empresários locais. No decorrer do leito duas extensas áreas de deposição de resíduos puderam ser identificadas pelas fotografias aéreas. Todavia, através de observações de campo percebeu-se que as áreas das classes “Mata” e “Campo Sujo” são extensivamente usadas como depósito de lixo, atingindo inclusive o próprio leito do córrego. Outros lixões podem ser identificados em terrenos vazios, principalmente nos arredores de áreas de edificações em reforma ou em construção. Áreas de lazer foram mais identificadas na porção leste da bacia, em direção ao centro da cidade.

Nota-se que no mapeamento de 1995, o setor central do leito, à jusante do trecho cortado pela Via Castelo Branco, possuía uma preservação maior de áreas de várzea, em setores hoje ocupados por barracões.

A análise comparativa das cartas de uso da terra apontam para um processo de ocupação crescente por parte da urbanização, identificado, especialmente pelo avanço do percentual das áreas edificadas e acentuada redução das áreas de campo sujo (de 12,1% para

5,7%) Na porção oeste do córrego, em 2010 houve uma importante ocupação por edificações em terrenos que em 1995 eram apenas áreas de loteamentos. Pelo mesmo processo podemos identificar uma queda relativamente grande das áreas classificadas como “solo exposto” (de 4,8% para 1%).

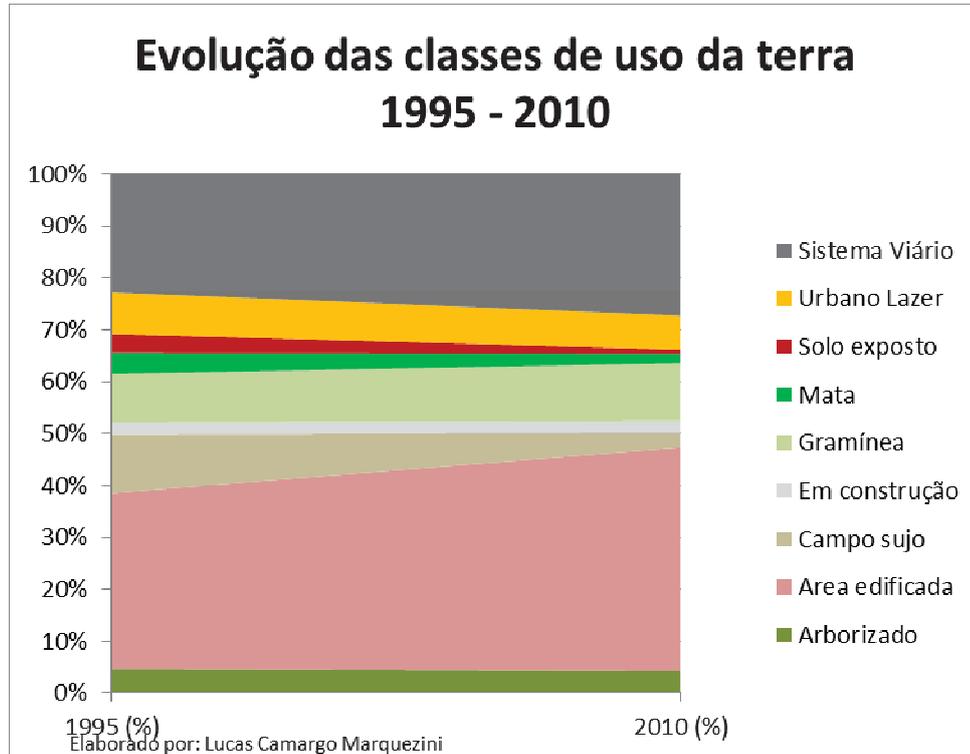
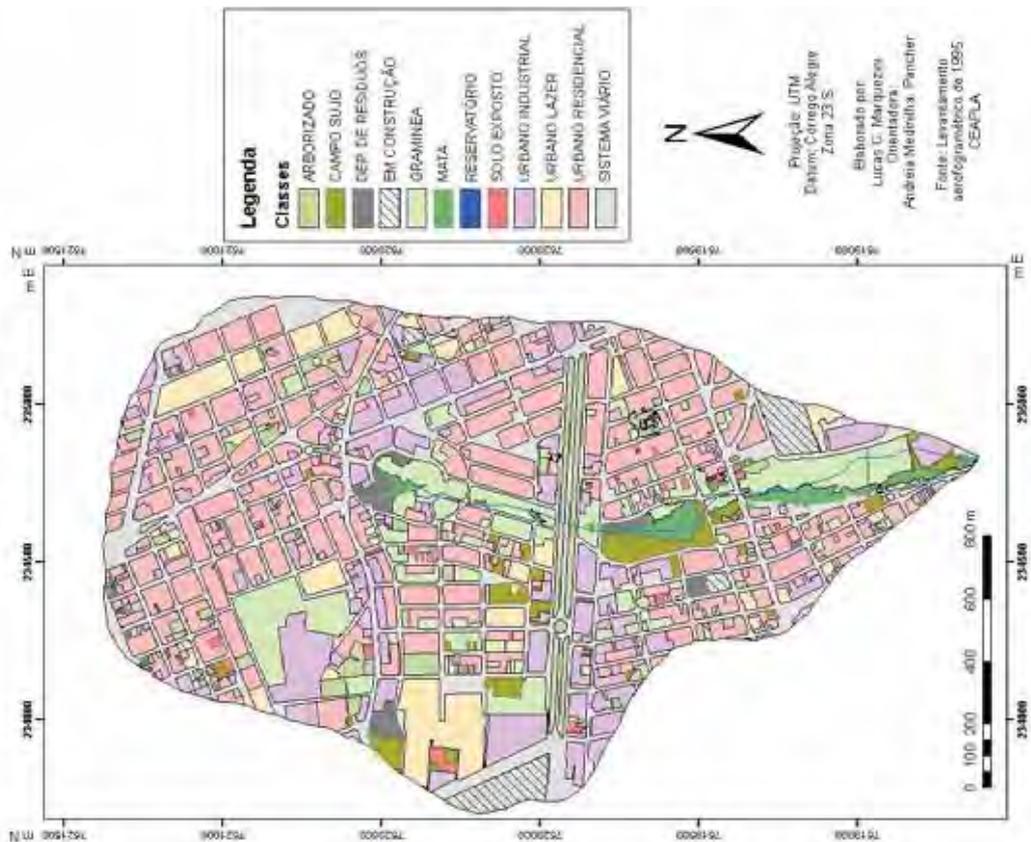


Figura 9 - Evolução das classes de uso da terra na bacia do córrego Wenzel, no ano de 1995 e de 2010.

**Figura 10: Uso da terra - Bacia do Córrego Wenzel - Rio Claro - SP - 1995**



**Figura 11: Uso da terra - Bacia do Córrego Wenzel - Rio Claro - SP - 2010**



Entre as diversas considerações que se pode fazer destaca-se que a bacia hidrográfica do córrego Wenzel situa-se num setor de bairros do município de Rio Claro no qual o crescimento do núcleo urbano em direção à periferia vem exercendo impactos, em especial no que diz respeito à destinação de resíduos. Uma área de ocupação urbana dispersa que vem se adensando, com a característica de abarcar áreas residenciais de alto poder aquisitivo, baixo poder aquisitivo e áreas ocupadas por pequenas indústrias. Desta forma, os planos de gerenciamento devem estar atentos para os problemas ligados à urbanização e também para os impactos ambientais já identificados na área como será exposto a seguir.

### **5.2.2 Urbanização, problemas ambientais e recursos hídricos**

Devido à presença de um trecho de mata ciliar e à dispersa ocupação da zona de várzea, Carvalho e Braga (2005) classificaram esta unidade hidrográfica como uma das mais protegidas dentro do contexto de zoneamento geoambiental da cidade de Rio Claro. Mesmo assim, em pesquisas de campo foi observada uma série de problemas ambientais na bacia do córrego Wenzel. Esses problemas já foram levantados por Monteiro e Viadana (2006, p.6):

- Aterramento da nascente do córrego que drena a bacia;
- Falta da cobertura vegetal original na nascente do córrego;
- Rejeitos de atividade industrial depositados nas proximidades da nascente;
- Construção de um campo de futebol na área da nascente;
- Esgoto despejado diretamente no leito do córrego desde a nascente até a foz;
- Deposição de entulho na região da cabeceira;
- Lixo residencial jogado por moradores nas margens do córrego;
- Inexistência de mata ciliar no alto curso;
- Cultivos diversos em APP;
- Inserção de espécies íctias no córrego;
- Moradias irregulares;
- Impermeabilização do solo da bacia.

Todos os problemas ambientais mencionados tiveram sua ocorrência confirmada em campo. Além desses problemas podemos mencionar outros identificados na presente pesquisa:

- Mau odor do leito nas áreas de cabeceira, sobretudo nos pontos em que a água acumula.
- Erosão linear ao redor do leito, o que ocasionou, em julho de 2010, um pequeno desmoronamento de um trecho da avenida 10.
- Presença de três pontos de contaminação declarados pela CETESB (2010), afetando o solo e a água subterrânea, sendo que um deles foi declarado como ameaça às áreas no entorno.
- Ocorrência de enchentes.

Alguns problemas ambientais permanentes e comprovados foram passíveis de ser georreferenciados e cartografados e assim obteve-se um mapa dos problemas ambientais.

O levantamento dos impactos ambientais representados no mapa da figura XX demonstra que os problemas se não são da maior intensidade, são variados. Os problemas estão diretamente relacionados à degradação de recursos hídricos, e potencialmente podem desestabilizar o ciclo hidrológico local e gerar impactos no sistema de abastecimento do município, sobretudo no que diz respeito à poluição e contaminação.

Ainda, realizou-se uma comparação da área de mata mapeada (2010) no entorno de córrego e a área de APP determinada pela legislação ainda vigente. Para essa análise foi desconsiderado o trecho do leito que se encontra quase totalmente canalizado, tendo sido considerado a partir da confluência entre o córrego e um breve afluente que escoia desde as proximidades da Rua 14.

Vale ressaltar, que não foram consideradas as alterações previstas pelo Novo Código Florestal Brasileiro, em tramitação no Poder Legislativo Federal. De qualquer forma, cabe ressaltar a presença apenas esparsa da APP ocupada por mata densa, estando boa parte do restante ocupada por arborização plantada de pouca densidade, ou mesmo apenas por gramíneas. Como já mencionado, áreas de mata e gramíneas têm sido utilizadas como lixões, como se observa pela associação da ocorrência de áreas de depósitos de resíduos com áreas de mata preservada.

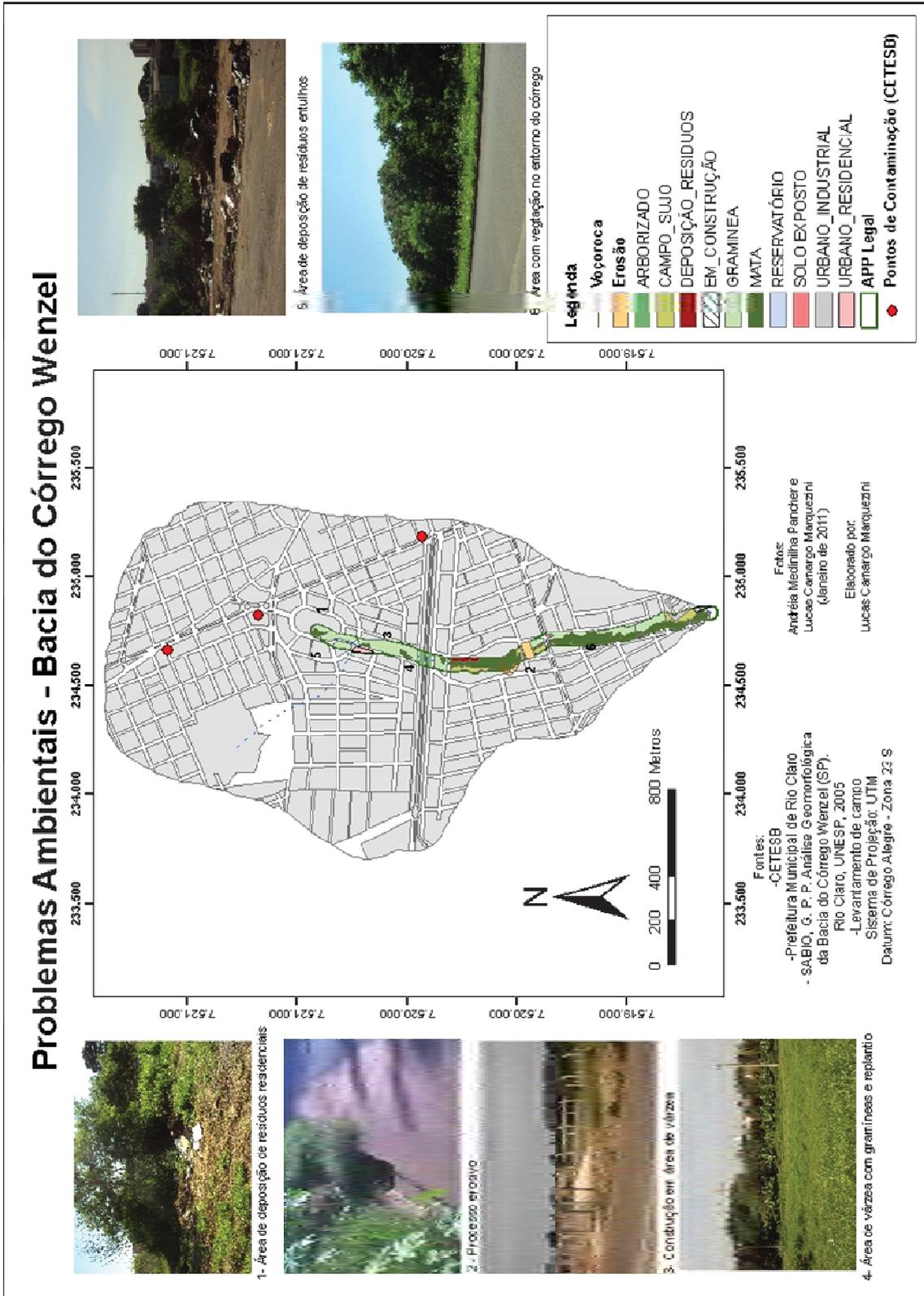


Figura 12

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os principais problemas da área podem ser atribuídos à ocupação antrópica realizada sem um ordenamento adequado, e possivelmente à falta de estrutura para coleta de resíduos na região. De 1995 para 2010 a ocupação do terreno se acentuou, e houve uma redução das áreas de vegetação. A área apresenta atualmente um significativo uso para fins industriais, o que acentua a geração de resíduos e efluentes.

Destaca-se a intensa deposição de lixo em vários trechos da bacia, sobretudo em áreas de várzea. A preservação de trechos de mata ciliar e o respeito à não ocupação de áreas de várzea acabam constituindo no uso de terrenos de matas e gramíneas como reservatórios de resíduos domésticos, industriais e da construção civil. Esse processo, como observado em campo, impacta diretamente o leito fluvial.

As características físicas da área podem ser consideradas favoráveis à ocorrência de inundações e processos erosivos. A topografia relativamente plana, a espessa formação pedológica e a formação geológica desfavorável ao escoamento de água são fatores que despertam a atenção para a ocorrência de enchentes, que foram observadas no decorrer da pesquisa. Cabe ressaltar que estudos como de Bortoletto (2002) apontam para o fato das inundações urbanas serem um problema já característico da cidade de Rio Claro. De forma que para a real mitigação desse problema se faz necessário um plano integrado considerando não apenas as bacias, mas a hidrologia urbana da cidade como um todo.

Desperta cuidados ainda o fato da formação geológica encontrada ser de fraca litificação e o solo de média erodibilidade. Problemas com erosão já são identificados pontualmente na bacia, e o problema da ocupação das áreas de várzea e das áreas de preservação permanente, embora mitigados não estão nas condições consideradas ideais.

Cabe destacar ainda o processo de assoreamento do leito e um ponto de contaminação com extravasamento dos contaminantes, segundo a CETESB (2010), que pode constituir em risco ambiental e mesmo de saúde pública.

Obras de engenharia e políticas de zoneamento se fazem necessárias, bem como uma gestão permanente dos usos e impactos do uso da área. Para isso o uso de geotecnologias é proposto como uma alternativa eficaz e cada vez mais necessária.

O presente trabalho objetivou apresentar apenas algumas potencialidades que o uso de diversas técnicas de geoprocessamento pode oferecer para a gestão territorial de bacias hidrográficas e assim oferecer uma fundamental contribuição para o gerenciamento de recursos hídricos e ambientais. Levantamentos aerofotogramétricos são propostos como

instrumentos de análise diagnóstica, somado ao trabalho de campo, cujos dados levantados e sistematizados, servem para a geração de mapas de uso da terra que serão fundamentais instrumentos de análise da bacia em estudo.

Os mapas gerados permitem uma caracterização detalhada e em síntese de todo o sistema ambiental identificado na área, representando os principais aspectos físicos, formas de uso e problemas decorrentes dessa interação. Esses mapas inseridos em um SIG são passíveis de análises conjuntas, podendo ser observados com suas variáveis correlacionadas. É possível assim traçar análises das interações entre esses aspectos possibilitando a concepção de diagnósticos ambientais de auxílio a processos decisórios.

Esse tipo de trabalho não deve ser realizado de forma isolada em pequenas bacias, mas sim compor programas de pesquisa e gerenciamento integrados que tomem as bacias hidrográficas como unidades ecológicas para gerenciamento de recursos hídricos, mas compondo sistemas mais abrangentes que permitam a formulação de políticas e o acompanhamento integrado da gestão territorial e ambiental das águas nas cidades.

## 7. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. R. [et al]. **Planejamento ambiental: caminho para participação popular e gestão ambiental para nosso futuro comum: uma necessidade, um desafio**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Editora Biblioteca Estácio de Sá, 1999.

BORTOLETTO, K. C. **Aplicação de SIG em estudo de enchentes em área urbana**. (trabalho de graduação). Rio Claro: IGCE/UNESP, 2002

CÂMARA, G. e FELGUEIRAS, C. A. Modelagem Numérica de Terreno. In: DAVIS, C. e MONTEIRO, A. M. V. (Org.) **Introdução à Ciência da Geoinformação**, São José dos Campos, INPE, 2001.

CARVALHO, P. F. Águas nas cidades: reflexões sobre usos e abusos para aprender novos usos. In: BRAGA, R. e CARVALHO, P. F. **Recursos Hídricos e Planejamento Urbano e Regional. Rio Claro: Laboratório de Planejamento** Municipal – DEPLAN, UNESP – IGCE, 2003. PP.: 9-33

CAVALLI, A. C. [et al] Fragilidade das terras da bacia do rio Corumbataí ao uso de diferentes métodos para o preparo do solo. In: **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v. 23, n. 5, p. 1077-1084, 2001

CEAPLA. **Atlas Ambiental da Bacia do Corumbataí**. IGCE/UNESP. Disponível em: <http://ceapla.rc.unesp.br/atlas/>. Acessado em 20 de outubro de 2011.

CERRI, L. E. S.; ZAINÉ, J. E.; NÓBREGA, C. A.; GIBOTTI JUNIOR, M.; **Estudo geológico-geotécnico em área de instalação de posto de combustível em Rio Claro (SP)**: São Paulo, v. 22, N. Especial, p. 105-116, 2003

CETESB. **Relação das áreas contaminadas e reabilitadas do estado de São Paulo**. Dezembro de 2010. Disponível em:< <http://www.cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/relacoes-de-areas-contaminadas/15-publicacoes>>. Acesso em 15 de Junho de 2011.

EMBRAPA. **Agência de Informação Embrapa: Latossolo**. Djalma M. G. Gome e Edson Lobato. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01\\_96\\_10112005101956.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_96_10112005101956.html)>. Acesso em 18 de outubro de 2011

FARINA, F. C. Abordagem sobre as técnicas de geoprocessamento aplicadas ao planejamento e gestão urbana. **Cadernos EBAPE.BR** – Volume IV – Número 4 – Dezembro 2006. Disponível em: [http://www.unilasalle.edu.br/canoas/assets/upload/artigoFGV\\_FARINA.pdf](http://www.unilasalle.edu.br/canoas/assets/upload/artigoFGV_FARINA.pdf). Acesso em 09 de agosto de 2010.

FERREIRA, J. S. A. e VIEIRA, S. G. **Geoprocessamento e as correntes do pensamento geográfico**. In: XIV Congresso de Iniciação Científica, Universidade Federal de Pelotas, 2005.

FITZ, P. R. **Geografia ou ciência da geoinformação?** Centro Universitário La Salle, Canoas (RS), [s.d. ]. Disponível em:

[http://www.unilasalle.edu.br/canoas/assets/upload/geografia\\_geoinformacao.pdf](http://www.unilasalle.edu.br/canoas/assets/upload/geografia_geoinformacao.pdf).

Acesso em 28 de setembro de 2010

GARCEZ, L. N. e ALVAREZ, G. A. **Hidrologia**.. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 1988.

JORNAL CIDADE DE RIO CLARO. **CIDADE: ETE Conduta eleva Rio Claro ao topo das cidades com mais de 50% do esgoto tratado**. Rio Claro: 03/06/2011. Disponível em: <<http://jornalcidade.uol.com.br/rioclaro/dia-a-dia/dia-a-dia/76878--CIDADE:-ETE-Conduta-eleva-Rio-Claro-ao-topo-das-cidades-com-mais-de-50-do-esgoto-tratado-->>. Acesso em 03/06/2011

LANNA, A. E. Gestão dos recursos hídricos. In: TUCCI, C. E. (org.) **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre, Editora da UFRGS – ABRH, Porto Alegre, 2001, 2. Ed.

LEAL, A. C. Gestão Urbana e regional em bacias hidrográficas: interfaces com o gerenciamento de recursos hídricos. In: BRAGA, R. e CARVALHO, P. F. **Recursos Hídricos e Planejamento Urbano e Regional. Rio Claro: Laboratório de Planejamento Municipal – DEPLAN, UNESP – IGCE, 2003. P. 65-86.**

MEDINILHA, A. **A degradação da mata ciliar e os impactos nos recursos hídricos desencadeados pela expansão urbana de Rio Claro/SP no entorno do Rio Corumbataí**. (tese de mestrado). São Carlos : [s.n.], 1999

MONTEIRO, A. B. e VIADANA, A. G. Técnica alternativa e simplificada para a aferição de hidrotopos aplicada ao córrego Wenzel. In: **Estudos Geográficos**, Rio Claro, 7(1): p. 1-15, 2009, Rio Claro/SP

MOURA, A. C M. **Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano**. Belo Horizonte: A autora, 2005.

NEGRI, B. **Concentração e desconcentração industrial em São Paulo (1880 – 1990)**. Campinas-SP, Editora da UNICAMP, 1996. 1. Ed.

OLIVA, A. **Estudo hidrofaciológico do aquífero Rio Claro no município de Rio Claro – SP**: Rio Claro : [s.n.], 2006, 196 f. (Tese de doutorado)

PENTEADO, M.M. Contribuição ao Estudo do clima no estado de São Paulo: caracterização da área de Rio Claro. **Notícia Geomorfológica**. Campinas, v. 6, n. 11, p. 33-39, 1966

PENTEADO-ORELLANA, M. M. Estudo Geomorfológico do sítio urbano de Rio Claro (SP). In: **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 21, n. 42, p. 23-56, 1981.

ROSS, J. L. S. e DEL PRETTE, M. E. Recursos hídricos e as bacias hidrográficas: âncoras do planejamento e gestão ambiental. In: **Revista do Departamento de Geografia/Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas/USP** - n. 12, 1998. p. 89-122

SABIO, G. P. P. **Análise Geomorfológica da Bacia do Córrego Wenzel (SP): as alterações causadas pela urbanização**. (Trabalho de Graduação). Rio Claro, UNESP, 2005.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de textos, 2006

SÃO PAULO. **Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE)**: Disponível em: <<http://www.seade.gov.br/>>. Acesso em 15 de outubro de 2010.

SÃO PAULO. Relação de áreas contaminadas e reabilitadas. CETESB, 2010. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/areas-contaminadas/ordem\\_munic\\_dez\\_10.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/areas-contaminadas/ordem_munic_dez_10.pdf)>. Acesso em 20 de setembro de 2011

SÃO PAULO. **Teoria e prática em recuperação de áreas degradadas: plantando a semente de um mundo melhor**. Secretaria do Meio Ambiente - FEHIDRO. Disponível em: <[http://www.ambiente.sp.gov.br/EA/projetos/Apostila\\_Degrad.pdf](http://www.ambiente.sp.gov.br/EA/projetos/Apostila_Degrad.pdf)>. Acesso em 24 de outubro de 2011.

TAUK, S. M. **Análise ambiental :uma visão multidisciplinar**. 1. Ed.São Paulo : Ed. da UNESP : FAPESP, 1991

VALILLO, J. M. **Verificação da qualidade da água do córrego Cachoeirinha - afluente do rio Ribeirão Claro, Rio Claro – SP**. Trabalho de Graduação. Rio Claro, UNESP, 2002.

VELÁSQUEZ, L. N. M. **Efeitos da urbanização sobre o sistema hidrológico :aspectos da recarga no aquífero freático e escoamento superficial - área piloto: sub-bacias Sumaré e Pompéia, município de São Paulo**. (Dissertação de Mestrado). São Paulo, 1996

VITTE, A. C. e GUERRA, A. J. T. (org.) **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004

ZAINE, J. E.. **Geologia da formação Rio Claro na Folha Rio Claro (SP)**: Rio Claro : [s.n.], 1994 90 f.

ZAVATINI, J.A.& CANO, H. Variações do ritmo pluvial na bacia do rio Corumbataí – SP. **Boletim de Geografia Teorética**, 23:215-240, 1993.