



*O USO DE GEOINDICADORES NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL DA  
BACIA DO RIBEIRÃO ANHUMAS, CAMPINAS/SP.*

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Ederson Costa Briguenti**

**RESUMO**

No contexto da atual e crescente discussão em torno da problemática ambiental, grandes centros urbanos mostram-se como palco principal de uma estreita relação existente entre a qualidade de vida e a degradação dos recursos naturais.

A área de estudo, a bacia do ribeirão Anhumas, localizada no município de Campinas/SP, se enquadra nesta perspectiva. Frequentes impactos fluviais, aliados ao comprometimento das condições ambientais, mostram-se diretamente ligados à tendência histórico-espacial de expansão ocupacional da bacia, agravando, assim, sua realidade sócio-espacial.

Informações que reflitam de forma sistêmica as características ambientais de tal unidade territorial, tornam-se essenciais, pois, além de colaborarem na compreensão da relação sociedade-natureza local, fundamentam ações e medidas que busquem melhorias efetivas para as condições constatadas.

Desta forma, o objetivo principal do trabalho está baseado em proposta metodológica, que tem por finalidade avaliar a qualidade ambiental em diferentes áreas na bacia do ribeirão Anhumas, demonstrando a influência que estes locais sofrem e exercem sobre a sociedade. Essa avaliação será fruto da aplicação de geoindicadores quantitativos, subdivididos em indicadores de “Estado-Pressão-Resposta”, de forma que integrem as informações e condições de diferentes ambientes.

A utilização de indicadores, a fim de quantificar a qualidade ambiental, foi realizada a partir da classificação de “Unidades Físico-Ambientais Integradas”. O mapeamento dessas unidades teve como base principal as características geomorfológicas da bacia, que foram espacializadas a partir da sobreposição de dados físicos de forma integrada. Para tanto, a utilização de técnicas de geoprocessamento será fundamental para chegar aos objetivos propostos.

**Palavras – Chave:** Geoindicadores; Geossistema; Qualidade ambiental; Tomada de decisão.

## 1. CONTEXTO DA DISSERTAÇÃO

A função social do geógrafo sempre foi uma preocupação pessoal e talvez sua principal contribuição esteja no desenvolvimento de pesquisas que integrem aspectos físicos e culturais e resultem na aplicabilidade de projetos que proponham alternativas para o entendimento e melhoria do espaço e da sociedade em que estamos inseridos.

Neste contexto, os impactos que chuvas intensas provocam na cidade de Campinas/SP motivaram um estudo de monografia onde as áreas de risco de inundações da bacia do ribeirão Anhumas foram mapeadas por Briguenti (2001). Os resultados deste trabalho constituem um conhecimento científico da bacia e constataram que muitas áreas de risco encontram-se densamente povoadas. Como principal exemplo, temos a ocupação ao longo do ribeirão Anhumas no médio curso da bacia, denominada favela Moscou no Parque São Quirino, onde seus moradores sofrem o drama das enchentes e diariamente convivem com o lixo e suas conseqüências.

Lecionando como professor de Geografia na Escola Estadual “Profa. Ana Rita Godinho Pousa”, procurou-se conhecer melhor, com as contribuições dos alunos (dos quais muitos residem na favela Moscou ou próximos dela), as condições habitacionais e a realidade sócio-ambiental onde vivem os moradores desta favela.

Buscou-se, assim, com as aulas e trabalhos práticos e multidisciplinares, trabalhar elementos físicos e sociais da paisagem local, aproximando o ensino da realidade em que aluno vive, a fim de que este conhecimento possa representar conscientização e/ou contestação para melhorias na sua qualidade de vida. Segundo Ab`Saber (2001), “*a Geografia contribui nesse processo fornecendo subsídios para o indivíduo compreender o local onde vive, possibilitando, assim, atuar conscientemente sobre o ambiente o qual se insere.*” Nesse sentido, o conhecimento das particularidades do espaço geográfico representa um instrumento na conquista da melhoria da qualidade de vida e da própria dignidade. Dentre os trabalhos realizados na escola, podemos citar os títulos: “*Reeducação Ambiental e Qualidade de Vida: Organização do Espaço e o Ensino de Geografia*”; “*A Escola e Meu Ambiente: Uma lição que vale a vida*” e “*Lição de Casa*”.

No segundo semestre de 2001, com a oportunidade de participar como aluno especial da disciplina de pós-graduação “Meio Ambiente e Ensino: As relações entre o

Homem e a Natureza”, oferecida pelo Prof. Dr. Archimedes Perez Filho, pôde-se, com a bibliografia oferecida, ter contato com temas, como: meio ambiente, interdisciplinaridade, abordagem sistêmica, que contribuíram para ampliar e aprofundar discussões, que amadureceram a proposta da atual pesquisa.

O início desta pesquisa coincidiu com o convite feito pelo Professor Archimedes para participar de um grupo que iniciaria discussões em torno de problemas ambientais da bacia do ribeirão Anhumas. Estas reuniões motivaram um projeto para área denominado: *“Recuperação Ambiental, Participação e Poder Público: Uma Experiência em Campinas”*. Este trabalho é realizado por uma equipe multidisciplinar, formada por pesquisadores da Unicamp, IAC e Prefeitura Municipal de Campinas. A pesquisa, financiada pela Fapesp (Processo n. 01/02952-1), objetiva diagnosticar as condições atuais da bacia e propor, juntamente com os moradores locais, soluções viáveis para as áreas mais críticas. Alguns dos objetivos do projeto de Políticas Públicas estão vinculados aos resultados desta dissertação.

Com proposta metodológica que incentiva a participação pública nas intervenções para a bacia, a equipe organizou reuniões na AR3 (Administração Regional), nas quais participavam também pessoas da comunidade local que relatavam de forma oportuna problemas vivenciados. Estas experiências foram riquíssimas, pois, os depoimentos contribuíram para uma visão construtiva sobre prioridades, aproximando assim a equipe à realidade estudada. Neste contexto, ressalta-se que, integrar a equipe que elaborou e realiza a proposta do projeto de Políticas Públicas proporcionou uma maior clareza da importância e da aplicabilidade dos resultados desta dissertação.

Entretanto, fica claro que o desafio de viabilizar ações que melhorem as atuais condições ambientais do local e apontem para sustentabilidade de seus recursos, é responsabilidade não só do poder público, ou de um trabalho acadêmico, mas também, através de ações multidisciplinares, integradas e cooperativas, envolvendo instituições, entidades e a sociedade em geral.

No momento em que se desenvolve esta dissertação, existem importantes projetos e obras em andamento na bacia, tais como: a construção da ETE Anhumas (estação de tratamento de esgoto do ribeirão Anhumas); o início de um processo gradual de desocupação da favela Moscou; projetos da Cohab para regularização e urbanização de

ocupações, prevendo-se em alguns locais a remoção de famílias de áreas de risco (Anexo 3); a reestruturação da praça Arautos da Paz, entre outros. É importante lembrar que muitas dessas obras estão sendo realizadas através de parcerias.

Como um bom exemplo dessas ações e parcerias, podemos citar o evento realizado no dia 21/06/2003. Denominado “Pró-Anhumas”, O evento fez parte dos resultados de uma aproximação entre a equipe e a comunidade local, envolvidas no Projeto de Políticas Públicas citado acima. Além da limpeza simbólica das margens do ribeirão, o trabalho também envolveu caminhada ecológica, inauguração de lixeiras, apresentações teatrais e materiais educativos, a fim de despertar a comunidade para as conseqüências que o lixo jogado às margens do canal traz para o local (Anexos 1 e 2).

## 2. INTRODUÇÃO

O processo acelerado de urbanização, intensificado no Brasil nas décadas de 1930 a 1950, resultou no município de Campinas/SP, por questões migratórias, demográficas, econômicas e especulativas, num rápido crescimento da estrutura urbana. Abordando este tema, Santos (2002) afirma que *“A intervenção urbanística dos anos 30, fruto de sua concepção e das condições políticas da época, marcou o desenvolvimento desigual e contraditório da cidade até a década de sessenta. Três planos diretores posteriores, entre os anos 70 e a década de 90, conservaram o padrão de crescimento anterior, fundamentando uma política urbana que denominamos valorização de localidades de negócio”*.

Este rápido crescimento, com um forte caráter especulativo do valor da terra urbana, que, através do parcelamento e a impermeabilização do solo, do revestimento e da canalização de canais, de obras de saneamento das bacias, da remoção da cobertura vegetal, juntamente a outras atividades e empreendimentos inerentes ao ambiente urbano, resulta nas condições ambientais atuais da cidade. Em Campinas, constantes inundações ocorrem ao longo dos principais cursos que drenam o município.

Neste município, no dia 17 de fevereiro de 2003, com a ocorrência de evento climático extremo, foram registrados 157 mm de precipitação (Faz. Sta Elisa-IAC), o que correspondeu aproximadamente 82% das chuvas esperadas para o mês e, também, foram registrados pela Defesa Civil impactos de diferentes intensidades e estragos. De acordo com os dados da Embrapa-CNPQ, as áreas inundadas somaram 12,5% da área urbana, ocasionando degradação, mortes e prejuízos materiais. O caráter catastrófico da denominada “enchente do século” colaborou em alarmar graves problemas ambientais e habitacionais que a cidade necessita enfrentar. O desequilíbrio ambiental manifesto em tal evento concretizou a insuficiência de critérios de ocupação que considerem as características geomorfológicas de uma bacia urbana.

Tais questões não são recentes. Impactos provocados por inundações em locais tais como a av. Princesa D’Oeste, já eram noticiados pela imprensa local no final dos anos de 1980.

A frequência e a magnitude com que tais impactos vem ocorrendo motivaram um trabalho de monografia, com o objetivo de mapear as áreas de risco de inundações da bacia do ribeirão Anhumas, localizada no município de Campinas/SP. Os resultados foram apresentados por Briguenti (2001) e proporcionaram um amadurecimento da temática trabalhada nesta dissertação, segundo a qual, a bacia do ribeirão Anhumas, em função de suas condições ambientais, ocupacionais e históricas, representa a área de estudo da presente posposta.

Considerando a necessidade de se tomar decisões com base em informações que reflitam de forma integradora as condições locais, a abordagem sistêmica, que busca a compreensão do *todo* de forma integrada, mostra-se como base metodológica plena, para integrar sistemas físicos e sócio-econômicos, visto que um sistema é concebido “... *como unidade global organizada de inter-relações entre elementos, ações ou indivíduos*” (Morin, 1977), onde, sua organização “... *de modo inter-relacional, liga elementos ou acontecimentos ou indivíduos que a partir daí, se tornam os componentes dum todo*” (Morin, 1977), e seus “*elementos interconectados funcionam compondo uma complexa entidade integrada*” (Christofoletti, 1999).

Fundamentando-se dos princípios teórico-metodológicos sistêmicos, pretende-se, neste trabalho, avaliar a qualidade ambiental em diferentes áreas da bacia.

Estas áreas foram definidas com a espacialização das particularidades topográficas da bacia, utilizadas por tanto, como base para o mapeamento do que denominamos “unidades físico-ambientais integradas”. Christofoletti (1999) ressalta que “*Os sistemas ambientais servem de suporte as atividades sócio-econômicas, cujas potencialidades constituem as bases para os programas de desenvolvimento sustentável*”.

A utilização de geoindicadores, vem de encontro a necessidade de desenvolver recomendações práticas para a coleta e análise de dados. Desta forma, a proposta desta dissertação, consiste em, considerando as particularidades de cada geoindicador, obter índices quantitativos, objetivando proporcionar uma análise e avaliação integrada e mais objetiva da qualidade ambiental de diferentes áreas da bacia do ribeirão Anhumas. Os resultados de tal proposta, constituem um instrumento de auxílio ao poder público na tomada de decisões.

Considera-se neste trabalho, a qualidade ambiental um reflexo das funções do ambiente físico para os seres humanos (Scope, 1995, citado por Latrubesse, 2002). Estas funções podem ser avaliadas através da idéia de sustentabilidade, pela qual as características dos elementos físicos são analisadas conforme a funcionalidade enfocada no fator ambiental Homem.

Com o mapeamento de “unidades físico-ambientais integradas” e a aplicação de geoindicadores, espera-se fundamentar a avaliação da qualidade ambiental como um conjunto de informações físicas e sócio-econômicas da bacia, demonstrando a pressão que as últimas exercem nas interações dinâmicas locais.

Acredita-se que tomadas de decisões, envolvendo gestão territorial, necessitam de ser priorizadas, não apenas em função de demandas sociais imediatas, mas sim, através de ações que envolvam peculiaridades físicas, assim como a influência que ambas exercem uma sobre a outra. Esta necessidade, por si só, justifica o presente trabalho.

### **3. OBJETIVOS**

Considerando os riscos ambientais existentes no processo de ocupação urbana de um sistema hidrográfico, tem-se, como objetivo, avaliar de forma quantitativa, a qualidade ambiental em diferentes unidades geossistêmicas da bacia do ribeirão Anhumas, Campinas/SP, a fim de demonstrar a influência que a pressão de diferentes padrões de ocupação urbana (Sistema Sócio-econômico) exerce sobre as atuais condições ambientais da bacia.

#### **3.1 Objetivos específicos**

- Mapear das “Unidades Físico-Ambientais Integradas” (Geossistema) da bacia.
- Aplicar geindicadores de Estado-Pressão-Resposta que demonstrem a influência das atividades urbanas sobre qualidade ambiental das unidades mapeadas na bacia.
- Apontar a correlação entre a estrutura geomorfológica e a distribuição espacial dos diferentes padrões de ocupação.
- Formar uma base de dados que auxilie a tomada de decisões referentes ao direcionamento das questões territoriais.

#### 4. BASE TEÓRICO-METODOLÓGICA

Christofoletti (1999) esclarece a importância de definir a abordagem metodológica em uma pesquisa, afirmando que “... a visão-de-mundo prevalente comanda as explicações sobre as características, funcionamento, utilização e percepção dos riscos provenientes dos eventos ambientais”.

“A geografia é a disciplina que estuda as organizações espaciais”. Com esta afirmação, Christofoletti (1999) inicia uma discussão em torno da proposta metodológica para explicar a estrutura e a funcionalidade do espaço.

Sendo a organização espacial vista e trabalhada como fruto da complexidade das interações dos elementos que formam o meio, pesquisadores com esta concepção encontram nos princípios da abordagem sistêmica conceitos e modelos para sustentar tal visão. Em função da necessidade de se realizar análises integradas do ambiente e seus elementos, a abordagem sistêmica consiste no suporte metodológico para aplicação do presente trabalho.

Em torno da abordagem sistêmica, Christofoletti (1999) lembra que não se trata de uma proposta nova na Geografia, pois em 1964, Berry esclarecia que “o ponto de vista geográfico é espacial e que os conceitos e processos integrantes do geógrafo relacionam-se com as disposições e distribuições, com a integração espacial, com as interações e organizações espaciais e com os processos espaciais”.

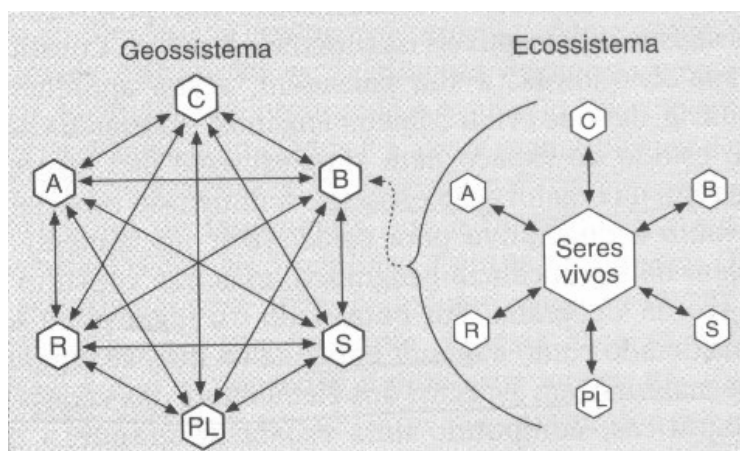
No Brasil, Monteiro (2000) ressalta que já em 1970 fazia parte da bibliografia oferecida aos alunos da USP na disciplina Fisiologia da Paisagem o artigo de Bertrand (1968), que representa o marco inicial, através da concepção de Geossistema, de um novo paradigma. Desta forma, a Teoria Geral dos Sistemas, lançada pelo russo Von Bertalanffy nos anos 50, que extravasava da Biologia (com o conceito de ecossistema) para os mais diferentes ramos do conhecimento a problemática sistêmica, poderia com a proposta geossistêmica também ser aplicada na Geografia.

Entretanto, tanto a abordagem sistêmica quanto o próprio conceito de Geossistema fermentam atualmente definições e aplicações que, na tentativa de esclarecer tais temas, proporcionam discussões e diferentes interpretações, em torno de questões comuns e divergentes em suas concepções teóricas.

Desta forma, realizou-se, neste trabalho, uma breve discussão em torno do conceito de Geossistema. Ressalta-se que foram priorizadas as obras de dois importantes autores que utilizam tal abordagem no Brasil: *Modelagem de Sistemas Ambientais* (1999), de Antonio Christofolletti, e *Geossistema: a história de uma procura* (2000), de Carlos Augusto Figueiredo Monteiro .

Em *Modelagem de Sistemas Ambientais*, Christofolletti (1999) lembra de forma oportuna, a história da utilização do termo Geossistema na literatura mundial:

Sotchava (1962 citado por Chritofolletti, 1999), ao abordar o termo, preocupa-se em criar um novo conceito que abordasse os elementos e aspectos naturais do espaço geográfico de uma forma integrada, substituindo o enfoque da dinâmica biológica contido no conceito de ecossistema (figura 1). Para Sotchava (1977, citado por Chritofolletti, 1999), geossistema é a conexão da natureza com a sociedade, pois embora os geossistemas sejam fenômenos naturais, todos os fatores econômicos e sociais que influenciam sua estrutura e particularidades espaciais são levados em consideração durante sua análise.



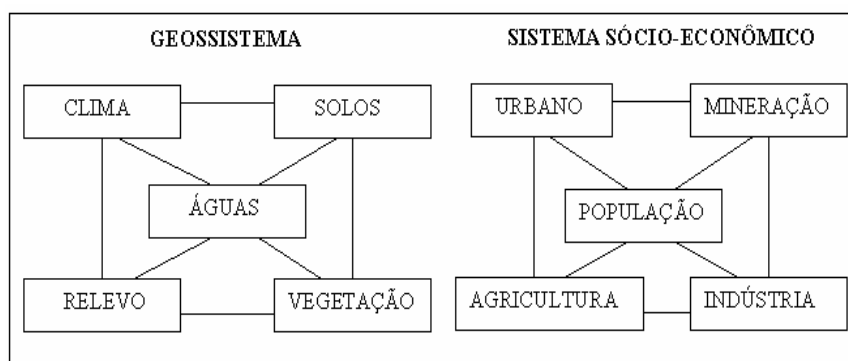
**Figura 1.** Esquemas estruturais de geossistema e ecossistema, conforme Preobrajenski. C=clima; A=água; R=relevô; B=biosfera; S=sociedade; PL=pedosfera e litosfera (Fonte: Christofolletti, 1999).

Já Bertrand (1972 citado por Christofolletti, 1999) define Geossistema como “situação numa determinada porção do espaço, sendo o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos”. Bertrand (1968 citado por Ferreira et al, 2001 p.161) afirma que a unidade mais importante da classificação

da paisagem é o Geossistema, porque é nele que melhor se observam as interdependências dos vários fenômenos físicos.

Christofoletti (1999), ao afirmar que “*a Geografia não é o estudo do espaço, nem simplesmente dos lugares, mas sim da organização espacial*”, esquematiza a estrutura conceitual das relações existentes entre os elementos que formam a organização espacial. Tal concepção é representada através das figuras 2 e 3.

Segundo o autor, para a compreensão da organização espacial é necessário ter claro que esta é composta por uma determinada ordem de interação e funcionamento dos elementos. Esta inter-relação é expressa através de processos que mantêm a dinâmica da organização espacial.



**Figura 2** Estruturação do geossistema e do sistema sócio-econômico (Christofoletti 1999).



**Figura 3.** Estrutura conceitual da organização espacial e envolvimento com disciplinas subsidiárias (Christofoletti, 1999).

A dinâmica pode evidenciar um estado de equilíbrio ou desequilíbrio através dos impactos provocados no espaço geográfico.

Percebe-se, através das figuras que representam a estrutura de organização espacial, que Christofolletti (1999) preocupa-se em, conceitualmente, separar o que ele chama de “Sistema Sócio-econômico” do “Geossistema”. O autor, ao afirmar que a Geografia Física preocupa-se com o estudo da organização espacial dos sistemas ambientais físicos, também denominado Geossistema, demonstra claramente, que, para ele, o Geossistema é formado apenas por elementos físicos: água, clima, solo, relevo, vegetação. Portanto, “*o Geossistema representa a organização espacial resultante da interação dos elementos componentes físicos da natureza*” (Christofolletti 1999).

Monteiro (2000) demonstra sua visão ao apontar os seguintes requisitos, segundo ele básicos, para criar um modelo do Geossistema:

***“Montagem do modelo sob perspectiva de um sistema singular complexo onde os elementos socioeconômicos não sejam vistos como um outro sistema, opoente e antagonico, mas sim incluído no próprio sistema”*** (negrito meu).

*Representação de uma realidade espacial que assume um jogo de relações sincrônicas.*

*Representação de uma Inteireza Diacrônica.*

*Simultaneidade e Intimidade de Correlação na análise temporal.*

*A necessidade de base de observação empírica e a proposição de modelos (mais aperfeiçoados) a posterior.*

*Conjunção de análises quantitativas às qualitativas.”*

Utilizando-se do modelo proposto por Monteiro (2000), fica clara a idéia de inserir os aspectos antrópicos na estrutura funcional do Geossistema. Desta forma, conceitualmente, para Monteiro, o Geossistema pode ser confundido com a própria “organização espacial”, definido e discutido por Christofolletti (1999).

Entretanto, Christofolletti ressalta que os elementos humanos (sistema sócio-econômico) devem ser entendidos e estudados como *inputs* que interagem na estrutura do geossistema, mas não fazem parte do seu sistema funcional. Tal idéia é evidenciada quando Christofolletti (1999) afirma que “*a Geografia Humana, como subconjunto da Geografia,*

*analisa a organização espacial dos elementos do sistema sócio-econômico*". Elementos, tais como: cidade, indústria, redes de circulação etc.

Ambos autores contribuem para o surgimento e esclarecimento de uma discussão sobre esta proposta teórico-metodológica para estudos de caráter geográfico. Utilizando-se da discussão entre os conceitos desses autores, concluiu-se que, para aplicação prática, em torno da concepção do conceito de Geossistema, a abordagem de Christofolletti (1999) se torna mais adequada, pois o fato de conceitualmente separar o "Geossistema" do "Sistema Sócio-econômico" facilita a aplicação de trabalhos práticos considerando uma proposta totalizadora e interativa.

Entretanto, ambos os conceitos não foram considerados opostos, pois, quando Christofolletti (1999) define o fator antrópico como *inputs*, com os sistemas físico-ambientais servindo de suporte às atividades econômicas, considera, de certa forma, que o Geossistema é influenciado pela ação dos elementos do sistema sócio-econômico.

#### **4.1 Geossistema**

Para Christofolletti (1996), a Geografia permite que o espaço seja compreendido como um sistema ambiental, físico e sócio-econômico, que possui uma estruturação, um funcionamento e uma dinâmica dos elementos físicos, sociais e econômicos.

Ross (1998) sugere que *"as pesquisas geradas a partir dos Sistemas da Terra, tomem como referencial os padrões de unidades de Paisagens, onde procurar-se-á efetuar uma análise integrada que concentra as características do relevo, solo, geologia, vegetação, uso da terra e sócio-econômica"*.

Em trabalhos de caráter ambiental, para Brunet (1982, citado por Soares, 2001), é primordial que se investigue e se compreenda como se processam os arranjos das estruturas espaciais e, sobretudo, tais trabalhos requerem do pesquisador, coleta de informações nos vários campos de conhecimento das geociências e das ciências sociais. Através de documentação textual, cartográfica, digital e de campo, é possível traçar o perfil de uma paisagem que melhor possa representar sua estrutura ao longo do tempo e espaço.

Referindo-se a estudos de caráter ambiental, Chistofolletti (1999) afirma que *"a abordagem sistêmica surge como plenamente adequada à análise geomorfológica, pois*

*considera que um sistema é constituído por um conjunto de elementos interconectados que funciona compondo uma complexa entidade integrada”*

Em relação à discussão em torno do conceito geossistêmico, o mapeamento do mesmo, considera, no presente trabalho, o arranjo, a interação e as características dos elementos físicos do espaço. Portanto, a delimitação Geossistema, constituirá de unidades com aspectos específicos, tendo como base a espacialização e análise integrada dos elementos que o compõem.

Desta forma, objetiva-se perceber como as intervenções efetuadas pelas sociedades resultam em transformações nos aspectos físicos de um sistema, no caso, uma bacia hidrográfica urbana. É importante frisar que essas mudanças espacializam-se em processos dinâmicos e contraditórios, estando, muitas vezes, ligadas às necessidades e aos interesses políticos, sociais e econômicos nas áreas que sofreram intervenções.

## **4.2 Geoindicadores**

O uso de indicadores ambientais como subsídio à tomada de decisão foi discutido na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED, 1992). No capítulo 40 do plano de metas (Agenda 21), frisa-se que *“os métodos de avaliação das interações entre diferentes parâmetros setoriais ambientais, demográficos, sociais e de desenvolvimento não estão suficientemente desenvolvidos ou aplicados”* e que por isso é necessário *“desenvolver indicadores do desenvolvimento sustentável que sirvam de base sólida para a tomada de decisões em todos os níveis e que contribuam para uma sustentabilidade auto-regulada dos sistemas integrados de meio ambiente e desenvolvimento”*. Discute-se, no mesmo capítulo, a necessidade de se formar sistemas contínuos e apurados de coleta de dados, utilizando-se de sistemas de informação geográfica (SIG), modelos e uma variedade de outras técnicas para a avaliação e análise de dados .

Os indicadores são definidos pela OECD (1993) como *“valor derivado de parâmetro, o qual provê informação a respeito do estado de um fenômeno, ambiente ou área, cujo significado excede aquele diretamente associado ao valor do parâmetro”*. Enquanto que parâmetro é conceituado como *“uma propriedade que é medida ou observada”*.

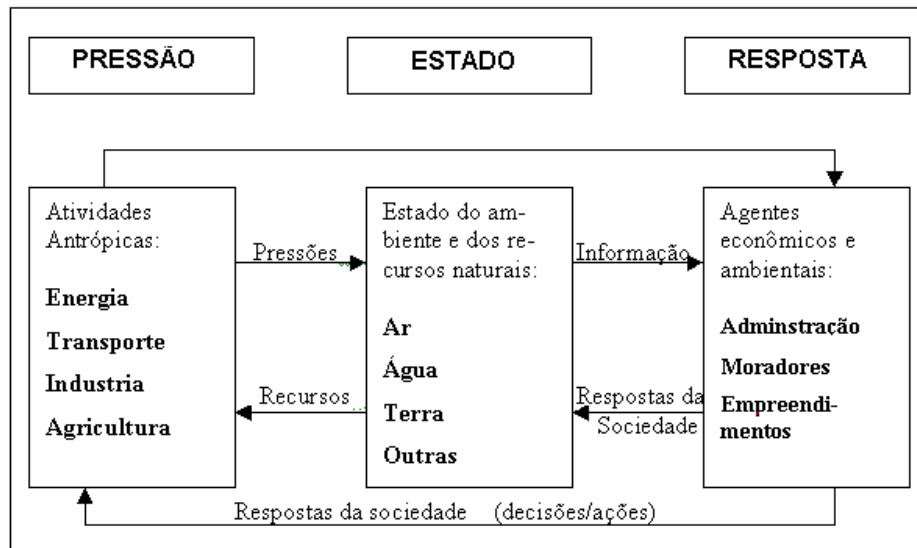
Dentre os diversos modelos conceituais para guiar a seleção e aplicação de indicadores, o modelo Pressão-Estado-Resposta (P-E-R) da OECD (figura 4) é bastante utilizado mundialmente. Conceitualmente o modelo mostra-se simples, proporcionando uma maior facilidade no uso, tornando-se assim uma referência metodológica que possibilita sua aplicação em diferentes escalas e condições espaciais.

O modelo teórico-metodológico fundamenta-se no conceito de causalidade, segundo o qual, as atividades humanas exercem ações (pressão) sobre o meio ambiente alterando sua quantidade e qualidade de recursos naturais (estado). A sociedade responde a essas mudanças através de políticas ambientais, econômicas e setoriais (resposta).

Entretanto, sabe-se que o mundo real é mais complexo e dinâmico do que uma rede linear de causa e efeito pode expressar, sendo assim, Gallopin (1997, citado por Serra, 2002) enfatiza que os usuários deste modelo são facilmente tentados a utilizá-lo dentro de uma visão mecanicista, vendo a pressão como causa, o estado como efeito e a resposta como uma realimentação reguladora. Este autor destaca ainda que o meio ambiente não é um receptor passivo das influências humanas. Assim, pode-se afirmar que os geossistemas apresentam dinâmicas, resultando efeitos que não são simples pressões diretas dos *inputs*.

Com base no modelo de “pressão-estado-resposta” da OECD(1993) define-se como:

- Indicadores de pressão: valores quantitativos que representam pressões exercidas pelas atividades humanas sobre o meio, causando modificações nos estados e quantidade de recursos naturais;
- Indicadores de estado: valores quantitativos referentes às características e ao estado dos aspectos físicos do ambiente natural, assim como à qualidade e quantidade de seus recursos naturais existentes;
- Indicadores de resposta: são os indicadores que mostram as medidas da sociedade frente aos problemas ambientais, através de políticas adotadas como respostas para amenizá-los ou tentar solucioná-los.



**Figura 4:** Modelo “Pressão-Estado-Resposta”. Adaptado: OECD (1993).

### 4.3. Avaliação ambiental

A qualidade ambiental expressa as condições e requisitos de natureza física e social que um ambiente detém (Macedo, 1995 p.17). Tais condições resultam de processos dinâmicos de adaptação e superação entre os elementos que compõem este ambiente (sistema). Desta forma, a mensuração qualitativa e quantitativa de um ambiente depende das variáveis específicas dos elementos que o mesmo possui. Modelos, conceitualmente, utilizam estas variáveis como indicadores, permitindo assim, operacionalizar a avaliação ambiental.

Macedo (1995 p.30) afirma que o ato de avaliar pressupõe três elementos: um padrão de medida; a mensuração do objeto a ser avaliado segundo esse padrão; e uma nota que represente o desvio entre o valor apropriado ao objeto e o padrão previamente estabelecido.

A intrínseca necessidade de adaptação de um sistema nos revela que a solução dos problemas ambientais atuais não está na simples volta à Natureza estática, mas sim, conforme salientou Machado (1997 p.15), na necessidade de que as mudanças ambientais não ultrapassem suas potencialidades de se adequar, de tal modo que não comprometam a qualidade ambiental e, portanto, a qualidade de vida.

Qualidade de vida, qualidade ambiental são questões que, por envolverem preferências, percepções e valores diferentes, dificultam um parecer ou consenso objetivo. Entretanto, pode-se chegar a uma avaliação qualitativa, considerando a decadência progressiva na sanidade da própria condição humana, através das qualidades essenciais e inerentes à vida humana.

Desta forma, a qualidade ambiental, como já comentado anteriormente, pode ser considerada um reflexo das funções do ambiente físico para os seres humanos (Scope, 1995, citado por Latrubesse, 2002). Estas funções são avaliadas utilizando a idéia de sustentabilidade, através do qual as características dos elementos físicos são analisadas conforme a funcionalidade que possuem, enfocada no fator ambiental Homem.

Portanto, a qualidade de vida expressa a própria qualidade ambiental. Estabelece-se uma relação direta entre os recursos e condições que o geossistema oferece com as relações espaciais inerentes à sociedade.

O presente trabalho sugere que as condições de vida refletem nas condições ambientais de uma determinada área. Segundo Bassani (2001), a questão da qualidade de vida nas cidades está diretamente ligada aos problemas ambientais, ou seja, o conceito de qualidade ambiental indica a própria qualidade de vida.

#### **4.4. Modelos**

Em discussão sobre aplicação de modelos, Christofolletti (1999) define-os como *"qualquer representação simplificada da realidade"*. O autor cita a contribuição dada por Haggett e Chorley (1967, citados por Christofolletti, 1999) que conceituam um modelo como *"uma estruturação simplificada da realidade que supostamente apresenta, de forma generalizada, características ou relações importantes. Os modelos são aproximações altamente subjetivas, por não incluírem todas as observações ou medidas associadas, mas são valiosos por obscurecerem detalhes acidentais ou por permitirem o aparecimento dos aspectos fundamentais da realidade."*

A elaboração de modelos envolve um conjunto de técnicas e/ou instrumentos que tem por finalidade compor um quadro simplificado das características e funções do mundo real. O uso de modelos pode constituir um instrumento do procedimento metodológico da

pesquisa, considerando que sua elaboração se realiza acompanhada de critérios e normas da metodologia científica.

A concepção da modelagem de sistemas ambientais compõe um caráter importante para esta pesquisa, pois fundamenta e auxilia a representação de características de elementos espaciais necessários para caracterizar e avaliar a qualidade ambiental de diferentes unidades da bacia.

#### **4.5. Geoprocessamento**

A capacidade de realizar operações com dados espaciais permite ao SIG (Sistema de Informações Geográficas) o levantamento, a manipulação digital, o mapeamento e a análise de um conjunto de atributos georreferenciados. Com isso, os aplicativos SIGs estão, de forma crescente, contribuindo na produção do conhecimento científico e na tomada de decisão do planejamento urbano, regional e nacional.

Realizando análises matemáticas complexas, esses aplicativos, de forma ágil, manipulam e geram informações, representam evoluções (espacial e temporal) de fenômenos geográficos e demonstram a inter-relação entre elementos, integrando dados físicos e sócio-econômicos de diferentes fontes. Em função destas “facilidades” é importante ressaltar que análises quantitativas, quando levadas ao extremo, podem ser pouco úteis se não acompanhadas de reconhecimentos da “paisagem real”.

Esse conjunto de técnicas, procedimentos operacionais, aplicativos e dados constituem o que denominamos de geoprocessamento. “O termo geoprocessamento denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informação geográfica” (Camara & Mendonça, 1996).

Serão expostas duas definições dadas aos SIGs: “Conjunto poderoso de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e manipular dados sobre o mundo real” (Burrough, 1986 citado por Camara & Mendonça, 1996); um sistema de suporte à tomada de decisão que integra dados referenciados espacialmente num ambiente de respostas a problemas” (Cowen, 1988 citado por Camara & Mendonça, 1996).

Desta forma, a utilização dos aplicativos SIGs constitui uma ferramenta de importantíssimo valor na gestão sócio/ambiental de municípios, bacias hidrográficas e outras unidades territoriais.

Para esse trabalho, optou-se em trabalhar principalmente com o aplicativo Spring versão 4.0 (desenvolvido pelo INPE). Algumas de suas ferramentas foram um suporte fundamental nas etapas e procedimentos para o alcance dos objetivos propostos.

## 5. MATERIAIS E MÉTODOS

### 5.1. Proposta metodológica

Ponderando toda a discussão realizada no capítulo anterior, organizou-se a seguinte proposta para se chegar aos objetivos citados:

- Analisar o geossistema como *estrutura* principal e a ação antrópica (elementos do sistema sócio-econômico) como principal *processo*, resultando em uma interação que determinará as condições ambientais da bacia como um todo.
- A bacia hidrográfica, como unidade territorial, define o limite do geossistema. A escolha da bacia permite um estudo mais apropriado da relação dos elementos do Geossistema com os elementos do sistema sócio-econômico, pois, possibilita constatar na escala local a influência dos agentes antrópicos sobre as condições ambientais do meio.
- As formas de relevo, os tipos de solo, a declividade e a rede de drenagem da bacia hidrográfica estudada assumem importância fundamental, sendo a base na delimitação das unidades do geossistema.
- As características das “unidades físico-ambientais integradas” representam, neste trabalho, a base para se obter os **indicadores de estado**, enquanto a definição de **indicadores de pressão** correspondem em elementos *inputs* que fazem parte do sistema sócio-econômico.

### 5.2. Procedimentos

Ressalta-se que a abordagem geográfica em estudos ambientais, representa os dados obtidos por sensores e levantamentos de campo por meio de mapas, perfis, gráficos e tabelas. Desta forma, os SIGs (Sistema de Informações Geográficas) constituem um importante apoio para trabalhar informação pelos processos informatizados, nos quais, muitas etapas dos procedimentos propostos foram realizados com o auxílio desta

ferramenta. Nesta dissertação trabalha-se principalmente com o aplicativo desenvolvido pelo INPE, Spring versão 4.0.

A fim de utilizar indicadores quantitativos para se chegar a índices de avaliação qualitativa de diferentes áreas, a presente proposta tem seus procedimentos baseados na subdivisão do território, em combinações de aspectos físico-naturais, definindo o que denominamos de “**unidades físico-ambientais integradas**” da bacia do ribeirão Anhumas. Estas unidades geossistêmicas depois de individualizadas e cartografadas, se tornaram referencial para esta pesquisa.

A delimitação dessas unidades considerou os aspectos físicos da bacia. Estabelecendo correlações de dados hidrográficos, topográficos, pedológicos e geomorfológicos, gerou-se um único produto cartográfico subdividido em unidades que reúnem, através de uma abordagem de análise integrada, informações sintetizadas.

Assim, as características analíticas são reunidas para a obtenção de um mapa síntese, onde a integração dos produtos temáticos proporciona a elaboração do geossistema. O procedimento básico para sintetizar os dados espaciais multitemáticos é a sobreposição de Planos de informação (PIs), denominada *overlay*, que foi realizado através da utilização de ferramentas de sobreposição e edição do Spring 4.0.

Para isso, foram utilizadas as folhas topográficas em escala 1:10000 e curvas de nível equidistantes 5 metros, de Vila Lutécia (SF-23-Y-A-V-4-NE-A), Bairro Bananal (SF-23-Y-A-V-4-NE-B), Barão Geraldo (SF-23-Y-A-V-4-NE-C), Parque Xangri-Lá (SF-23-Y-A-V-4-NE-D), Campinas I (SF-23-Y-A-V-4-NE-E), Campinas II (SF-23-Y-A-V-4-NE-F), Souzas I (SF-23-Y-A-VI-3-NO-E), Campinas III (SF-23-Y-A-V-4-SE-A), Campinas IV (SF-23-Y-A-V-4-SE-B), Campinas VII (SF-23-Y-A-V-4-SE-D) e Souzas II (SF-23-Y-A-VI-3-SO-A) do Plano Cartográfico do Estado de São Paulo, editadas em 1979 e com base em fotografias aéreas de 1978, para a digitalização de informações em planos de informações (PIs), compondo o mapa base planialtimétrico da área da bacia. O aplicativo SIG, utilizado para digitalização foi o ILWIS, juntamente com uma mesa digitalizadora A0. Realizou-se, desta forma, a conversão dos dados do formato analógico para o formato digital. As informações relativas à hidrografia, altimetria, limite da bacia (divisor d'água) e rede viária foram estruturadas em planos de informação (PI) individuais.

Através do mapa altimétrico, primeiramente, foi traçado o limite da bacia hidrográfica. Verificou-se divergência entre o limite traçado e as informações da Carta 1:50.000, tendo-se optado pela adoção das informações obtidas nos mapas mais detalhados, de escala maior.

Das folhas topográficas também foram extraídas as informações de hidrografia, de rede viária, de linhas de transmissão de energia, constituindo planos de informação. Esses planos georreferenciados foram exportados pelo formato DXF e importados para o formato ASC-SPRING. No aplicativo Spring 4.0, formou-se a base para o lançamento das demais informações coletadas e geradas. O Spring 4.0 proporcionou o cruzamento das informações em diversas combinações para análises.

Os arquivos *vetoriais* foram convertidos para arquivos no formato *raster*.

A partir da criação de uma grade triangular do terreno (TIN) através da interpolação do plano da altimetria (curvas de nível e cotas altimétricas), chegou-se ao Modelo Numérico do Terreno (MNT). A partir do MNT, realizaram-se outras rotinas do aplicativo para obter os mapas temáticos: hipsometria e declividade.

O mapa de declividade foi obtido através do cálculo a partir de uma grade triangular resultante dos valores de altitude da superfície. O Spring possibilita a variação no valor da elevação ser medida em graus (0 a 90°) ou em porcentagem (%).

Foram adotadas as seguintes classes, com adaptações do Manual para Levantamento Utilitário do Meio Físico e Classificação De Terras no Sistema de Capacidade de Uso (LEPSCH et al, 1991): 0 a 3%; 3 a 6%; 6 a 12%; 12 a 20%; 20 a 45% e > 45%. A partir do mapeamento das classes de declividade, obteve-se o principal elemento para a delimitação das unidades físico-ambientais.

Para obtenção do mapa hipsométrico, as cotas altimétricas da bacia foram subdividida em intervalos de 40 metros, resultando em 6 classes temáticas. As classes hipsométricas definidas são: 550 a 590m; 590 a 630m; 630 a 670m; 670 a 710m; 710 a 750m e 750 a 790m.

O mapa das formas do relevo da bacia foi adaptado *do Mapa geomorfológico do município de Campinas* (Pires Neto *et al*, 1993), através da ferramenta de edição de vetores do Spring.

Além desses planos temáticos, o MNT proporcionou a geração de modelo tridimensional do terreno (3D) e de perfis topográficos. Ambos foram desenvolvidos através dos módulos Visualização 3D e Perfil, contidos no Spring.

Os perfis foram salvos no formato jpg, possibilitando em aplicativo adequado à edição dos mesmos, representando os canais existentes e as unidades físico-ambientais a que cada trecho do perfil pertence. Foram criados e editados perfis do alto, médio e baixo curso. Também foram traçados perfis abrangendo apenas as planícies fluviais no alto, médio e baixo curso para melhor analisá-los.

O mapa de solos utilizado neste trabalho faz parte dos resultados do relatório da 1ª fase do Projeto de Políticas Públicas, embora esses resultados são preliminares. A equipe de Pedologia do Centro de Solos e Recursos Ambientais do IAC desenvolverá o detalhamento do mapa de solos na área urbanizada e no embasamento cristalino da bacia.

Através de uma base de observação empírica composta de relatórios, fotos e cotas altimétricas completaram-se os dados cartográficos. Estes dados foram obtidos através dos trabalhos de campo realizados na bacia. Os mesmos tiveram destaque no trabalho, pois através deles realizou-se a caracterização das condições ambientais e habitacionais dos principais canais fluviais, além de contribuírem para a análise das condições ocupacionais da bacia como um todo. Os principais trabalhos de campo foram realizados nas datas: 25/11/2002, 18/02/2003, 03/05/2003, 10/05/2003, 19/03/2004, 05/04/2004, 05/06/2004 e 28/11/2004.

A espacialização desses dados, com a delimitação do que denominamos de “unidades físico-ambientais integradas”, permitiu que se fizesse uma análise de forma diferenciada de cada unidade. As particularidades dos aspectos físicos e de ocupação foram levantadas através da interpretação e cruzamento dos dados de drenagem, solos, hipsometria, declividade e uso/ocupação da bacia.

A imagem digital do satélite Landsat, utilizada no trabalho, foi obtida através da conversão do formato .dat para o formato .grb, utilizando o módulo Impima do Spring 4.0. A partir da combinação das bandas 3, 4 e 5 foi feita uma falsa composição colorida da imagem. Por fim, com base nos planos digitais de hidrografia e de vias, das cartas topográficas da bacia, 1:10.000, coletaram-se 10 pontos com coordenadas planas dispersas através do módulo Registro, efetuando-se assim o georreferenciamento da imagem.

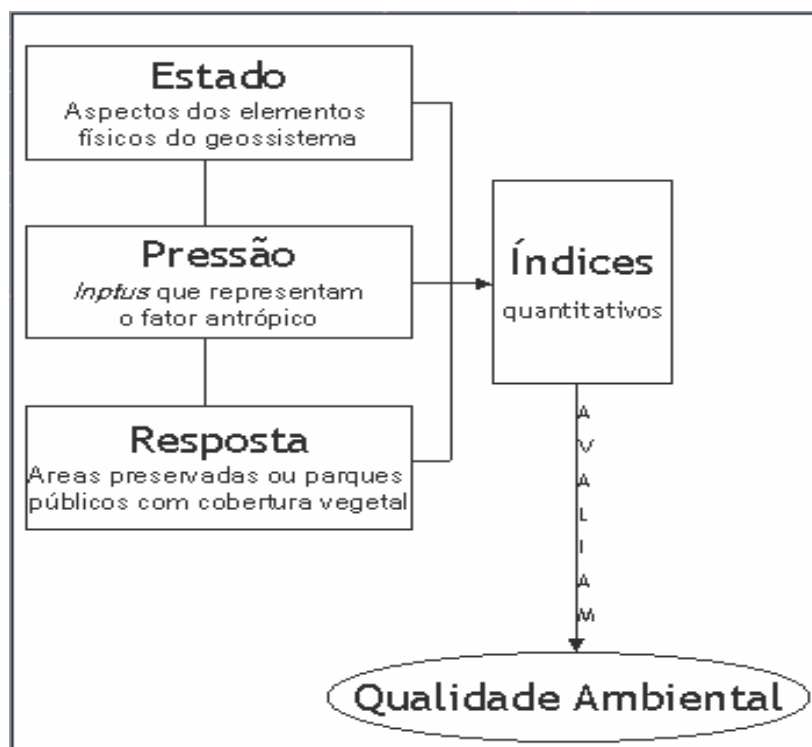
As planícies fluviais, que constituem uma unidade sistêmica específica, foram delimitadas a partir de um estudo geomorfológico mais detalhado, onde também foram utilizadas as fotos aéreas na escala aproximada 1:25.000 do voo de 1962. Este detalhamento geomorfológico foi realizado com a interpretação das fotos, utilizando o estereoscópio. Através da visão estereoscópica, foi possível uma visão em três dimensões. Foram utilizadas fotos de 1962, a fim de visualizar o relevo da bacia de forma que este estivesse menos modificado pela estrutura urbana, o que possibilitou uma melhor observação das planícies fluviais. Em alguns locais, houve a necessidade de comparar com informações de observação empírica, dadas alterações morfológicas mais recentes, ocorridas no processo de urbanização.

Com a obtenção do geossistema realizou-se o cruzamento do mesmo com os mapas temáticos de declividade, solos, formas de relevo, hipsometria e ocupação urbana, através do módulo Estatística de Imagem do aplicativo Spring. Com este procedimento foi gerado para cada cruzamento, uma tabela com a área e porcentagem que cada classe dos mapas temáticos representa nas unidades físico-ambientais do geossistema.

Como já mencionado anteriormente, a avaliação da qualidade ambiental das unidades da bacia foi realizada de forma quantitativa, utilizando-se de índices de avaliação com base no conceito de indicadores de “pressão-estado-resposta” (OECD, 1993):

Considerando o modelo proposto por OECD (1993), foi organizado um modelo para as particularidades desta pesquisa, seguido o esquema de, Estado-Pressão-Resposta. (figura 5):

- Indicadores de estado: aspectos dos elementos físicos do geossistema (relevo, hidrografia, solos e topografia);
- Indicadores de pressão: os *inptus* que representam o fator antrópico (população, arruamento, domicílios, renda, escolaridade e destino do lixo);
- Indicadores de resposta: áreas preservadas e/ou com cobertura vegetal (áreas verdes e parques urbanos).



**Figura 5.** Modelo “Estado-Pressão-Resposta”.

Como indicadores de estado serão utilizados: classes de declividade, tipos de solo, formas de relevo e características hidrográficas (ordem dos canais e densidade hidrográfica).

Os indicadores de pressão (sistema sócio-econômico) que foram aplicados são: densidade demográfica, densidade de arruamentos, densidade de domicílios, renda, escolaridade e lixo/fonte.

Os indicadores sócio-econômicos foram aplicados através dos dados do IBGE referentes ao município de Campinas (censo 2000), espacializados através dos setores censitários que podem ser obtidos através do aplicativo Estatcart/IBGE. Para a análise desses dados foi utilizado o aplicativo ArcView, que possibilitou a espacialização dos dados sócio-econômicos dos setores censitários do município nas unidades mapeadas do geossistema.

Para resolver a questão dos limites dos setores censitários (definidos pelo IBGE), que não coincidem com os limites das unidades geossistêmicas e, portanto, podem pertencerem a duas ou mais unidades, utilizaram-se os seguintes procedimentos e critérios: através da interpolação do arruamento da bacia com os setores censitários, obteve-se o

percentual área total do setor ocupada por arruamento. Este dado serviu de parâmetro na decisão de número de domicílios pertencentes às distintas unidades de um mesmo setor censitário. O número de domicílios, por sua vez, serviu de parâmetro para quando foi necessário estipular o número de habitantes. Já o número de pessoas colaborou no levantamento dos dados referentes a renda, escolaridade e destino do lixo.

O indicador renda foi obtido através do número total e percentagem dos responsáveis de famílias com renda igual ou inferior a 2 salários-mínimos por unidade. Para o cálculo utilizou-se o número de domicílios de cada unidade. O parâmetro 2 salários-mínimos foi estipulado tendo como referência Garcias (2001), que discute a utilização de indicadores de qualidade ambiental urbana.

O indicador escolaridade foi calculado com a soma das pessoas com mais de 5 anos que não são alfabetizadas.

O indicador referente ao destino do lixo foi definido considerando as residências que destinam seu lixo em terrenos baldios, logradouros ou rio.

Como indicador de resposta foi necessário utilizar o mapa de cobertura vegetal da bacia. O critério para escolha das áreas verdes e parques como geoindicador de resposta considerou o grau de ocupação em que a bacia se encontra, demonstrando que as áreas verdes remanescentes, indicam uma preocupação da sociedade frente às condições ambientais existentes. Além disso, os parques também são áreas que possuem uma influência direta na qualidade de vida das pessoas que os utilizam e/ou residem nas proximidades.

O mapa foi obtido com a digitalização utilizando o módulo Edição Vetorial do aplicativo Spring 4.0, através da interpretação da Imagem Landsat TM, da imagem Ikonos e de fotografias aéreas do vôo realizado em 2000 que cobrem a bacia. O mapeamento das áreas verdes e parques existentes na bacia, da contribuição do estudo de Santin (1999), que caracterizou vegetação remanescente do município de Campinas. As áreas verdes mapeadas por este estudo, pertencentes a bacia do ribeirão Anhumas, estão identificadas e localizadas em anexos (Anexo 4).

Os índices representando a qualidade ambiental foram obtidos, transformando os valores dos indicadores em escalas de 01 e com pesos iguais para todos indicadores. Desta

forma, procura-se facilitar as análises e permitir que tais dados possam ser comparados com outras áreas e estudos.

Foi definido o valor 0 para a unidade em pior situação, referente a cada geoindicador, tendo como base as condições da própria bacia. Os índices das unidades restantes foram calculados considerando a proporcionalidade de sua condição em relação a pior situação dentre as unidades (0), empregando-se da “regra de três”.

Com este procedimento de medição, que utilizou valores e cálculos matemáticos a fim de integrar dados de diferentes gêneros e fontes, chegou-se a índices quantitativos para analisar e avaliar a qualidade ambiental, assim como, as condições em que vivem as comunidades destes distintos ambientes.

A análise de tais índices permitiu estabelecer uma relação direta entre as características e condições ambientais das diferentes unidades mapeadas com as condições sócio-econômicas da população residente nestas áreas. Alguns aspectos desta relação foram apresentados nas discussões dos resultados desta pesquisa.

#### **5.2.1. Levantamento fotográfico**

O levantamento fotográfico da área de estudo contribuiu para demonstrar as condições atuais de impermeabilização, degradação, ocupação e risco ambientais em que se encontram as unidades físico-ambientais, principalmente os fundos de vale e os principais cursos d'água da bacia. Também foram registrados os impactos ambientais provocados pelo evento climático extremo ocorrido no dia 17 de fevereiro de 2003, o Evento Pró-Anhumas e duas caminhadas ao longo do ribeirão com a equipe do Projeto de Políticas Públicas.

### **5.3. Material**

#### **5.3.1. Material cartográfico:**

É importante ressaltar que, dentro do método utilizado, o material cartográfico foi essencial para se chegar aos objetivos citados.

O material utilizado no desenvolvimento do presente trabalho foi:

- Imagem LANDSAT - TM 5, ponto órbita 219/76, bandas RGB/543, data de passagem /07/1999, nível de correção 4, obtida no formato digital TIFF.

- Imagem IKONOS. Data da passagem /09/2001. Cobertura da região central do município de Campinas.
- Dez cartas planialtimétricas do IGC do município de Campinas, em escala 1:10.000, curvas de nível equidistantes 5 metros e no sistema de projeção UTM, referentes do plano cartográfico do Estado de São Paulo.
- Pares de fotografias aéreas pancromáticas do município de Campinas, adaptados à observação estereoscópica, do voo realizado 1962, na escala aproximada 1:25.000.
- Fotografias aéreas pancromáticas do município de Campinas, do voo realizado 2000, na escala aproximada 1:25.000.
- Mapa geomorfológico da bacia do ribeirão Anhumas. ITC.
- Mapa de solos da bacia do ribeirão Anhumas. IAC.
- Base digital do arruamento do município de Campinas. EMPLASA.

### **5.3.2. Equipamentos**

Os principais equipamentos e aplicativos necessários no desenvolvimento deste trabalho foram:

- GPS
- Câmara fotográfica;
- Micro-computador pessoal;
- Mesa digitalizadora;
- Impressora;
- Scanner;
- Aplicativo SIG ArcView, versão 3.2;
- Aplicativo SIG geoprocessamento Spring, versão 4.0;
- Aplicativo SIG Ilwis para digitalização e edição vetorial e
- Demais aplicativos para edição de textos, planilhas e figuras.

## **6. ÁREA DE ESTUDO**

### **6.1 Bacias hidrográficas**

De forma crescente, a bacia hidrográfica é reconhecida como unidade espacial utilizada em estudos de gestão para o planejamento territorial, possuindo os estudos relacionados à rede de drenagem, função relevante para compreensão do espaço geográfico e no desenvolvimento de projetos e ações para a melhoria das condições ambientais.

Dentro da proposta geossistêmica, a bacia hidrográfica permite que se estabeleça uma relação de causa-efeito entre seus elementos e processos, e suas interações condicionam, de forma local, conseqüências que, na prática, são responsáveis por muitas das adversidades observadas atualmente nas cidades.

É consenso afirmar, que a degradação dos recursos de uma bacia hidrográfica está estreitamente relacionada aos padrões de ocupação que a mesma apresenta. Desta forma, ao caracterizarmos o estado dos elementos que compõem a bacia, assim como os diferentes padrões de ocupação e pressão, facilita-se a compreensão de processos que ocasionam impactos, além de permitir, de forma mais objetiva, analisar o equilíbrio da bacia e avaliar a qualidade ambiental nela existente.

### **6.2 Bacia do ribeirão Anhumas**

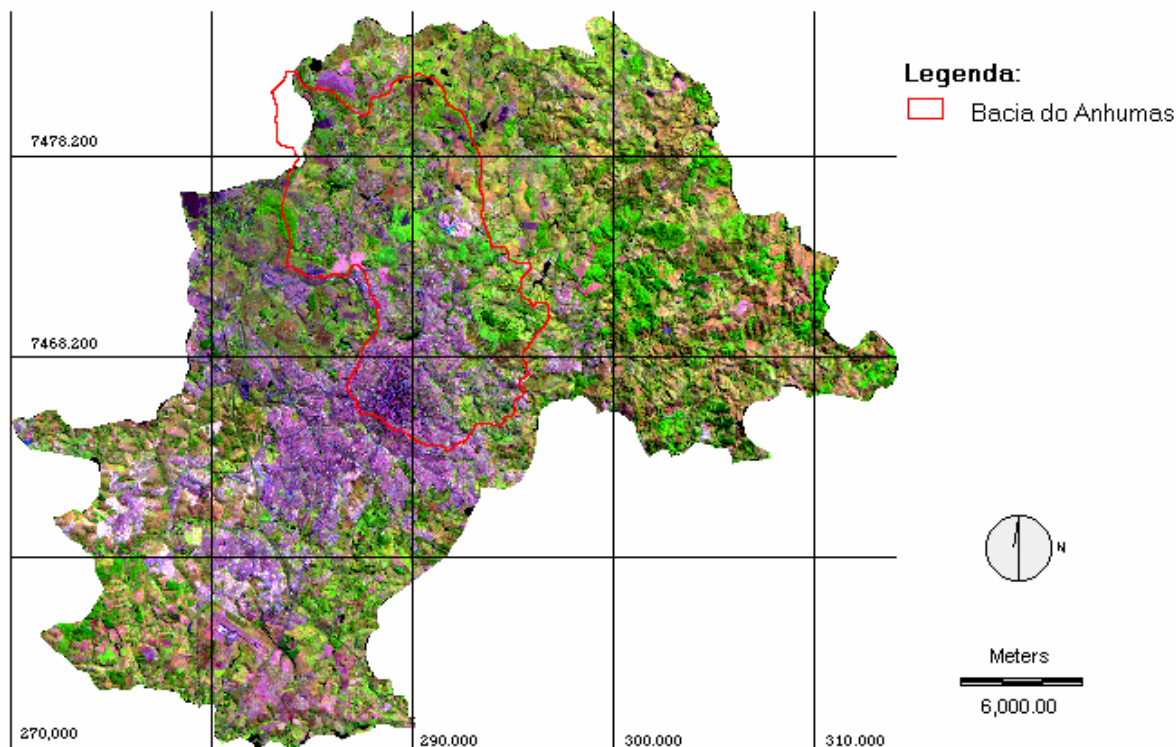
A bacia do ribeirão Anhumas, área de estudo desta pesquisa, está situada entre as coordenadas 22°45'15" e 22°55'50" de latitude sul e 47°60'55" e 46°58'55" de longitude oeste, com uma área aproximada de 150 km<sup>2</sup>. Corta o município de Campinas/SP no sentido Sul/Norte (figura 6). Cerca de 50% de sua área está ocupada pelo processo de urbanização e quase 10% de sua áreas está impermeabilizada por ruas e rodovias asfaltadas. Aproximadamente 285 mil pessoas residem na bacia.

Os principais canais das sub-bacias compõem a bacia do ribeirão Anhumas são: o córrego Proença e o córrego Brandina, no alto curso; córrego da “Lagoa do Taquaral” e o córrego São Quirino, no médio curso, e o ribeirão das Pedras, o córrego da “Fazenda Sta Terezinha” e o córrego “da Fazenda Monte D’Este”, no baixo curso.

A bacia do ribeirão Anhumas constitui-se uma bacia de 5ª ordem, situada em uma área de transição entre o Planalto Atlântico e a Depressão Periférica Paulista. Ao norte e nordeste da bacia ocorre, predominantemente, o relevo de colinas amplas, apresentando-se como uma superfície contínua e pouco dissecada, com inclinação em direção ao rio Atibaia. A leste encontra-se colinas médias, as quais apresentam-se mais elevadas à medida que esse relevo é sustentado por rochas mais resistentes. À sudeste da bacia temos colinas pequenas e morrotes que se mostram mais dissecados e conseqüentemente com formas menores, estando nas bordas da Depressão Periférica. Ao sul e sudoeste predominam as colinas médias e amplas (área onde se deu o início da ocupação do município). As planícies fluviais apresentam superfícies reduzidas, com exceção dos vales mais extensos localizados no baixo curso da bacia. (Instituto Geológico, 1993).

Caracteriza por apresentar uma importante tendência de crescimento e desenvolvimento municipal, em função da localização e expansão de pólos tecnológicos, universidades, novos loteamentos, áreas industriais e estabelecimentos comerciais de grande porte. Essa tendência de crescimento é notada principalmente em áreas ao norte da bacia. O sul destaca-se por ser uma área urbana densamente consolidada, onde se localiza toda a área central da cidade.

A bacia do Anhumas possui algumas particularidades, das quais podemos destacar: Ao longo de sua área de drenagem são encontrados loteamentos nos mais diferentes estágios de urbanização, desde a área central da cidade (próxima às nascentes localizadas no alto curso), até loteamentos e bairros em processo de urbanização (no baixo curso nas proximidades da confluência do ribeirão Anhumas com o rio Atibaia). Os córregos localizados nas áreas centrais encontram-se canalizados ou revestidos, recebendo esgoto sem tratamento (córrego do Proença e da Orosimbo Maia). Segundo órgãos da Prefeitura e a Defesa Civil, as mais graves inundações registradas na cidade do ponto de vista dos impactos sociais ocorrem em áreas marginais aos córregos pertencentes à bacia do Anhumas.



**Figura 6.** Localização da bacia hidrográfica do ribeirão Anhumas no município de Campinas, em imagem composta das bandas 3, 4 e 5 do satélite Landsat-TM.

### 6.3. Aspectos históricos da ocupação da bacia

A fundação de Campinas, oficialmente, ocorreu em 14/07/1774, com a realização da primeira missa por Frei Antonio da Pádoa Ferreira, para celebrar a criação da Freguesia das Campinas do Mato Grosso. Suas primeiras ocupações foram guiadas, inicialmente, por um planejamento prévio, com algumas medidas urbanísticas básicas, atendendo instruções do governo da capitania de São Paulo: *"que a povoação seja formada de 60 ou 80 varas cada uma e as ruas sejam de 60 palmos de largura e que as casas sejam construídas com os quintais para dentro e entestar uns com os outros"* (Santos, 2002).

A origem do seu povoamento está ligada à abertura dos caminhos para o sertão de Goiás e Mato Grosso, no início do século XVIII. Ao norte da cidade de São Paulo, apenas Jundiá e as freguesias de Mogi-Mirin e Mogi-Guaçu constituíam-se nas bases de apoio às viagens bandeiristas pelo caminho De Minas dos Goyazes. Nesta estrada bandeirista (rota denominada "caminho único") se instalaria o pouso de Campinas Velhas, assentamento

humano que antecedeu o marco geográfico da fundação da própria freguesia e a ocupação futura. Este pouso, localizado nas nascentes do ribeirão Anhumas, situa o vale do Anhumas como região de partida, onde, na continuidade do percurso, o viajante passaria a beira do córrego de Campinas Velha (atual Proença) e ultrapassaria, confortavelmente, numa mesma cota, a confluência do Córrego Campinas Velhas com outro córrego “que vai da Vila” (atualmente denominado córrego da Orosimbo, Serafim ou canal do Saneamento). Depois da confluência dos córregos, continuava-se em rumo certo até a estrada do Taquaral ou de Mogi-Mirim, seguindo viagem adiante pelo amplo Vale do Ribeirão Anhumas (Santos, 2002).

Considerando que o referido caminho bandeirista, suporte do Pouso das *Campinas Velhas*, margeava o vale do ribeirão do mesmo nome, o início do processo de ocupação de Campinas teria abrangido espacialmente todas as nascentes das bacias hidrográficas dos ribeirões Anhumas e Piçarrão, geomorfologicamente responsáveis pela escolha inicial para o assentamento humano.

Um competente estudo topográfico demonstrou, pela primeira vez para o poder público, que a cidade de Campinas está situada nas cabeceiras do ribeirão Anhumas, *“assentada sobre uma forte camada de terreno arenoso e muito permeável. Sobre este abundante lençol freático formador da bacia do Anhumas justificara o projeto, determinando a sua localização neste território”* (Santos, 2002).

*“O censo demográfico realizado em 1767 já registra pioneirismo, com assentamentos à beira do caminho das Minas de Goyaz, notadamente distribuídos ao longo do trecho do ribeirão das Anhumas, margeado pela estrada bandeirista”* (Santos, 2002).

Por volta de 1790, com a introdução da cultura da cana-de-açúcar, a cidade conheceu uma série de transformações e melhorias em seus sistemas de transporte e comunicação. Estas melhorias colaboraram para, em 1797, ser elevada à categoria de Vila, havendo a fixação de seu limite, bem como a demarcação de seu perímetro urbano. Foi denominada Vila de São Carlos, porém tal nome só foi utilizado em documentos oficiais. No ano de criação da Vila, Campinas possuía 2639 habitantes (Santos, 2002).

O “ciclo da cana de açúcar”, principal produto da economia do Brasil colonial, impulsionou o seu crescimento urbano e a diversificação de sua estrutura social. Em dados referentes ao ano de 1929, Campinas registrava uma população de 8543, sendo que 56 %

eram constituídos de escravos (Semeghini, 1988 p. 12).

Em 1842 foi elevada à condição de cidade, recebendo o nome atual.

Com o surgimento e o apogeu da cultura do café, no século XIX, registram-se em Campinas novos movimentos migratórios, principalmente com a chegada dos colonos europeus. Impulsionada pela expansão da economia cafeeira de exportação, a exemplo de outros municípios paulistas, Campinas cresceu consideravelmente, apresentando prosperidade econômica. Ampliou-se a área urbana, surgindo melhoramentos como: pavimentação, iluminação, estabelecimentos de ensino, hospitais, associações esportivas, armazéns, sobrados, núcleos coloniais estrangeiros e ferrovias. A riqueza do açúcar e do café influenciou diretamente na configuração espacial e cultural da cidade (Cano & Brandão, 2002).

O início do século XX caracterizou-se por um grande crescimento da população urbana e o início do processo de industrialização, paralelamente à expansão do café, até seu abalo em 1929, com a crise da bolsa de Nova York, marcando o início de seu declínio. Este declínio da agricultura cafeeira acabou por intensificar o crescimento industrial na região.

Com a crise cafeeira e o início do processo de industrialização no Estado de São Paulo, ocorre em Campinas uma explosão imobiliária, com um intenso surto especulativo e a emergência do capital industrial internacional. O advento do capital imobiliário provoca transformações estruturais. Surgem novos loteamentos e bairros operários periféricos, que recebiam a força de trabalho que migravam de áreas rurais em busca de emprego (Cano & Brandão, 2002).

Os primeiros bairros surgem em decorrência do elevado custo das propriedades no centro. O primeiro bairro a surgir é a Vila Industrial. Na década de 30 é loteado o Bairro Taquaral, vindo a ser tornar importante área de adensamento da ocupação ao norte da região central da cidade (Semeghini, 1988).

No período de 1930 a 1947, surgem as primeiras construtoras e em 1938, fica pronto o primeiro plano urbanístico da cidade, denominado “Plano Prestes Maia”. Diante destes fatos, verifica-se uma grande especulação imobiliária, com novos loteamentos sendo implantados principalmente na região norte, sul e sudeste do município (Semeghini, 1988). Neste cenário, a ação do poder público foi sempre essencial para a valorização do capital imobiliário, sendo mecanismo principal para processo de “habilitação das terras” pelo qual

algumas glebas recebiam as condições para serem loteadas. Neste contexto, a atividade imobiliária ganhava espaço com o crescimento populacional e nas mudanças do padrão de acumulação.

Entre os anos de 1950 e 1970, intensifica-se o processo de industrialização e do fluxo migratório, havendo um aumento considerável da população. Campinas mostrava-se um pólo de atração, em função da importância que a indústria e o comércio possuíam na economia regional e nacional. A cidade atraía tanto mão-de-obra qualificada quanto não-qualificada, o que provoca um maior desequilíbrio social, refletindo numa preocupante deterioração das condições ambientais e nos padrões de vida da cidade.

Neste período, muda-se o padrão do crescimento implicando na multiplicação de espaço vazios no interior da malha urbana. Atualmente, associadas a este processo, verificam-se medidas de inclusão de áreas distantes.

Paralelamente intensifica-se o processo de verticalização e as áreas mais centrais vão sendo recicladas e “expulsando” a população pobre, que juntamente com o crescente contingente migratório, desloca-se para as áreas mais distantes, sem infra-estrutura necessária.

Na década de 1970, período mais intenso da industrialização e urbanização, acentua-se o processo de “periferização” da cidade, com o incremento de novos loteamentos e conjuntos habitacionais. Neste período migram para a região cerca de 190 mil pessoas (IBGE). Há um comprometimento no abastecimento de infra-estrutura, principalmente para população de baixa renda. Inicia-se, desta forma, o processo inadequado de ocupação das margens do alto e médio curso do ribeirão Anhumas e seus principais afluentes (córrego Proença e córrego Brandina).

Enquanto aumenta o contingente de famílias e pessoas pobres, dado o enorme fluxo migratório que demandou o município, deteriora-se o serviço público, tanto na qualidade do atendimento quanto, principalmente, na capacidade de acompanhar o crescimento da demanda. Ampliou-se o número absoluto de analfabetos e cresceu o número de domicílios sem atendimento de água e esgoto e agravaram-se as carências educacionais. (Semeghini, 1988 p.04).

Na década de 1980 e 1990, registra-se no município de Campinas a ocorrência de constantes ocupações. Somente no ano de 1997, as ocupações de áreas pelos chamados

“sem-teto” envolveram mais de 30 mil pessoas. A taxa de crescimento vegetativo do município sempre foi elevada. Em dados obtidos a partir de 1940, demonstra-se que a cidade e a região de Campinas/SP sempre cresceram além da taxa nacional e mesmo da região Sudeste.

Atualmente, dados do IBGE apontam que o município de Campinas já alcançou a marca de 1 milhão de habitantes, sendo o terceiro município mais populoso do Estado de São Paulo. Tais dados apontam que a taxa de crescimento da população favelada foi de 6,78% no período 1991/1996, enquanto que o restante da população cresceu 1,30%, ou seja, o índice de crescimento da população que reside em favelas é 5,35 vezes maior que o da cidade de Campinas. A miséria social do município, acaba sendo um paradoxo em uma região (RMC) que é pólo tecnológico e que é responsável por 6% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional.

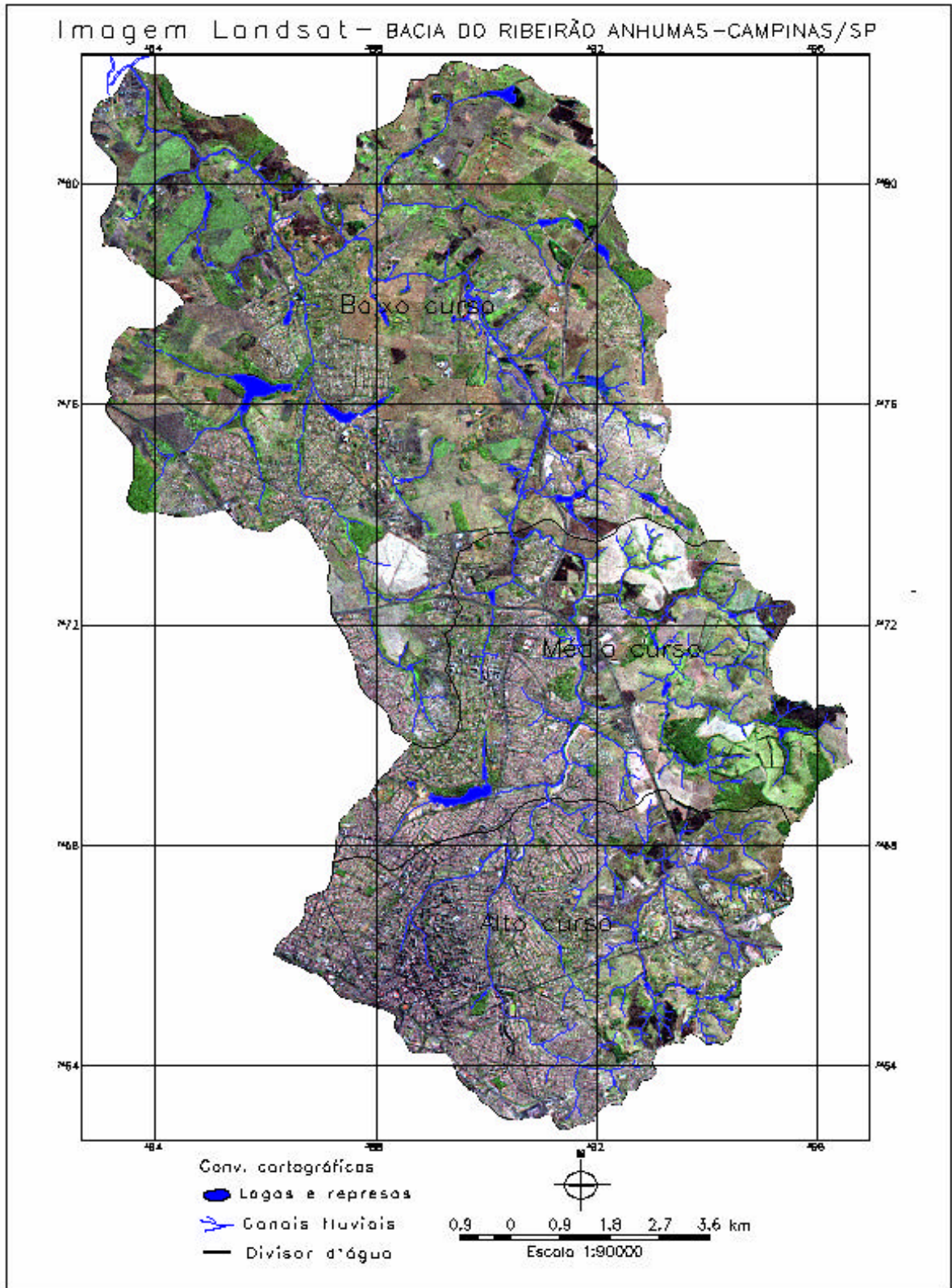
As condições dos córregos e fundos de vale das bacias hidrográficas do Anhumas resultam de um processo de ocupação que historicamente e espacialmente provocou profundas modificações no âmbito físico da geomorfologia urbana, resultando em condições de degradação e impactos sócio-ambientais que serão descritas a seguir.

#### **6.4. Aspectos ocupacionais da bacia**

O levantamento de informações a fim de se obter a caracterização dos aspectos e condições atuais de ocupação da bacia foi realizado a partir de trabalhos de campo e auxílio do sensoriamento remoto.

Os trabalhos de campo foram priorizados nas margens do Ribeirão Anhumas e dos seus principais afluentes. A interpretação da Imagem Landsat TM, Imagem Ikonos e fotografias aéreas (vôo realizado em 2000) auxiliou na caracterização geral da ocupação urbana na bacia. As informações levantadas sobre a bacia serão descritas e demonstradas em relatórios e fotos. Estas informações foram subdivididas espacialmente em alto curso médio curso e baixo curso.

A imagem que segue, demonstra a ocupação atual considerando a subdivisão hierárquica da bacia conforme os seus cursos:



#### **6.4.1. Alto curso**

Na rede de drenagem do alto curso, localizam-se os dois principais afluentes que formam o ribeirão Anhumas: o córrego Proença e o canal do Saneamento (ou Serafim, ou Tanquinho, ou córrego da Orosimbo Maia, como é popularmente conhecido). Ambos drenam áreas centrais ou bairros próximos ao centro da cidade. Estas áreas, fruto da dinâmica ocupacional do município, possuem elementos físicos e sócio-econômicos densamente urbanizados, edificadas e impermeabilizadas. Estes córregos, através do escoamento superficial e da rede de drenagem, recebem as águas pluviais e esgoto de toda área central e bairros vizinhos.

O córrego do Proença, que tem seu curso ligado à história da fundação de Campinas, possui suas nascentes próximas ao Parque Ecológico Mons. Emilio José Salim, drenando à jusante os bairros Parque Itatiaia, São Fernando, Vila Lemos, Proença, Guarani, Ponte Preta, Nova Campinas, Cambuí e outros, recebendo, assim, grande parte das águas da rede de drenagem e do esgoto desses bairros. O córrego, em função de sua contribuição fluvial, é o principal canal formador do ribeirão Anhumas.

O Córrego Proença apresenta algumas características urbanísticas importantes relacionadas à diferenciação no aspecto ocupacional, verificados ao longo de seu curso. Inicialmente, na avenida Princesa D'oste, o córrego se encontra canalizado e posteriormente revestido parcialmente, com vias expressas marginais (Fotos1). Após o cruzamento com a avenida Moraes Sales, onde se inicia a avenida José de Souza Campos (via Norte/Sul), o córrego possui em seu entorno, ao longo de 300 metros aproximadamente, uma área que foi integrada à estrutura urbana como “área verde”. As Praças Augusto César e Ralph Stettinger são um bom exemplo de um uso adequado frente às potencialidades de impactos do local.

Esta política de ocupação não foi seguida à jusante, onde, ao longo da via Norte/Sul, o córrego Proença foi canalizado e aterrado em obras de saneamento da Prefeitura, ocorridas em meados da década de 1990, com objetivo de se evitar alagamentos nas margens ao longo do canal (Foto 2).

A avenida expressa e o comércio localizado nas áreas marginais ainda sofrem sazonalmente com o problema, pois se verificam na avenida Norte/Sul vários pontos críticos de alagamento, com enxurradas invadindo vias e comércios.



**Foto 1.** Av. Princesa d'Oeste com a av. Moraes Sales: córrego Proença revestido e canalizado. Data: 25/11/2002.



**Foto 2.** Av. José de Souza Campos (Norte/Sul). Córrego Proença canalização o e aterro. Data: 25/11/2002.



**Foto 3.** Desmoronamento da margem impermeabilizada do cor. Orosimbo Maia (enchente de 17/02/2003). Data 18/02/2003.

O córrego do Saneamento, que drena boa parte da área central, não possui características hídricas e urbanísticas muito diferentes. Seu leito se encontra revestido parcialmente onde, em alguns trechos, observa-se a ausência de seu revestimento, erodido e deteriorado por eventos extremos de precipitação e escoamento superficial (foto 3 e 4). O córrego também possui importantes vias expressas em sua área marginal, as avenidas Anchieta e Orosimbo Maia. Em relação ao aspecto hídrico, o córrego possui uma vazão baixa, mas, a exemplo do córrego do Proença, recebe o despejo do esgoto e as águas do sistema de drenagem, que, além de comprometer a qualidade hídrica do córrego, aumenta em muito sua vazão quando há ocorrência de chuvas extremas. Devido a sua menor vazão, problemas como o do mau cheiro se tornam mais graves. Outro problema é o aumento dos vetores de doenças, posto que os insetos transitam livremente por este córrego poluído e em áreas que deveriam, a princípio, serem assépticas. Em seu entorno, além da presença de avenidas expressas e do comércio, observa-se uma quase que total ausência de vegetação, e, conseqüentemente, dos benefícios que ela traz. A vegetação local deu lugar a torres de fios de alta tensão. Em 2001, a CPFL (Companhia Paulista de Força e Luz), juntamente com a Prefeitura Municipal, realizaram uma séria de melhorias no canal ao longo da avenida Orosimbo Maia. Estas melhorias, envolvendo recuperação das margens e replantio de árvores, foram realizadas em função de uma medida judicial, pelo corte indevido de árvores do local, ocorridos em 1998, que condenara a CPFL.



**Foto 4.** Desmoronamento da margem do canal da av. Anchieta durante a enchente do dia 17/02/2003. Data 18/02/2003.

#### **6.4.2. Médio Curso**

Em função das conseqüências sociais dos impactos, o médio curso da bacia, destaca-se negativamente. Suas particularidades ambientais e habitacionais começam a ser notadas já no encontro dos córregos da Orosimbo e Proença, onde se forma o ribeirão Anhumas.

Na confluência do córrego do Proença com o da Orosimbo Maia, formadores do ribeirão Anhumas, verifica-se um descaso público e privado, evidenciado nas condições naturais e de infra-estrutura do local. A confluência tornou-se uma depressão degradada e poluída, onde a avenida Norte/Sul tem continuidade através de dois pontilhões que passam sobre o local. A área sofre com inundações, resultando no alagamento do comércio local, perdas de veículos e formação de crateras nas vias marginais. Foram notados no local, em um trabalho de campo realizado no dia 10 de fevereiro de 2004, desmoronamento, assoreamento, entulhos, lixo, e a formação de pequenas lagoas com criadouros de insetos, como o vetor da dengue. A Prefeitura Municipal, em 2003, através da remoção da encosta e do leito assoreado, formou uma espécie de “piscinão” para conter o aumento do volume e da velocidade da vazão fluvial na ocorrência de chuvas intensas (fotos 5 e 6).

O estado de degradação se acentua a jusante, onde as áreas marginais e os fundos de vale, além de estarem degradados, sem a vegetação ciliar e poluídos, possuem um outro agravante: estão ocupados por populações de diferentes classes sociais. Onde, para muitos, devido às condições habitacionais e ambientais precárias dessas áreas, o risco de inundações acaba sendo um agravante a mais, na sua já comprometida qualidade de vida.

A jusante, logo após a confluência que forma o Anhumas, localiza-se uma das áreas de risco ocupada, mapeada por Briguenti (2001). A área, em função de suas características, ilustra o problema habitacional e de saneamento enfrentado pelas comunidades que ocupam as margens do Anhumas. A ocupação, com cerca de 531 famílias, recebe o nome de Favela Guaraçaí, na rua Natividade, Jardim Flamboyant (próximo à Escola Americana). Existe para o local, por parte da Cohab, um projeto de reurbanização da favela, com a construção de prédios para os moradores que estão residindo na margem direita do ribeirão. Verificou-se, nos trabalhos de campo, que a ausência da vegetação ciliar provoca a deterioração do revestimento do córrego pela erosão pluvial e fluvial.



**Foto 5.** Confluência do córrego Proença com o córrego da Orosimbo Maia , no início do ribeirão Anhumas: assoreamento, degradação e risco de inundações. Data:10/02/2004.



**Foto 6.** Erosão provocada pela enchente do dia 17/02/2003 no início do ribeirão Anhumas (Via Norte/Sul). Data 18/02/2003.



**Foto 7.** Área atingida pela enchente do dia 17/02/2003, próxima à confluência do Anhumas com o córrego Brandina. Data: 18/02/2003.

Seguindo o ribeirão, encontramos os condomínios Guararapes (margem esquerda) e Marcondes Filho (margem direita), sendo ocupados por residentes de classe média. Estão localizados em áreas de planícies fluviais e propícios a sofrerem impactos pluviais. O último, frequentemente atingido, localizado próximo à avenida Nossa Senhora de Fátima, foi construído em área onde o ribeirão sofreu alteração em curso original, na década de 1970 (foto 7).

Duzentos metros abaixo, na margem direita do Anhumas, localiza-se a foz do córrego Brandina (foto 8), que drena a região do *shopping-center* Iguatemi e de bairros densamente povoados como a Vila Brandina e o Parque Brasília, junto da avenida Carlos Grimaldi. Na confluência com o Anhumas, é possível observar um aumento no volume da contribuição fluvial deste importante afluente, principalmente com a ocorrência de eventos extremos. Na confluência deste córregos com o Anhumas, foram constatados: assoreamento, com a formação de um grande banco de areia; alagamento de vias, residências e campos de futebol marginais, e, inclusive, sinais de desmoronamentos de barracos próximos à rua Dona Luiza de Gusmão, levados pela enchente de 17/02/2003.

Próximo ao local, na margem esquerda do ribeirão, encontra-se a foz da lagoa do Taquaral. O córrego que passa pela lagoa do Taquaral vem do bairro da Vila Nova, onde há muitas nascentes, desce pela avenida Imperatriz Leopoldina por galerias de águas subterrâneas. Depois da lagoa do Taquaral, no antigo curso do córrego, estão em andamento obras de reestruturação da praça Arautos da Paz. Por ser este um local mais limpo, peixes podem ser encontrados na confluência com o Anhumas.

Uma das áreas mais atingidas pelas enchentes localiza-se a jusante em área ao longo da rua Luiza de Gusmão e da rua Moscou. As ruas estão localizadas respectivamente na Vila Nogueira e no Parque São Quirino. Este conjunto de ocupações ao longo da margem esquerda do ribeirão é conhecido como favela Moscou, apesar de possuir subdivisões com distintos nomes dentre os moradores locais. Denominações, tais como: Gusmão, Tubão, Pichão, Moscou, Dom Bosco, Cafezinho, Gêneses. Em tal área há uma densa concentração de moradores, com muitas residências, em áreas de risco próximas à margem do ribeirão frequentemente atingidas. O conjunto de ocupações começa ao longo da rua Dona Luiza de Gusmão e vai até a ocupação denominada Gênesis, próxima à rodovia D. Pedro totalizando cerca de 800 famílias.



**Foto 8.** Via marginal ao córrego Brandina, após a enchente de 17/02/2003. Data 18/02/2003.

No início da rua Luiza de Gusmão, onde vários barracos caíram no evento de fevereiro de 2003, o local agora é usado para horta. Consta-se um grande volume de esgoto, proveniente principalmente do Jardim Conceição. Neste trecho são verificados barracos de ambos os lados do ribeirão e bancos de areia na margem direita.

Continuando pela rua Dona Luiza de Gusmão, encontra-se na margem esquerda a ocupação conhecida como favela do Tubão, em referência ao cano de adutora de água da Sanasa, que vinha de Sousas. No local também se encontrava uma passarela bastante utilizada pelos moradores. Ambos foram rompidos e levados pelas águas na enchente do dia 17 de fevereiro de 2003. Cabe ressaltar que foram reconstruídos, sendo inaugurados em dezembro de 2003 (foto 9).

Verificam-se, na área lançamento de esgoto, vindo do bairro Vila Madalena, barracos caídos, chiqueiro de porcos e cavalos criados pelos moradores locais. Ainda na rua Dona Luiza de Gusmão, encontra-se um paredão de 200 metros de comprimento de entulho grosso, que resistiu ao evento do dia 17/02/2003. O paredão feito pela AR3, com a ajuda dos moradores locais, permite a existência de uma rua às margens do ribeirão (foto 10).

Neste local, verifica-se a existência de barracos sobre aterros de lixo e entulho. Associados a estas condições, constata-se erosão e desbarrancamentos no local (foto 11). No ano de 1990 já houve, por parte da Prefeitura, a remoção de moradores de barracos locais. A área recebe o despejo de um grande volume de entulho. As residências de alto padrão, localizadas do outro lado da rua Dona Luiza de Gusmão, na Vila Nogueira, contrastam com as condições dos barracos e as ruelas da favela.



**Foto 9.** Adutora de água da Sanasa: favela Tubão ao longo do Anhumas. Data: 10/02/2004.



**Foto 10.** Ao fundo, catadores de lixo reciclável. Favela entre a rua Luiza de Gusmão e o ribeirão Anhumas. Data: 03/05/2003.



**Foto 11.** Ribeirão Anhumas: aterro e ocupação ao longo da rua Luiza de Gusmão. Data 25/11/2002.

No final da rua Dona Luiza de Gusmão, localiza-se a sede da Associação de Moradores do Parque Social Isa ou Centro Comunitário Vila Isa. Agora as ocupações ao longo da margem esquerda do rio têm continuidade através da rua Moscou que, seguindo paralela ao ribeirão Anhumas, é o acesso ao transporte, à energia e à coleta de lixo dos moradores. Nesse local, a favela, denominada Pichão (em referência ao antigo lugar onde a prefeitura despejava materiais como piche para asfalto), ganha destaque pelas más condições das moradias, por anualmente seus moradores sofrerem prejuízos com as inundações e pelo grande acúmulo de lixo orgânico, não-orgânico e inclusive animais mortos jogados pelos próprios moradores na margem do rio. Nesse local foi realizado, junto com a população, o evento Pró-Anhumas para chamar a atenção ao problema do lixo (foto 12).

Em frente, na margem direita do ribeirão, foram plantados eucaliptos, que, segundo os moradores locais, servem como uma “cortina” para que os moradores e frequentadores dos condomínios de alto padrão e do *shopping-center* não tenham visão deste “outro lado” da cidade (foto 13).

Há uma área de estrangulamento entre o ribeirão e o muro da fazenda de José Bonifácio Nogueira Coutinho, mas essa faixa não foi desapropriada. Neste local havia esgoto a céu aberto, e onde, também, o nível da margem foi levantado com entulho grosso.

Continuando pela favela Moscou, próximo à ADPM (Clube da Polícia Militar), na margem esquerda do ribeirão das Anhumas, deságua galeria de águas pluviais que tem ligações clandestinas de esgoto ao longo do seu curso. Vem do Núcleo Getúlio Vargas e deverá ocorrer um aumento da canalização para atender à área. Na margem direita, 30m à montante da ADPM, há outra saída de esgoto. Neste ponto há reflorestamento de eucalipto na margem direita, em terraço fluvial. Na margem esquerda, a planície fluvial tem aproximadamente 25m largura e é ocupado com barracos. Também há lançamento de esgoto e saída de águas pluviais vindas do Condomínio Vale Verde, com a galeria desaguando em céu aberto em meio aos eucaliptos e depois para o rio. O acesso a essa área da margem direita se dá junto ao condomínio, situado entre o Jardim Elídia e o Jardim Conceição, por rua asfaltada que vai para a estação Anhumas.



**Foto 12.** Coleta de lixo na margem do ribeirão Anhumas no mutirão do “Pró-Anhumas”. Data: 21/06/2003.



**Foto 13.** Lixo deixado pela enchente, margem direita do Anhumas, próximo à Moscou. Eucaliptos: “cortina natural”. Data 18/02/2003.



**Foto 14.** Ocupação regularizada Dom Bosco na margem esquerda do Anhumas. Data: 05/04/2004.

Seguindo a rua Moscou, à sua esquerda se encontra o condomínio de alto padrão Alto São Quirino, que possui aproximadamente sete alqueires de reserva de mata nativa, separada com um muro de cinco metros da contrastante realidade dos moradores localizados do outro lado da rua. À jusante, encontramos o início do Núcleo Residencial Dom Bosco, área urbanizada à margem esquerda do Anhumas com titulação regularizada pela prefeitura (foto 14). A área possui ruelas asfaltadas e casas com um melhor padrão que os barracos observados anteriormente, e também sofreu com as cheias ocorridas no dia 17/02/2003.

Nas proximidades do local se encontra o Bosque Chico Mendes, a passarela sobre o Anhumas e o campo de futebol do Cafezinho, além do Núcleo Residencial Cafezinho.

Na margem direita, encontra-se uma fábrica de sabão e glicerina (foto 15). Nessa fábrica há emissão de gases por chaminés verticais (emissão contínua) e laterais (emissão intermitente). Moradores relatam que esses gases provocam problemas de estômago (azia), especialmente nas crianças, e ardor nos olhos (sentido pela própria equipe durante a caminhada realizada no local). Também foi relatado pelos moradores que durante a noite a indústria faz descarga química no rio e no ar. Os dutos para tal emissão estão expostos na margem do rio. Tal fato foi relatado por uma moradora que reside próximo ao local.

Próximo à fábrica, à jusante, na margem esquerda do ribeirão Anhumas está o Núcleo Residencial Gênesis (foto 16). Essa ocupação, que se inicia logo após o campo de futebol do Cafezinho, se estende até as margens da rodovia D. Pedro I, e representa a última ocupação irregular às margens do ribeirão. A área se destaca pela quantidade e condições das moradias devido ao padrão social da população e também por possuir uma ampla visão pela rodovia D. Pedro I, ou do supermercado Carrefour. Essa paisagem degradada descrita até aqui, com freqüentes impactos nos fundos de vale, fica exposta aos olhos da cidade através da ocupação Gênesis, que está sobre um aterro de uma antiga deposição de lixo que havia no local. Nesse local, na margem direita do Anhumas, próximo à ponte da rodovia D. Pedro I, verifica-se um aterro, aparentemente de terra e lixo, com 4m acima do terraço fluvial natural, cuja responsabilidade, segundo moradores, é da fábrica de sabão. Nessa margem o aterro está sendo expandindo na direção do rio, nivelado com a altimetria das habitações do Gênesis. Na ponte da rodovia D. Pedro I sobre o Anhumas, verifica-se, na margem esquerda, problemas de erosão acentuada nas encostas, nas margens do ribeirão e na própria sustentação da fundação da ponte.



**Foto 15.** Indústria Campineira de Sabão e Glicerina, localizada na margem direita do ribeirão Anhumas, próxima à rod D. Pedro I e à favela cafezinho: poluição e mau cheiro aos moradores locais. Data 25/11/2002.



**Foto 16.** Ocupação Gênesis ao lado da rodovia D. Pedro I na margem esquerda do ribeirão Anhumas. Data: 25/11/2002.



**Foto 17.** Tubulação do Córrego São Quirino, Parque Imperador: área de risco de inundações. Data:05/04/2004.

Um aspecto marcante do médio curso da bacia do ribeirão Anhumas, além das ocupações irregulares, regularizadas e das áreas de risco, é o lixo. Com o comprometimento da qualidade de vida do ambiente, contribuindo para o mau cheiro, a proliferação de vetores de doenças e de insetos indesejáveis e sérias conseqüências ao aspecto paisagístico, o acúmulo do lixo também acarreta outro agravante: o aumento no risco das cheias, devido à quantidade de resíduos das mais variadas espécies e tamanhos nos canais, que comprometem sua vazão e aumenta o risco das inundações à jusante.

Após o cruzamento com a rodovia Dom Pedro I, está sendo construída pela Sanasa a Estação de Tratamento de Esgoto Anhumas, localizada no parque Imperador. A ETE, quando concluída, irá tratar cerca de 27% do esgoto do município.

O Parque Imperador, último bairro do médio curso, está localizado próximo ao córrego São Quirino afluente na margem direita do ribeirão Anhumas, e possui habitações de classe média. Esta área foi muito atingida na enchente do dia 17/02/03, ocorrendo mortes no bairro. As inundações ocorreram principalmente em função do rompimento de represas artificiais localizadas à montante em áreas rurais próximas e pela pequena dimensão de tubulações que passam pelo aterro da ferrovia, para comportar a vazão (foto 17).

#### **6.4.3. Baixo curso**

O Baixo curso, localizado predominantemente no norte da bacia, caracteriza-se por constituir uma importante tendência de crescimento e desenvolvimento do município de Campinas. Gradualmente os bairros rurais, sítios e chácaras dão lugar aos novos loteamentos e condomínios fechados. O processo de urbanização e o padrão de ocupação verificados no baixo curso da bacia ocorrem, principalmente, pela valorização das terras que a localização de pólos tecnológicos, universidades, áreas industriais e estabelecimentos comerciais de grande porte proporciona.

Dentre estes atrativos, podemos citar as universidades Unicamp e Puc -Campinas, o centro de Pesquisa CPqD, a rodovia Ademar P. de Barros (“Estrada pra Mogi-Mirim”), a estrada da Rhodia, dentre outros. Diante da proximidade, o Distrito de Barão Geraldo se destaca, consolidando um rápido crescimento urbano, paralelamente à alta valorização de suas terras. Neste processo, cabe destacar alguns bairros, como: cidade Universitária, Guará, Vale das Garças, Condomínio Ribeirão das Pedras, dentre outros.

A planícies fluviais do baixo curso caracterizam-se por amplos e extensos vales, representam cerca de 80% da área total das planícies fluviais da bacia e 4% da área total da bacia, tendo maior representatividade espacial em relação as planícies do alto e médio curso. Por sofrer inundações sazonais, são terrenos inadequados à ocupação humana. Entretanto, alguns trechos dessas áreas estão ocupados e outros em processo de loteamento.

É importante ressaltar que, em função dos atuais níveis de urbanização e impermeabilização, juntamente com a falta de áreas verdes que a bacia possui (principalmente o alto curso), é extremamente importante que a ocupação do baixo curso seja pautada por critérios que considerem aspectos hídricos da bacia como um todo.

Devido ao estágio de crescimento e de ocupação do solo, pode-se adotar um planejamento da ocupação de forma a prevenir problemas futuros e a degradação de suas características naturais e sociais, quando ainda é viável, por constituírem áreas de intervenções menos consolidados, quando comparadas à outras áreas da bacia.



**Foto 18.** Unicamp: Relevo com formas amplas e suaves no baixo curso. Data 25/01/2005.



**Foto 19.** Vale das Garças: Extenso vale do ribeirão no seu baixo curso. Data 05/04/2004.

## 6.5. Ocupação Urbana Atual

As classes foram divididas em: Urbanizado, Não urbanizado, Áreas verdes/parques e Lagoas/represas. Em função dos diferentes graus de ocupação urbana verificados na bacia, optou-se em subdividir a classe Urbanizado em: Densamente edificado, Densamente urbanizado e Mediamente urbanizado (tabela 1). Através do mapeamento da ocupação urbana, espacializou-se a ocupação no alto, médio e baixo curso da bacia (tabela 2). Com a interpretação dos dados, percebeu-se a tendência de impermeabilização e verticalização do alto curso da bacia e a tendência do processo de urbanização para o norte da bacia (baixo curso).

A análise dos dados permitiu constatar que a bacia do ribeirão Anhumas possui praticamente 50% de sua área urbanizada. Contrastando com este percentual, as áreas verdes e lagos somam apenas 5% da área total.

Esses valores, analisados considerando a subdivisão da bacia em alto, médio e baixo curso, verificou-se que o alto curso possui cerca de 80% de sua área impermeabilizada, o médio curso 45% e o baixo curso com 30% de sua área urbanizada, deste 30%, ressalta-se que aproximadamente 9% representa áreas com urbanização menos consolidadas (classe: mediamente urbanizado). Diante de tais dados, cabe destacar que o alto curso concentra a tendência do processo de verticalização, onde está localizada a região central da cidade de Campinas.

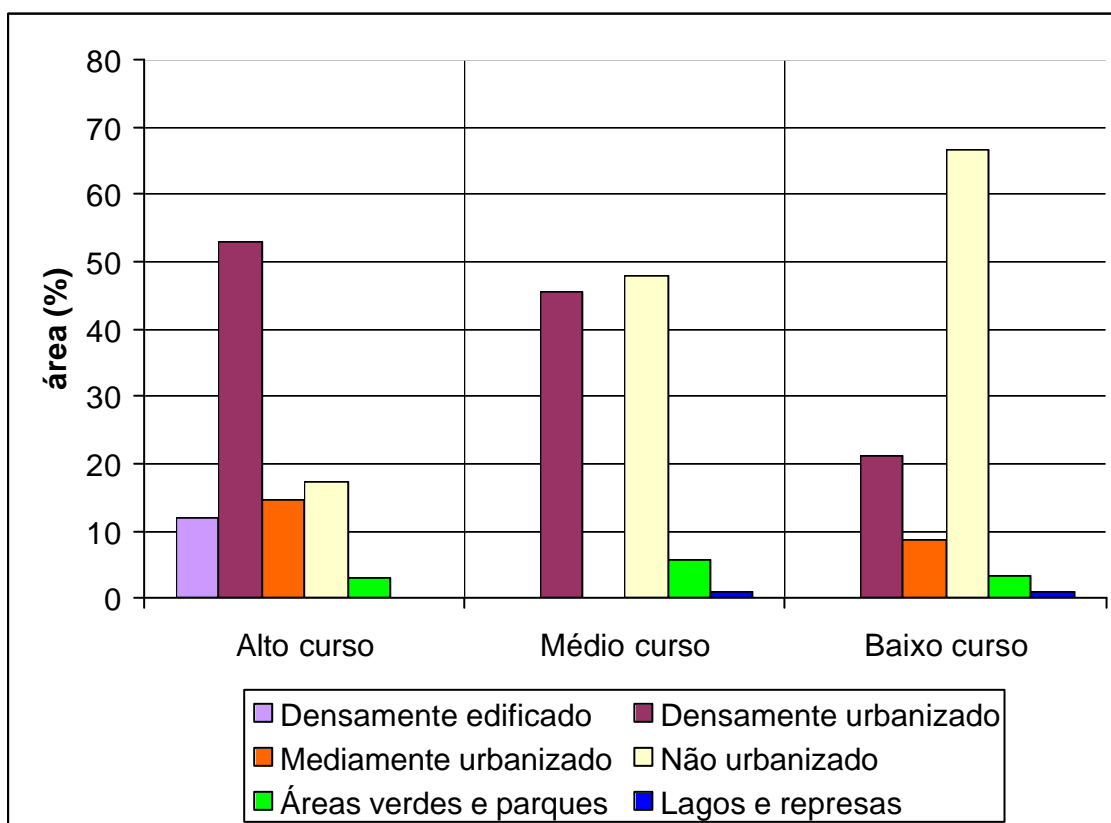
Estes aspectos podem ser visualizados com as porcentagens de ocupação urbana de cada curso, representadas no gráfico que segue (figura 7).

**Tabela 1.** Representatividade das classes de ocupação urbana na bacia do ribeirão Anhumas.

Classes / Ocupação	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Densamente edificado	4,2	2,7
Densamente urbanizado	51,2	34,0
Mediamente urbanizado	13,1	8,7
Não urbanizado	74,0	49,2
Áreas verdes e parques	6,5	4,3
Lagos e represas	1,2	0,8
TOTAL	150,2	100

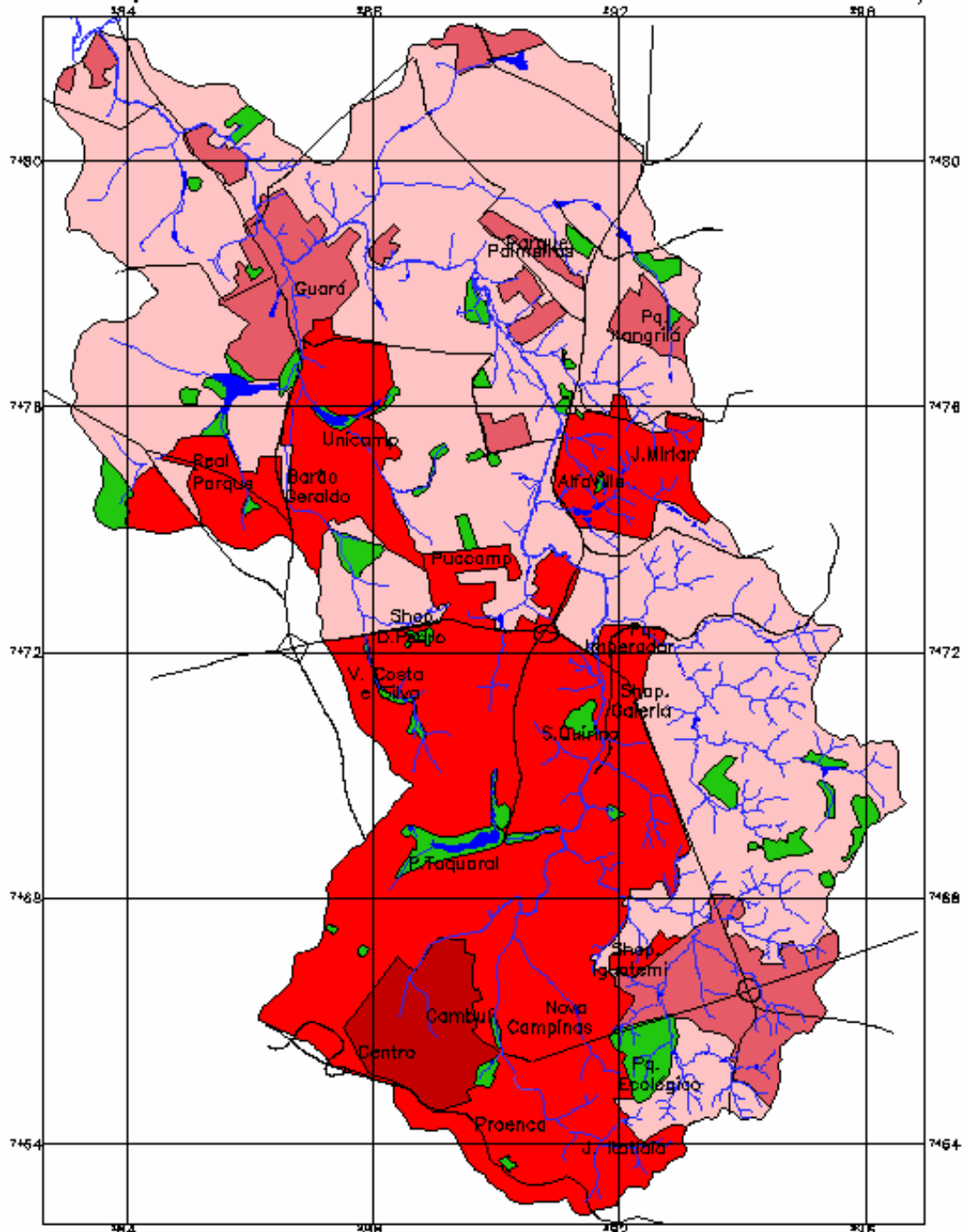
**Tabela 2.** Representatividade das classes de ocupação urbana subdivididas pelos cursos da bacia do ribeirão Anhumas.

CLASSES / USO	ALTO CURSO			MÉDIO CURSO			BAIXO CURSO		
	área(km <sup>2</sup> )	área(%)	%(bacia)	área(km <sup>2</sup> )	área(%)	%(bacia)	área(km <sup>2</sup> )	área(%)	%(bacia)
Densamente edificado	4,2	11,8	2,7	0	0	0	0	0	0
Densamente urbanizado	19,3	53	12,9	15,5	45,6	10,3	16,7	21,3	11,3
Mediamente urbanizado	5,3	14,5	3,7	0	0	0	8,1	8,8	4,7
Não urbanizado	6,3	17,3	2,7	16,5	48	10,9	51,8	66,7	35,5
Áreas verdes e parques	1,3	3,6	2	2,0	5,8	1,3	3,09	3,3	1,7
Lagos e represas	0,1	0,1	0	0,3	0,9	0,2	0,8	1	0,5
TOTAL	36,4	100	24,3	34	100	22,6	79,8	100	53,2



**Figura 7.** Gráfico da representatividade da ocupação urbana no alto, médio e baixo curso da bacia do ribeirão Anhumas.

# OCUPAÇÃO URBANA – BACIA DO RIBEIRÃO ANHUMAS – CAMPINAS/SP



## Legenda

- Urb/Verticalizado
- Urbanizado
- Em urbanização
- Não urbanizado
- vias
- Lagos e represas
- Áreas verdes

0,9 0 0,9 1,8 2,7 3,6 km

Escala 1:90000  
Projeção UTM

Elaborado por:  
Ederson C. Briguenti

Fonte:  
Imagem Landsat  
Set/1989

## 6.6 Aspectos físicos da bacia

### 6.6.1 Declividade

O fator da declividade mostra-se diretamente ligado à ocorrência de impactos ambientais. Quanto maior se caracterizar o declive do terreno, maior será a velocidade do escoamento da água sobre esta superfície, e conseqüentemente, maior sua instabilidade. As áreas adjacentes com menor declividade, por sua vez, serão vítimas do problema da sobrecarga do escoamento das águas, favorecendo o seu acúmulo e potencializando impactos ambientais.

Para Tricart (1957, citado por Casseti, 1991), a vertente *“constitui o elemento dominante do relevo na maior parte das regiões, apresentando-se, portanto, como forma de relevo mais importante para o homem”*. Christofolletti (1974), sustentando esta idéia, afirma que *“vertentes representam um dos mais importantes setores da pesquisa geomorfológica, englobando a análise de processos e formas”*.

Tal importância se dá em função de, conceitualmente, as vertentes serem modeladas por processos (atuantes no presente e no passado) de intemperismo, movimentação de massa, escoamento pluvial e ação biológica. Estes processos possuem uma dinâmica própria, entretanto são elementos sistêmicos que se inter-relacionam e refletem um conjunto maior.

Desta forma, as diferentes declividades de uma superfície mostram-se representativas, pois resultam da influência e interação de forças entre elementos e processos endogenéticos (interior da Terra) e exogenéticos (atmosfera), interagindo no sistema morfogenético de modo a produzir as formas da superfície terrestre.

Declividade é a inclinação da superfície do terreno em relação ao plano horizontal. Considerando um modelo numérico de terreno (MNT) de dados altimétricos extraídos de uma carta topográfica e traçando um plano tangente a esta superfície num determinado ponto (P), a declividade em P corresponderá a inclinação deste plano em relação ao plano horizontal.

Sendo assim, as diferenças de declive de um relevo representam categorias particulares de uma paisagem, pois identificam e caracterizam as diferentes formas e

processos atuantes (representados pelo domínio do escoamento superficial em relação aos demais processos) e materializam as relações das forças produtivas e as transformações que compõem a paisagem.

Somado a estas considerações, o fator declividade ganha importância como elemento central na espacialização das unidades do geossistema (mais do que o fator tipos de solo), pelo fato de a bacia pesquisada possuir cerca de 50% de sua área urbanizada, estando estas áreas praticamente impermeabilizadas (ausência de infiltração) por ruas, casas, quintais, calcadas, etc. Diante de tais condições o escoamento superficial destaca-se em estudos que envolvam a compreensão das condições e impactos ambientais. Representando a topografia do terreno, através da classificação da declividade, abordam-se conseqüentemente, suas relações processuais e derivações antrópicas.

Foram adotadas para o estudo da bacia do Anhumas as seguintes classes e cores:

- A - 0 a 3 % (Verde claro)
- B - 3 a 6 % (Verde)
- C - 6 a 12 % (Verde escuro)
- D - 12 a 20 % (Laranja)
- E - 20 a 45 % (Vermelho)
- F - > 45 % (Preto)

Estas classes foram definidas conforme a sua capacidade de uso. Ressalta-se que neste trabalho estas classes são caracterizadas e adaptadas para especificidade do uso urbano da bacia do Anhumas.

A capacidade de uso dessas classes de declividade foi proposta por Lepsch *et al*, (1991) e serão detalhadas abaixo:

**A:** Formada por áreas planas ou quase planas, onde o escoamento superficial ou enxurrada é muito lento ou lento. O declive do terreno, por isso, não oferece nenhuma dificuldade ao uso de máquinas agrícolas; não existe, também, erosão hídrica significativa, exceto, possivelmente, em vertentes cujas rampas sejam muito longas e com solos altamente suscetíveis à erosão quando recebem enxurradas de áreas vizinhas situadas à montante e de áreas mais íngremes.

**B:** Compreende áreas com declives suaves, nos quais, na maior parte dos solos, o escoamento superficial é lento ou médio. Os declives por si só não impedem ou dificultam o trabalho de qualquer tipo de máquina agrícola mais usual. Em alguns tipos de solos com esses declives, a erosão hídrica não oferece nenhum problema; em muitos deles, práticas

simples de conservação são necessárias, enquanto em solos muito erodíveis e com comprimentos de rampa muito longos, proteções com práticas complexas podem ser necessárias, tais como sistema de terraços e faixa de retenção.

**C:** Áreas com superfícies inclinadas, geralmente com relevo ondulado, nas quais o escoamento superficial, para a maior parte dos solos, é médio ou rápido. O declive por si só, normalmente, não prejudica o uso de máquinas agrícolas. Em alguns casos, a erosão hídrica oferece poucos problemas ou então pode ser controlada com práticas simples; na maior parte das vezes, no entanto, práticas complexas de conservação do solo são necessárias, para que terras com este declive possam ser cultivadas intensivamente.

**D:** Compreende áreas muito inclinadas ou colinosas, onde o escoamento superficial é rápido na maior parte dos solos. A não ser que os declives sejam muito complexos, a maior parte das máquinas pode ser usada, mas com dificuldades. Solos desta classe são arenosos, com alguns latossolos. Normalmente áreas com este tipo de declive devem ser utilizadas para cultivos perenes, pastagens ou reflorestamento.

**E:** Representada por áreas fortemente inclinadas, cujo escoamento superficial é muito rápido na maior parte dos solos. Somente máquinas agrícolas especiais ou mais leves podem ser usadas, e, assim mesmo, com dificuldades.

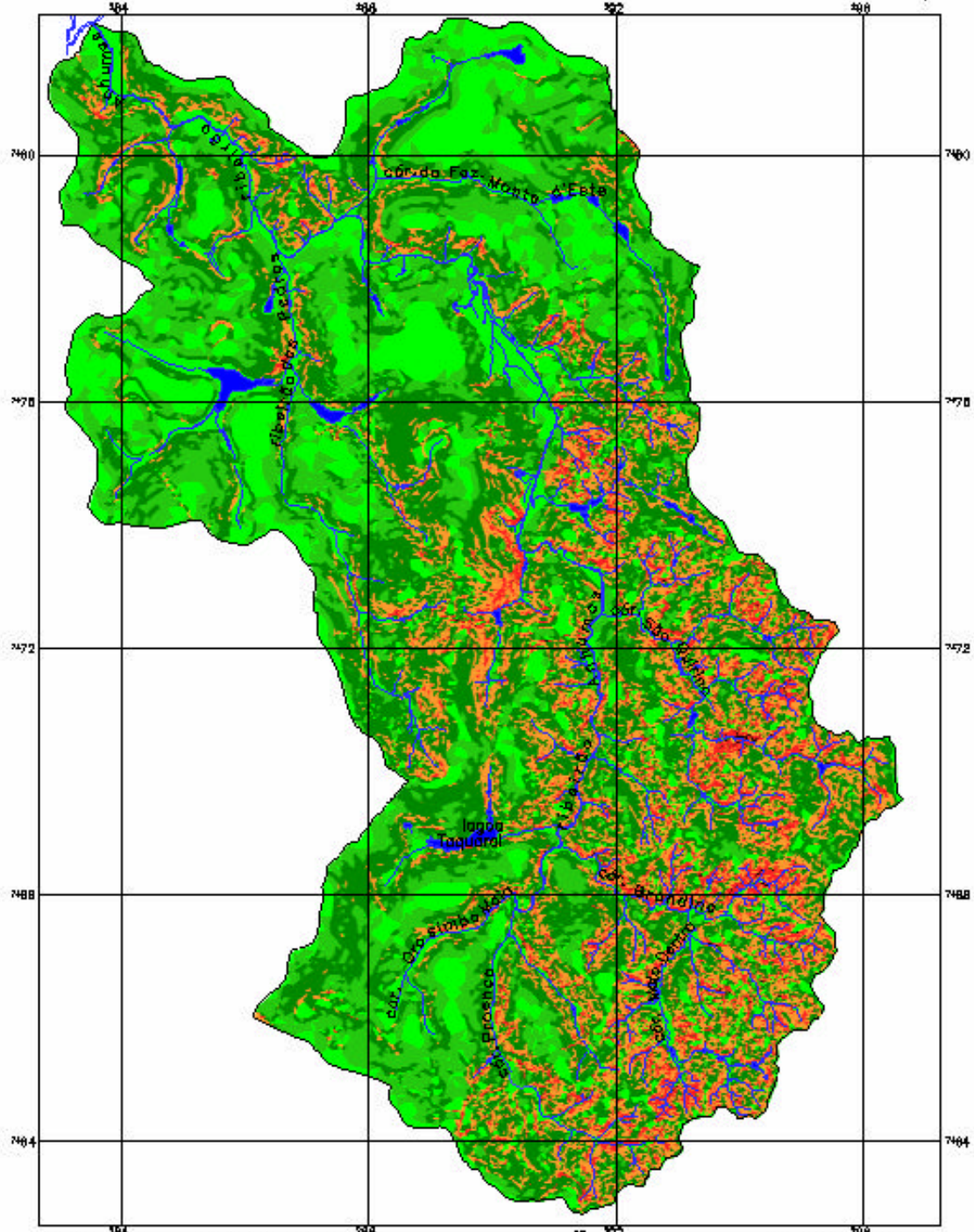
**F:** Constituída por áreas íngremes, de regiões montanhosas onde praticamente nenhum tipo de máquina agrícola pode trafegar. O escoamento superficial é sempre muito rápido, e os solos, extremamente suscetíveis à erosão hídrica.

Acrescenta-se a esta proposta, a definição de faixas classificadas pelo IPT (1991):

- 0 a 15: inclinação máxima longitudinal tolerável nas vias para circulação de veículos.
- 15 a 30: sendo 30% a declividade máxima prevista, em lei, para o parcelamento do solo.
- 30 a 45: sendo 45% o limite de declividade aceitável para a ocupação.
- Acima de 45%.

Priorizando uma observação empírica e o mapa de declividade, nota-se que áreas urbanas da bacia, os principais locais que possuem em seu entorno declividade acentuada, são áreas onde se verifica a ocorrência de inundações. Acrescenta-se a este fato o agravante do grau de impermeabilização. Algumas dessas áreas localizam-se no córrego do Proença, no córrego Brandina e no médio curso do ribeirão Anhumas. Predominam na bacia do Anhumas declives fracos representados com classes de 0 a 3% e de 3 a 6%.

# DECLIVIDADE — BACIA DO RIBEIRÃO ANHUMAS—CAMPINAS/SP

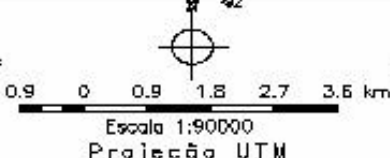


**LEGENDA**

0	— 3%
3-6	— 6%
6-12	— 12%
12-20	— 20%
20-45	— 45%
> 45	— > 45%

Conv. cartográficas

- Lagos e represas
- Canais fluviáteis



Elaborado por:  
Ederson C. Briguenti  
Archimedes P. Filho

Fonte:  
Plano Cartográfico do  
Estado de São Paulo  
1: 10.000

### 6.6.2 Solos

O solo é um dos elementos do meio físico mais importante para estudos de bacias hidrográficas. Além de sua importância no aproveitamento das terras agrícolas e diversos usos em área urbana, também desempenha papel fundamental na recepção, armazenamento e transporte de águas pluviais, que alimentam nascentes e mananciais superficiais e subterrâneos.

O município de Campinas encontra-se numa região de contato entre as rochas cristalinas ácidas do Escudo Brasileiro e as rochas sedimentares da Bacia do Paraná. Além destes dois tipos de terrenos geológicos predominantes, também ocorrem rochas básicas intrusivas e sedimentos mais recentes.

Esta geologia ocasionou a formação de diferentes classes de solos. Esses solos, por sua vez, apresentam diferentes capacidades de suporte às atividades antrópicas. Entretanto, o intenso parcelamento do solo proporcionado pela urbanização ocasiona o problema da impermeabilização dos solos. A concentração de residências, arruamentos, construções e outras ações, como canalização de canais e compactação dos solos, comprometem uma de suas principais funções, permitir a infiltração das águas pluviais, potencializando, assim, impactos ambientais, principalmente nas áreas mais baixas da bacia urbanizada.

O mapa de solos da bacia do ribeirão Anhumas, apresentado neste trabalho, consiste em resultados preliminares, pois as atividades ainda possuem fases de levantamento pedológico semidetalhado. As atividades para o mapeamento dos solos estão sendo realizadas por uma equipe do IAC. Os pesquisadores também realizaram a descrição dos aspectos e propriedades dos solos mapeados.

O mapa de solos e a descrição de suas classes, expostos nas páginas seguintes, constituem os resultados preliminares contidos no relatório da primeira fase do Projeto de Políticas Públicas apresentado à Fapesp.

É importante enfatizar que as características dos solos descritas, proporcionam uma base para os critérios na definição de índices, referentes aos diferentes tipos de solo. Índices que, integrados com outros indicadores, colaboraram no cálculo da avaliação ambiental.

Os solos mapeados e caracterizados na bacia distribuem-se em Latossolos, Argissolos e Gleissolos (GOMES, D. C. H *et al*, 2004):

Os Argissolos (Solos Podzólicos) apresentam textura variável de arenosa a média, em superfície, sobre média e argilosa, em superfície. Sua saturação por bases é, na maioria dos casos, baixa (distróficos), encontrando-se, porém, argilosos com média a elevada saturação do complexo de troca por cátions básicos (solos eutróficos) em áreas de relevo mais ondulado com litologia gnáissica (sudeste da Bacia), em associação com Neossolos Litólicos, e também em áreas com grande influência do diabásio, no noroeste da bacia, próximo à foz do Anhumas no rio Atibaia. Os argilosos na área são em geral profundos e, mais raramente, pouco profundos, estes últimos nas áreas de relevo mais ondulado relacionadas ao embasamento cristalino ou no centro-sul, relacionadas aos ritmitos predominantemente sílticos da formação Itararé. São solos mais freqüentemente bem drenados, quando de textura mais grossa (e.g. arenosa/média) e pequena relação textural B/A mais elevadas. Especialmente devido ao seu relevo predominantemente ondulado, os argilosos estudados apresentam uma moderada susceptibilidade à erosão.

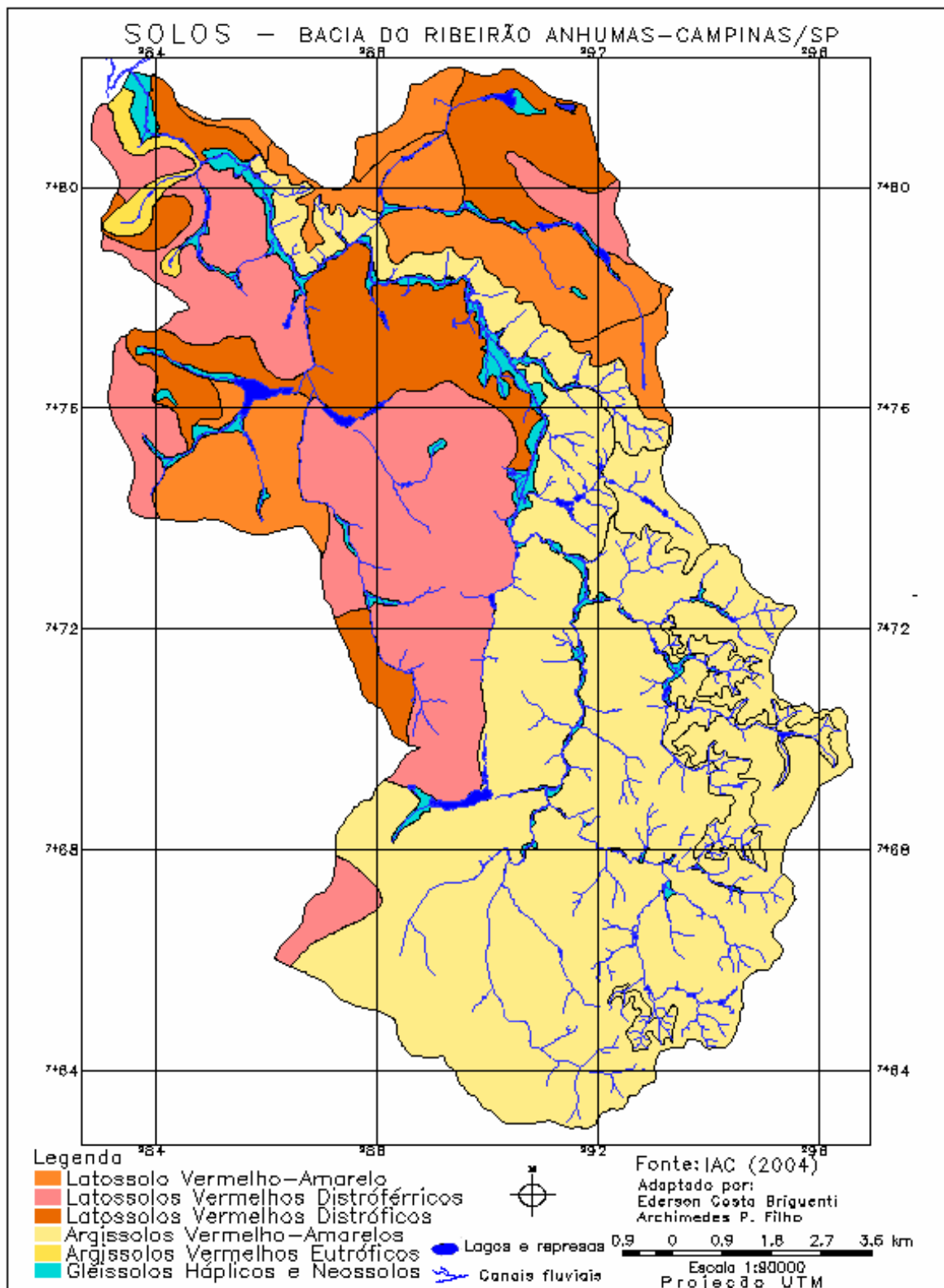
Os Latossolos ocorrem em aproximadamente 45% da área da bacia hidrográfica do ribeirão Anhumas, nas porções centro-oeste, norte e nordeste. Estes solos são acentuadamente drenados (latossolos argilosos) a fortemente drenados (latossolos de textura média) e muito profundos. A saturação por bases é variável, observando-se desde solos com elevada saturação por alumínio (distróficos álicos) até aqueles com saturação por cátions básicos elevada (eutroficos). Os Latossolos eutróficos na área são aqueles cujo material de origem tem maior influência do diabásio e ocorrem na porção centro-oeste da bacia estudada. A textura dos latossolos é mais freqüentemente argilosa, podendo ser encontrados latossolos de textura média no norte e nordeste da bacia, quando influenciados por sedimentos da formação Itararé, e latossolos de textura muito argilosa, quando mais influenciados por materiais originários do diabásio (latossolos vermelhos eutroféricos e distroféricos). Por não apresentarem limitações de drenagem e se situarem em relevos suavizados sua susceptibilidade à erosão é apenas ligeira se adequadamente manejados.

Os Gleissolos ocorrem em aproximadamente 4% da bacia, nas várzeas do ribeirão Anhumas e de seus afluentes, sendo mais freqüentes ao longo do canal principal, principalmente no médio e baixo curso. São solos com elevada variabilidade em suas

*propriedades intrínsecas, tais como profundidade, textura e fertilidade natural. Os gleissolos são bastante importantes sob o ponto de vista do seu aproveitamento em grande parte da estação seca. Por outro lado, os gleissolos são solos problemáticos sob o ponto de vista de despejo de resíduos, que podem contaminar os mananciais superficiais com facilidade, bem como o são para aproveitamentos que impliquem na sua ocupação em caráter contínuo, dado o elevado risco à inundação destas posições da paisagem.*

Resumidamente, podemos enfatizar que encontramos portanto, na área da bacia, solos com diferentes comportamentos, devido suas características físico-químicas, ou seja, solos rasos ou pouco profundos no caso dos Argisolos; com baixa saturação de bases compreendendo Neossolos litólicos; solos profundos, bem drenados e eutróficos quando originados do diabásio (Latosolos) e Gleissolos que são mal ou muito mal drenados com características físicas diversificadas, apresentando sérios problemas relacionados ao uso e ocupação.

O mapa abaixo espacializa as classes dos diferentes tipos de solo que foram descritos acima:



### 6.6.3 Formas do relevo

Através do mapeamento geomorfológico de Campinas, realizado na escala 1:50.000 pelo IPT, foram delimitadas e caracterizadas unidades geomorfológicas para a bacia do Anhumas (Pires Neto et al, 1993). Estas unidades, reconhecidas aqui como unidades de forma de relevo, foram adaptadas e descritas a fim de contribuir na análise das particularidades físicas das unidades sistêmicas.

Segundo Pires Neto *et al* (1993), a bacia do ribeirão Anhumas é constituída por cinco unidades de relevo:

Colinas Amplas: formas amplas e suaves, com vales acumulativos e abertos e densidade hidrográfica baixa. Os perfis das vertentes nesta unidade de relevo são contínuos e retilíneos, com segmentos convexos e curtos em áreas de rochas intrusivas básicas. Possuem planícies de inundação bem desenvolvidas e alagáveis. Estas categorias são bastante favoráveis à ocupação.

Colinas médias e amplas: são constituídas por formas subniveladas com topos alongados e convexos, com vales acumulativos abertos e bem marcados e densidade hidrográfica baixa. Apresentam vertentes com perfis contínuos e retilíneos ocorrendo rupturas de declive negativo no sopé. As planícies são estreitas e bem desenvolvidas. Essas unidades geomorfológicas estão sujeitas ao mesmo tipo de erosão da anterior, podendo ocorrer aqui processos de ravinamento e voçorocamento de média intensidade, sendo pouco susceptíveis à ocupação humana.

Colinas e Morrotes: são formas dissecadas e subniveladas com topos alongados e convexos, vales erosivos-acumulativos abertos e bem marcados. As planícies fluviais são estreitas e bem desenvolvidas com densidade hidrográfica média e padrão subdendrítico.

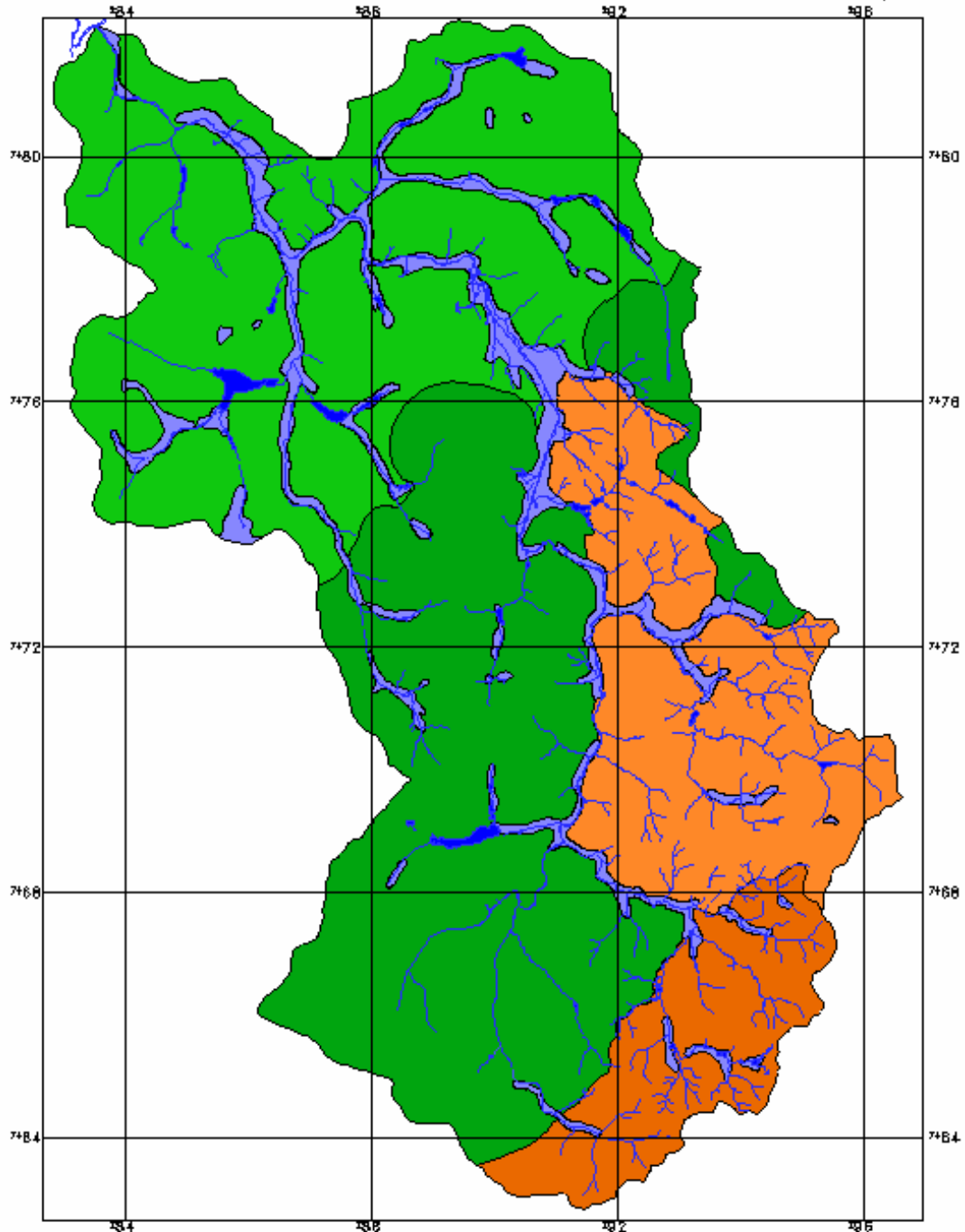
Colinas pequenas e morrotes (CpMT):, caracterizam-se por formas pequenas e subniveladas, com topos estreitos e convexos e perfis de vertentes contínuos, convexos e com rampas curtas. Nessas formas de relevo os vales são erosivos-acumulativos e acumulativos estreitos e bem marcados, apresentando densidade de drenagem média, com padrão subdendrítico e planícies fluviais desenvolvidas. As duas últimas unidades estão sujeitas a erosão laminar e em sulcos. Ocorrem também processos de ravinamento e voçorocamento. É nesses dois tipos de relevo que a ocupação humana na área de estudo

mostra-se mais problemática; porém, dependendo da cobertura dendrítica e das declividades, ainda não apresenta maiores restrições, sendo essas unidades consideradas, do ponto de vista geomorfológico, de pouco a moderadamente sensíveis à ocupação.

Planícies Fluviais (Pf): distribuem-se às margens dos cursos d'água, constituindo formas de deposicionais planas que incluem as planícies de inundação e, ocasionalmente, terraços baixos. São terrenos potencialmente instáveis e inadequados à ocupação humana, pois sofrem inundações sazonais, além da ocorrência de lençol freático superficial, trazendo problemas de inundações às áreas urbanas.

O mapa que segue, espacializa as características das classes das unidades das formas de relevo descritas acima:

# FORMAS DE RELEVO — BACIA DO RIBEIRÃO ANHUMAS—CAMPINAS/SP



## LEGENDA

- Planícies fluviais
- Colinas amplas
- Colinas médias/amplas
- Colinas e morrotes
- Colinas pequenas/morrotes
- Cursos fluviais
- Lagos e represas



0,9 0 0,9 1,8 2,7 3,6 km

Escala 1:50.000

Projeção UTM

Fonte: IG  
1: 50.000

Adaptado por:  
Ederson C. Briquent

#### **6.6.4 Rede de Drenagem**

No que se refere aos diferentes padrões de drenagem da bacia do Anhumas, estes foram caracterizados como base para definição dos índices do geoindicador da qualidade ambiental.

Conforme a disposição espacial dos canais, observam-se dois principais tipos de padrões de drenagem: dendrítica e paralela.

*Paralela*: este tipo de drenagem localiza-se em áreas da bacia do Anhumas onde há presença de vertentes com tendência de declividades pouco acentuadas, proporcionando a ocorrência de um espaçamento mais regular dos canais fluviais. Na bacia, este padrão caracteriza-se pela baixa densidade hidrográfica.

*Dendrítica*: O padrão dendrítico, que pode ser comparado à configuração de uma árvore (onde o curso principal corresponde ao tronco da árvore e o seus afluentes, aos ramos e folhas), é desenvolvido na bacia do Anhumas, principalmente sobre os argissolos (solos podzólicos), possuindo predominância de vertentes com declividades mais acentuadas e relevo ondulado, onde sua densa rede de canais distribuem-se em todas as direções sobre a superfície e se unem formando ângulos agudos.

##### **6.6.4.1. Densidade Hidrográfica**

Para o cálculo da densidade hidrográfica, foi aplicado o conceito de hierarquia à bacia do ribeirão Anhumas, sendo sua rede de canais decomposta em segmentos através das regras do sistema de ordenação. A hierarquia fluvial consiste no processo de se estabelecer a classificação de determinado curso de água no conjunto total da bacia hidrográfica no qual se encontra, a fim de facilitar os estudos morfométricos.

Para o cálculo da densidade hidrográfica da bacia, utilizou-se o número de canais correspondente à quantidade de rios de primeira ordem, pois implica que todo rio surge em uma nascente.

O cálculo da densidade de rios é importante porque representa o comportamento hidrográfico de determinada área, em um de seus aspectos fundamentais: a capacidade de gerar recursos.

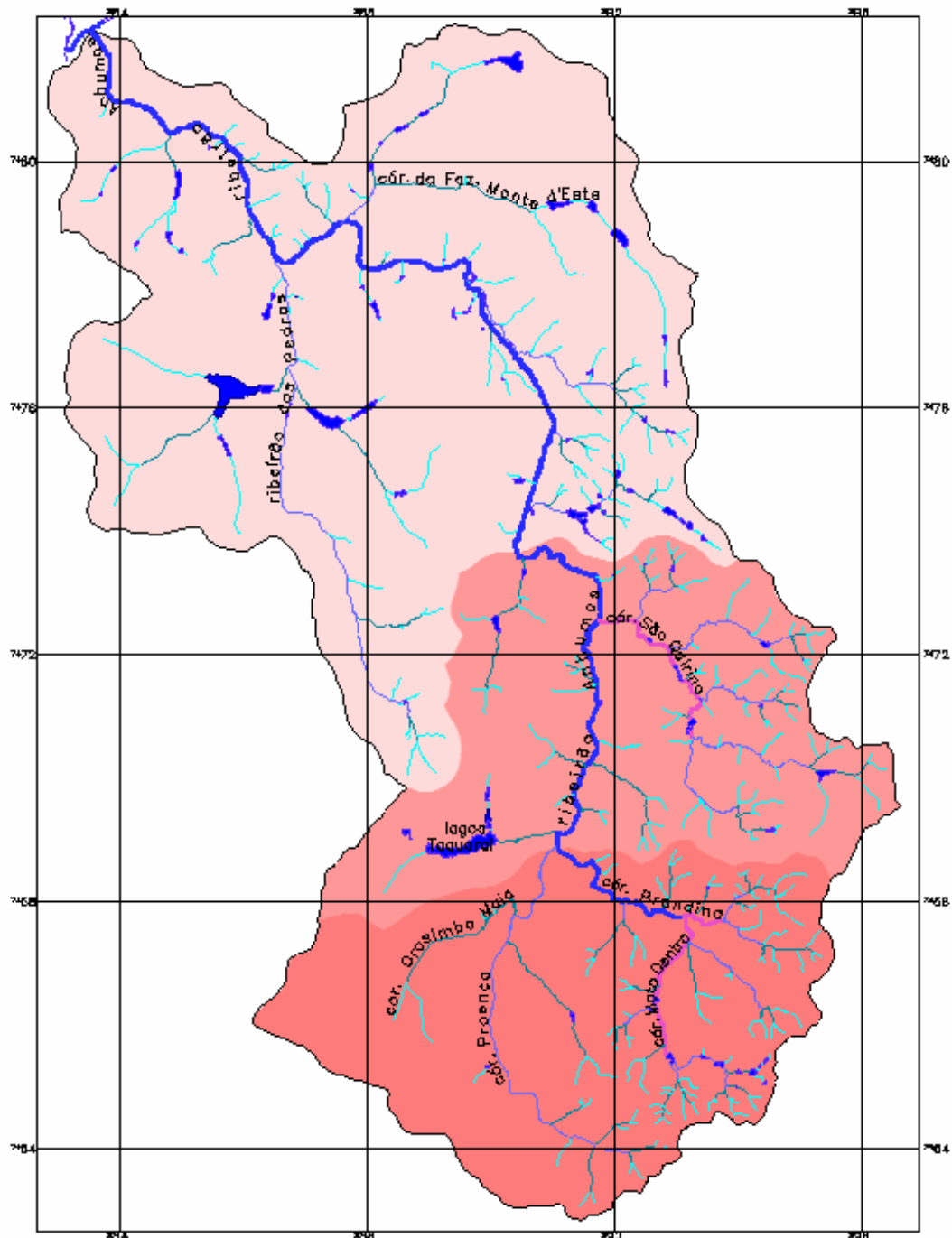
A densidade hidrográfica das diferentes unidades da bacia foi utilizada, neste trabalho, como indicador para se analisar o grau de dissecação do relevo. Segundo Ross (2000), a densidade de rios está relacionada ao grau de rugosidade, podendo ser um indicador da fragilidade natural do relevo de determinada área.

Os cursos d'água de maior ordem em uma bacia hidrográfica possuem maior vazão, pois recebem a contribuição hídrica de vários afluentes e, conseqüentemente, o escoamento superficial das áreas drenadas por esses afluentes. Sendo os cursos d'água os principais e mais dinâmicos veículos de importantes impactos, quanto mais próxima uma área estiver de um córrego, maior possibilidade ela terá de ser atingida pelas cheias.

Realizada a hierarquização de seus canais, demonstrou-se que a bacia de drenagem do ribeirão Anhumas constitui uma bacia de 5<sup>a</sup> ordem.

Os alto, médio e baixo cursos da bacia, assim como a ordem dos canais que formam a rede de drenagem da bacia do ribeirão Anhumas, são demonstrados no mapa que segue abaixo:

# HIDROGRAFIA – BACIA DO RIBEIRÃO ANHUMAS – CAMPINAS/SP



## LEGENDA

- Ato curso
- Médio curso
- Baixo curso
- Lagos

## Ordem dos Canais

- 1a. ordem
- 2a. ordem
- 3a. ordem
- 4a. ordem
- 5a. ordem

0,9 0 0,9 1,8 2,7 3,6 km



Escala 1:90000  
Projeção UTM

Elaborado por:  
Ederson C. Brígenti  
Archimedes P. Filho

Fonte:  
Plano Cartográfico do  
Estado de São Paulo  
1: 10.000

## 6.7. Modelo Numérico do Terreno

O Modelo Numérico do Terreno (MNT), ou Modelo Digital da Superfície (MDS), consiste numa representação matemática digital de uma superfície. Este modelo de representação digital é gerado a partir de coordenadas tridimensionais  $x$ ,  $y$  e  $z$ . As cotas  $x$  e  $y$  referem-se à posição geográfica no espaço e a cota  $z$ , à elevação de sua superfície. Esse conjunto de cotas é chamado de amostras 3D. Camara & Medeiros (1996) conceituam o MNT como “*um modelo matemático que reproduz uma superfície real*”.

Através do MNT, foi possível produzir um conjunto valioso de informações e representações numéricas (imagem sombreada, perfil, modelo 3D) e temáticas (hipsometria e declividade). Estas informações foram imprescindíveis na caracterização e representação dos aspectos do relevo, auxiliando o mapeamento das unidades do geossistema.

### 6.7.1. Hipsometria

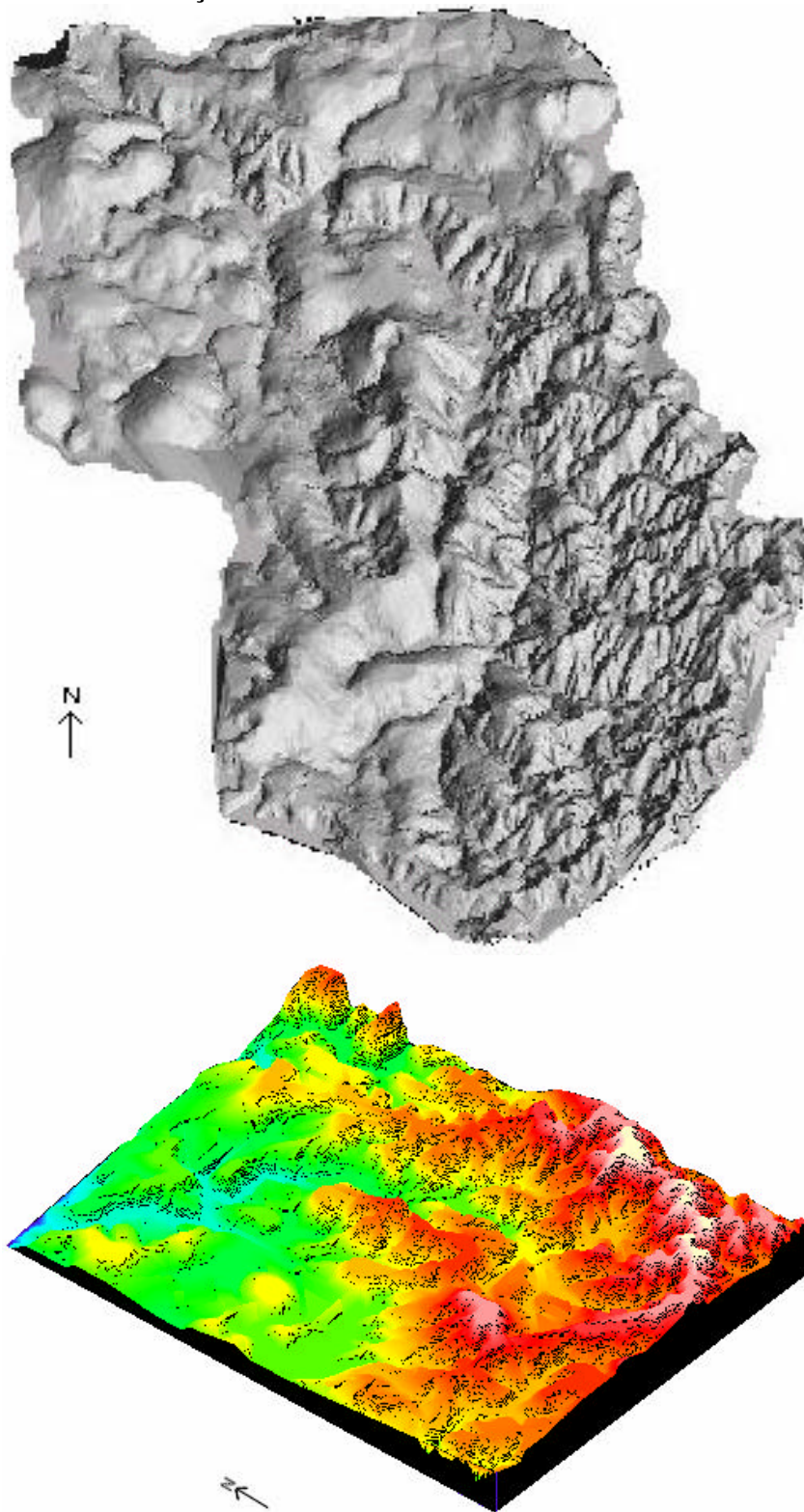
A hipsometria preocupa-se em estudar as inter-relações existentes em determinada unidade horizontal de espaço, referente a sua distribuição, tendo como base às faixas altimétricas, indicando assim, a proporção ocupada por determinada área da superfície terrestre em relação às variações altimétricas a partir de determinada isoípsa base (Christofolletti, 1980 p.117).

O mapa hipsométrico foi gerado, como já explicado anteriormente, a partir da reclassificação do modelo numérico do terreno, baseado nas curvas de nível da bacia, equidistantes 5 metros.

Devido à amplitude altimétrica da região estudada, com altitudes que variam de 550 a 790 metros, optou-se por representar a hipsometria em classes de 40 metros. Esta foi a representação que melhor alcançou o objetivo de visualização do relevo que deve apresentar uma carta hipsométrica. O mapa é composto por seis classes: 550 a 590 m; 590 a 630m; 630 a 670 m; 670 a 710m; 710 a 750m e 750 a 790m. Estas informações podem ser visualizadas no mapa:



### 6.7.2. Visualização 3D



*Figuras 8 e 9. Imagens tridimensionais (3D) da bacia do ribeirão Anhumas*

Os modelos tridimensionais (modelos 3D) demonstrados acima (figuras 8 e 9), através da ilustração de aspectos topográficos, tais como, vertentes, formas de relevo, rugosidade, contribuem para uma visão totalizadora da área estudada.

### **6.7.3. Perfil Longitudinal**

O perfil longitudinal é a representação visual da relação entre a altimetria e o comprimento do canal fluvial, mostrando a declividade de um rio.

A declividade em cada local refletirá as forças de entalhamento e de deposição, caracterizando-se como o declive apto a transportar a carga que lhe é fornecida de montante. A noção de equilíbrio se aplica à relação entre débito, velocidade e carga detrítica contida no trabalho fluvial, sendo que o perfil de equilíbrio é alcançado quando se realiza a ajustagem entre tais elementos. Christofolletti (1980 p.96) afirma que “O rio equilibrado não entalha nem deposita, sendo mero agente transportador”, entretanto ressalta não haver um perfil de equilíbrio ideal e definitivo, sendo este constantemente modificável em um esquema de evolução das bacias.

Com um aumento gradual do débito em direção à jusante, há diminuição gradativa na declividade do perfil. A declividade cada vez menor vai influir diretamente na velocidade das águas, considerada esta como função do declive. Com a diminuição da declividade e da velocidade, verifica-se uma diminuição da capacidade de transporte dos sedimentos. Através desse esquema, os sedimentos fornecidos pela bacia de drenagem apresentam diminuição granulométrica constante de montante para jusante.

A bacia do Anhumas apresenta um perfil característico, côncavo para o céu, com declividades maiores nas nascentes e valores mais suaves em direção ao baixo curso. Diante destes aspectos, as feições do perfil longitudinal da bacia do ribeirão Anhumas foram subdivididas em alto, médio e baixo curso (demonstradas na figura 10). Desta forma, nota-se que a área com maior grau de urbanização e impermeabilização na bacia, ou seja, o alto curso, é onde se encontram as áreas mais íngremes da bacia.

Torna-se evidente a influência de tal cenário nos padrões do escoamento superficial, que potencializam a ocorrência de impactos fluviais ao longo da bacia, como, por exemplo, o solapamento das margens do ribeirão Anhumas no médio curso.

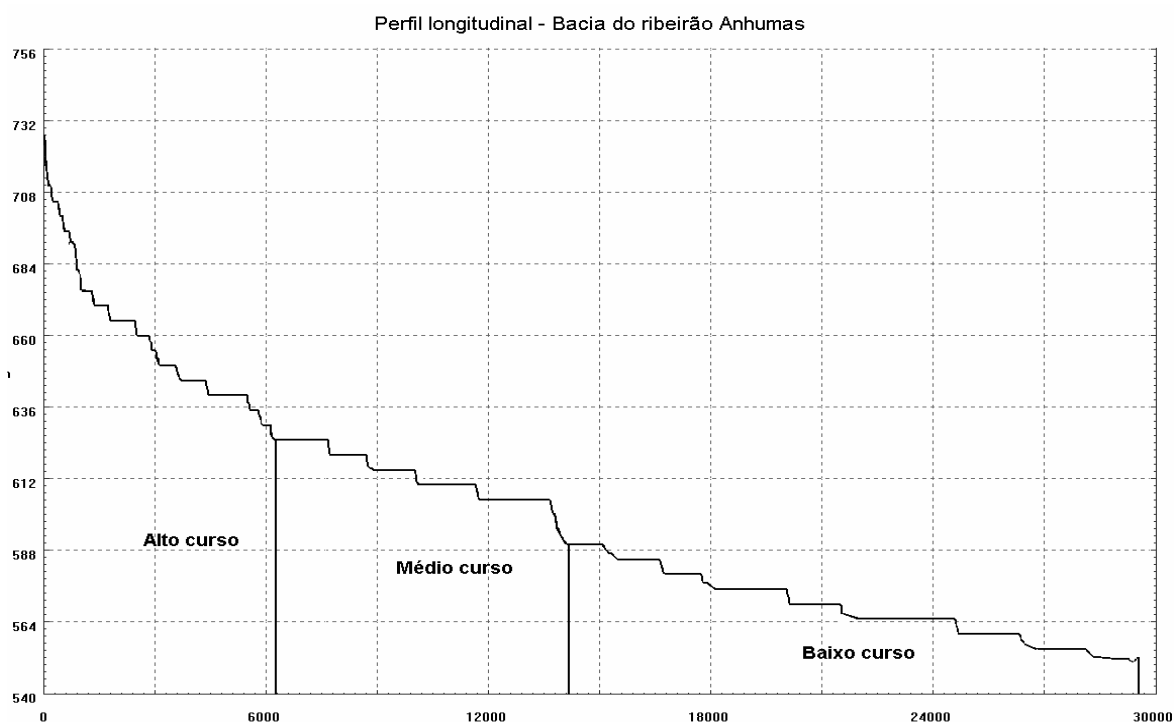


Figura 10. Perfil longitudinal da bacia do ribeirão Anhumas.

## 6.8. Clima

A caracterização climática feita neste capítulo refere-se a dados da secção de Climatologia do IAC (Instituto Agrônômico), obtidos (normal 1961-1990) para o município de Campinas. Com a sua proximidade ao trópico de Capricórnio, o município localiza-se numa área de transição do clima tropical para o clima subtropical e, no decorrer do ano, sofre a influência das massas de ar equatorial continental, tropical atlântica e polar atlântica.

A precipitação média anual é de 1381 mm. A distribuição média mensal da precipitação mostra dois períodos distintos: um chuvoso, de outubro a março, com cerca de 76% das chuvas anuais, e o outro seco, de abril a setembro, com apenas 24% do total anual.

As chuvas mais intensas, que favorecem a ocorrência de aguaceiros e inundações, ocorrem no período que vai de dezembro a fevereiro. Nesses meses também ocorre um maior número de dias com chuva.

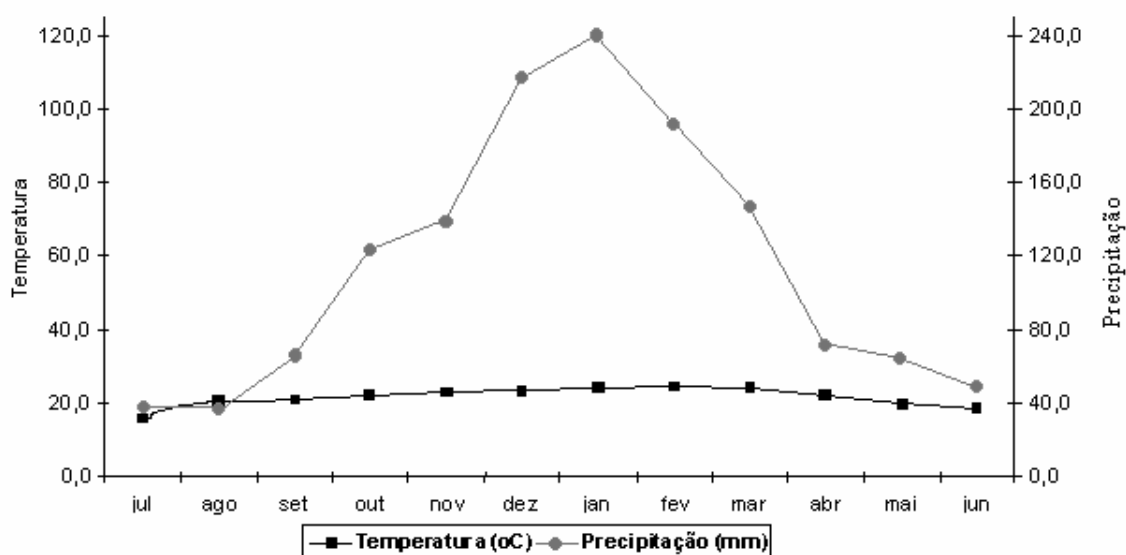
Os dados de temperatura assinalam um regime térmico sem grandes variações com média anual 21,6 °C. Os meses mais quentes (nov., dez., jan. e fev.) são também os mais chuvosos e os meses mais frios (maio a agosto) são os meses menos chuvosos. A baixa

amplitude térmica, típica do clima do município e a distribuição da precipitação durante o ano, podem ser verificadas, pela representação no gráfico ombrotérmico (figura 11), das médias de temperatura e precipitação de cada mês, no período de 1961 a 1990 (Briguenti, 2000).

A tabela 3 mostra os valores de precipitação máxima em 24 horas (P24h), o número de dias de chuva (NDC) com o respectivo ano de ocorrência, a umidade relativa (UR), o valor médio das horas de brilho solar (HBS) e a temperatura média mensal (T).

**Tabela 03.** Precipitação máxima em 24 horas (mm) e respectivo ano de ocorrência e valores normais de número de dias com chuva, umidade relativa (%) horas de brilho solar (h) e temperatura média mensal (°C) em Campinas-SP. Fonte: Seção de Climatologia do IAC.

Mês	P24h (mm)	ano	NDC	UR (%)	HBS (h)	T (°C)
Jan	138,2	1990	16	77	6,6	23
Fev	104,2	1970	14	76,9	6,9	23,3
Mar	108,3	1987	11	76,1	7,2	22,9
Abr	65,6	1984	6	74,8	7,8	21
Mai	66,5	1983	6	74,1	7,5	18,7
Jun	74,4	1976	5	72,5	7,4	17,3
Jul	65	1976	4	68	8	17,3
Ago	46,1	1984	4	64,6	8	18,9
Set	52,3	1976	7	65,5	7	20,3
Out	106,1	1963	10	69,2	7,1	21,3
Nov	71,0	1967	11	70,8	7,3	22,1
Dez	82,2	1989	16	76,2	6,2	22,5



**Figura 11.** Gráfico ombrotérmico (normal 1961-1990) do município de Campinas-SP. Dados/Fonte: Seção de Climatologia do IAC.

## 7. RESULTADOS

### 7.1. Geossistema: espacialização das “unidades físico-ambientais integradas”

As “unidades físico-ambientais integradas”, aqui reconhecidas como o Geossistema, foram definidas considerando o conceito geossistêmico discutido anteriormente. Desta forma, o mapeamento dessas unidades refletem os aspectos dos elementos físicos-espaciais da bacia e a sociedade representa as intervenções que resultam em diferentes escalas de modificações.

Em síntese, a espacialização das unidades teve como base, neste estudo, os mapas de solo, rede de drenagem, formas do relevo e principalmente o mapa de declividade. O Geossistema foi dividido em dez “unidades físico-ambientais integradas”. Estas unidades, com suas características específicas, foram denominadas: *A1, A2, A3, B1, B2, C, D, E1, E2 e E3*. As unidades com sigla *E* referem-se à forma da unidade geomorfológica Planície Fluvial. As outras foram denominadas apenas de forma a diferenciá-las entre si e as siglas não possuem referências em relação as suas características. Os números *1, 2 e 3*, foram utilizados para identificar a localização das unidades, referindo-se respectivamente, alto, médio e baixo curso. As unidades *C e D* não receberam a numeração, por estarem apenas no baixo curso da bacia.

Abaixo segue uma breve descrição envolvendo os aspectos dos **elementos físicos** de cada unidade:

*A1* – Localizada no alto curso da bacia, a unidade *A1* corresponde a uma área aproximada de 15% da bacia. Possui declividades mais acentuadas, predominando entre as classes de 6 -12% (35%), 12-20 (31%) e 20-45 (15%). Os tipos de solos encontrados são argissolos (Solo Podzólico vermelho-amarelo) relacionados com rochas do Pré-Cambriabo. O relevo é formado predominantemente por morrotes e colinas pequenas, caracterizando formas pequenas com topos estreitos e convexos e vertentes maiores e íngremes. Possui padrão de drenagem dendrítica com densidade hidrográfica de 3,60 nascentes por km<sup>2</sup>. A unidade geossistêmica possui predominantemente classes hipsométricas de 670-710m (40%) e 710-750m (37%).

**A2** – A unidade denominada A2 está localizada no médio curso e corresponde a 16% da área total da bacia. A declividade do terreno prevalece entre classes 6 -12% (38%), 12-20 (31%) e 20-45 (13%). Com formas semelhantes da unidade anterior, possui tipos de relevo predominantes, morrotes e colinas médias, e os solos são argissolos (podzólico vermelho-amarelo e podzólico vermelho). A drenagem caracteriza-se pelo padrão dendrítico e possui densidade de 3,11 nascentes por Km<sup>2</sup>. As classes hipsométricas que predominam na unidade estão entre: 630-670m (33%) e 670-710m (38%).

**A3** – Localizada no baixo curso da bacia, a área total da unidade representa aproximadamente 11% da bacia. Possui, a exemplo das unidades A1 e A2, declividade acentuada com classes de 6-12% (43%), 12-20 (32%). Quanto aos solos predominam os argissolos (solos podzólicos). O relevo é formado por morrotes e colinas amplas. Com um padrão de drenagem dendrítica, sua rede de canais, caracteriza-se como densa, com 3,36 de nascentes por km<sup>2</sup>.

**B1** – A unidade B1 corresponde aproximadamente a 8 % da bacia e está localizada no alto curso, possui declividade pouco íngreme, predominando as classes 0-3 (21%), 3-6 (43%) e 6-12 (32%). As formas de relevo predominantes são colinas médias e colinas amplas. O solo é formado principalmente por latossolo vermelho. Possui uma densidade de rios baixa, 0,25 por km<sup>2</sup> com padrão paralelo. As classes hipsométricas predominantes são: 670-710 (54%) e 710-750 (34%).

**B2** – A unidade B2 localiza-se no médio curso e representa 5% da área total da bacia. As classes de declividade predominantes são: 0-3 (20%), 3-6 (27%) e 6-12 (47%). Possui colinas médias e amplas e solo formado por latossolo vermelho. O padrão de drenagem é paralelo e a densidade de drenagem é 0,24 por km<sup>2</sup>. A classe hipsométrica na qual a unidade localiza-se em sua maior parte é de 670-710 (62%).

**C** - Está localizada no baixo curso e representa cerca de 25% da área da bacia. A declividade média predomina entre as classes 0-3 (28%), 3-6 (31%) e 6-12 (35%). O solo é composto por latossolos. O relevo é formado por colinas amplas e médias. Possui padrão de drenagem paralela e densidade de drenagem 0,35 nascentes por km<sup>2</sup>. As classes hipsométricas predominantes são: II (590-630): 56% III (630-670): 27%.

**D** – Também localizada no baixo curso e abrangendo aproximadamente 12 % da bacia, possui características dos elementos físicos semelhantes à da unidade C. A declividade

possui classes 0-3 (35%) 3-6 (35%) e 6-12 (26%). O relevo constitui um domínio de colinas amplas e médias e o solo é formado por latossolos. Com padrão de drenagem paralela e densidade de 0.16, prevalecem na unidade as seguintes classes hipsométricas: II (590-630): 50% e III (630-670): 37%.

**E1, E2 e E3 (Planícies Fluviais)** - Essas unidades em questão representam as planícies fluviais da bacia. Localizadas respectivamente no alto, médio e baixo curso. Representam, juntas, cerca de 5 % da área total da bacia. As Planícies Fluviais localizadas no baixo curso da bacia (unidade E3) possuem a maior representatividade espacial, com aproximadamente 4% da área total da bacia. As unidades possuem classes de 0 a 3% de declividade e os solos são compostos principalmente por Gleissolos. Através das características morfométricas da planície fluvial da bacia, constatou-se que modelo apresentado por Perez Filho e Christofolletti (197?), para áreas sedimentares, onde afirmam que as planícies fluviais tendem ser mais amplas conforme aumenta a ordem do canal, pode ser aplicado à bacia do Anhumas, entretanto ressalta-se que tal fato também está, neste caso, associado ao controle estrutural (litológico), como verificado no alto e médio curso.

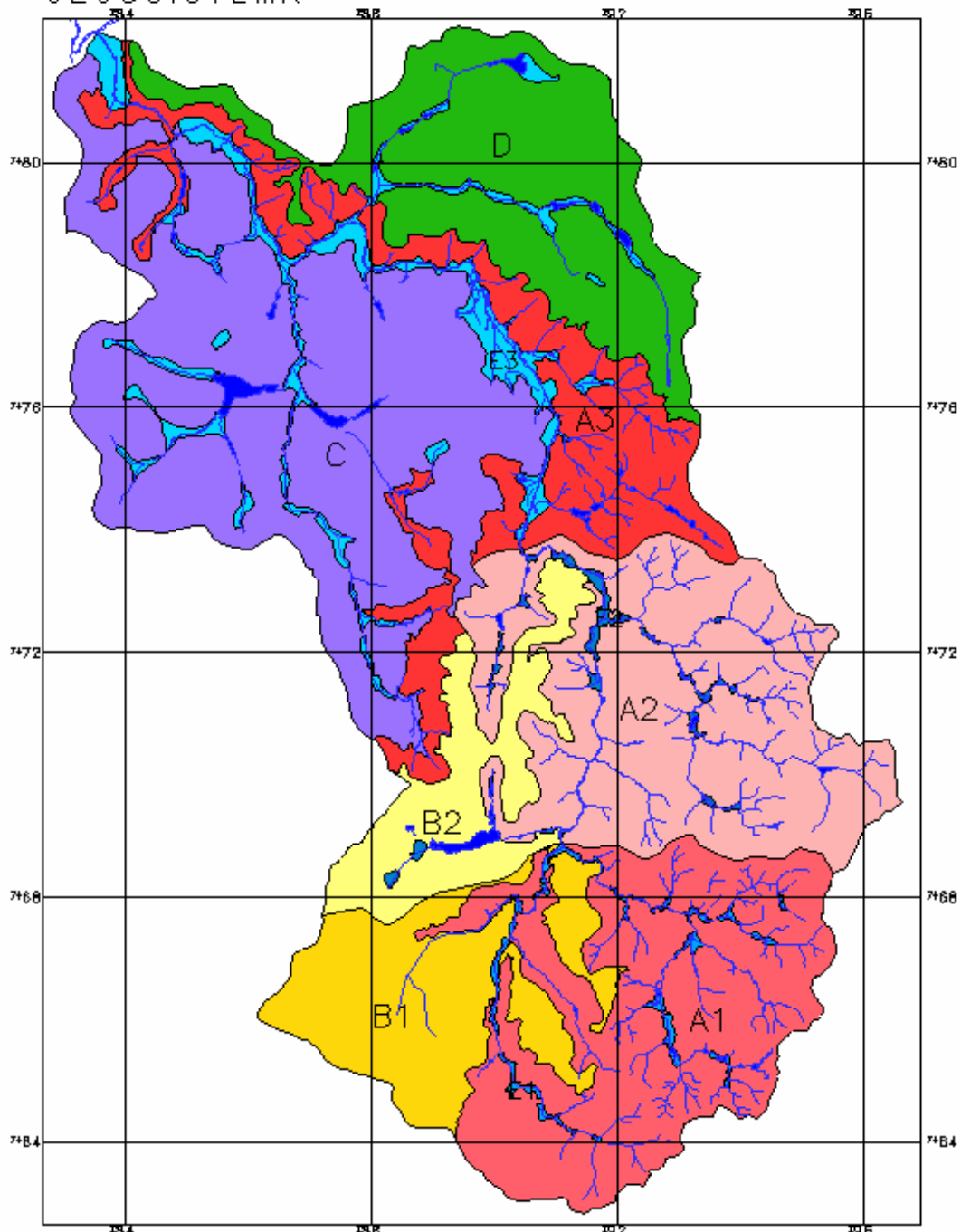
Abaixo segue matriz (tabela 4), que resume a descrição das características físicas de cada “unidade físico-ambiental integrada”:

**Tabela 04.** Aspectos físicos das “unidades físico-ambientais integradas” da bacia do Anhumas.

Unidades	Curso	Área (%)	Classes de declividade	Formas do relevo	Solos	Padrão de drenagem	Densidade de rios	Classes hipsométrias
<b>A1</b>	Alto curso	15,55%	6-12 (35%) 12-20 (31%) 20-45 (15%)	Morrotes Colinas pequenas Colinas médias	Podzólico Vermelho-Amarelo	Dendrítica	3,60	IV (670-710): 40% V (710-750): 37% VI (750-790): 11%
<b>A2</b>	Médio curso	16,60%	6-12 (38%) 12-20 (31%) 20-45 (13%)	Morrotes Colinas médias	Podzólico Vermelho-Amarelo	Dendrítica	3,13	III (630-670): 33% IV (670-710): 38% V (710-750): 17%
<b>A3</b>	Baixo curso	10,88%	6-12 (43%) 12-20 (32%) 20-45 (9%)	Morrotes Colinas médias Colinas amplas	Podzólico Vermelho-Amarelo e Podzólico Vermelho	Dendrítica	3,36	II (590-630): 31% III (630-670): 26% IV (670-710): 25%
<b>B1</b>	Alto curso	8,10 %	0-3 (21%) 3-6 (43%) 6-12 (32%)	Colinas médias Colinas amplas	Latossolo Vermelho	Paralela	0,25	III (630-670): 10% IV (670-710): 54% V (710-750): 34%
<b>B2</b>	Médio curso	5,46 %	0-3 (20%) 3-6 (27%) 6-12 (47%)	Colinas médias Colinas amplas	Latossolo Vermelho	Paralela	0,24	III (630-670): 19% IV (670-710): 62% V (710-750): 17%
<b>C</b>	Baixo curso	25,42%	0-3 (28%) 3-6 (31%) 6-12 (35%)	Colinas amplas Colinas médias	Latossolo Vermelho e Latossolo Vermelho-Amarelo	Paralela	0,35	I (550-590): 8% II (590-630): 56% III (630-670): 27%
<b>D</b>	Baixo curso	12,76%	0-3 (35%) 3-6 (35%) 6-12 (26%)	Colinas amplas Colinas médias	Latossolo Vermelho e Latossolo Vermelho-Amarelo	Paralela	0,16	II (590-630): 50% III (630-670): 37% IV (670-710): 9%
<b>E1</b>	Alto curso	0,6 %	0-3 (93%) 3-6 (7%)	Planícies fluviais	Gleissolos	Forma do canal: Retilíneo	0	III (630-670): 54% IV (670-710): 42% V (710-750): 3%
<b>E2</b>	Médio curso	0,53 %	0-3 (90%) 3-6 (10%)	Planícies fluviais	Gleissolos	Forma do canal: Retilíneo	1	II (590-630): 44% III (630-670): 46% IV (670-710): 9%
<b>E3</b>	Baixo curso	4,10 %	0-3 (93%) 3-6 (7%)	Planícies fluviais	Gleissolos	Forma do canal: Meandrico	2,30	I (550-590): 56% II (590-630): 37% III (630-670): 6%

Estas unidades com suas particularidades foram espacializadas com a elaboração do mapa que segue, denominado, Geossitema:

# GEOSSISTEMA — UNIDADES FÍSICO-AMBIENTAIS INTEGRADAS



Unidades Físico-Ambientais

- |   |  |
|---|--|
| <span style="color: red;">■</span> A1         | <span style="color: purple;">■</span> C          |
| <span style="color: pink;">■</span> A2        | <span style="color: green;">■</span> D           |
| <span style="color: orange;">■</span> A3      | <span style="color: blue;">■</span> E1 (PF)      |
| <span style="color: yellow;">■</span> B1      | <span style="color: cyan;">■</span> E2 (PF)      |
| <span style="color: lightyellow;">■</span> B2 | <span style="color: lightblue;">■</span> E3 (PF) |

Conv. cartográficas 0,9 0 0,9 1,8 2,7 3,6 km  
 — Cursos fluviais  
 ● Lagos e represas



Escala 1:90000  
 Projacção UTM

Elaborado por:  
 Ederson C. Brígenti  
 Archimedeas P. Filho

## 7.2. Perfil Topográfico

Através da elaboração e análise dos perfis topográficos, foi possível demonstrar as diferenças físicas relacionadas à rede de drenagem, entalhamento de canais, rugosidade, declividade, formas e outros aspectos morfométricos que definem e caracterizam conjuntos de formas de relevo semelhantes e distintas.

Cabe ressaltar que as cores abaixo do perfil são apenas ilustrativas, não representando dados sobre a profundidade dos solos ou informações do gênero. O preenchimento do perfil com tais cores, visa facilitar a visualização da unidade físico-ambiental a que cada trecho da bacia pertence. Diante de tais observações, na edição dos perfis, procurou-se uma fidelidade às cores das unidades geossistêmicas representadas no mapa acima. Associado a esta observação, ressalta-se que nos perfis foi identificada abaixo de cada cor, a denominação da unidade correspondente.

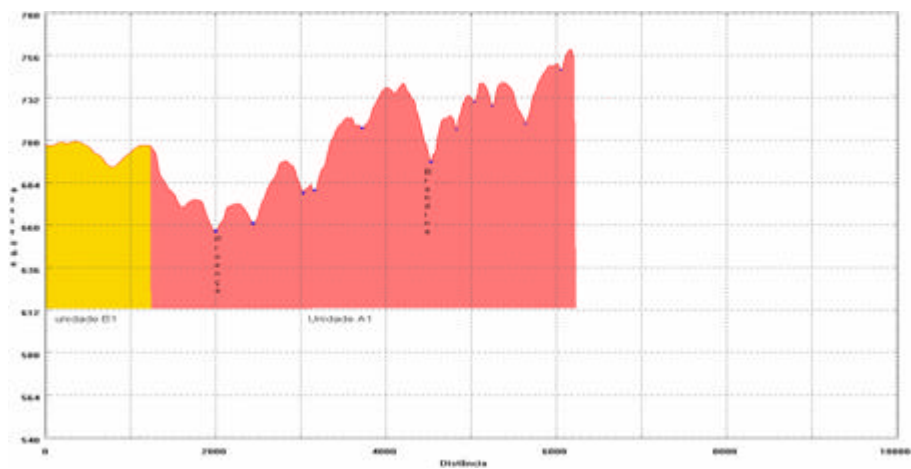
Os perfis de diferentes áreas da bacia são representados entre as figuras 12 a 20 que seguem. Estes foram traçados de modo a pertencerem à subdivisão alto, médio e baixo curso, a fim de proporcionar a visualização das diferenças topográficas existentes ao longo da bacia. A identificação da localidade em que foi traçado cada corte é informada abaixo de cada perfil topográfico.

Em função da necessidade de um maior detalhamento de áreas de risco, foram traçados perfis com recortes enfocando os fundos de vales de diferentes cursos ao longo da bacia (figuras de 21 a 26). No sentido de refletir sobre as particularidades das planícies fluviais ao longo dos cursos fluviais, estes perfis mostram-se valiosos ao apontarem aspectos topográficos que devem ser analisados no processo de ocupação.

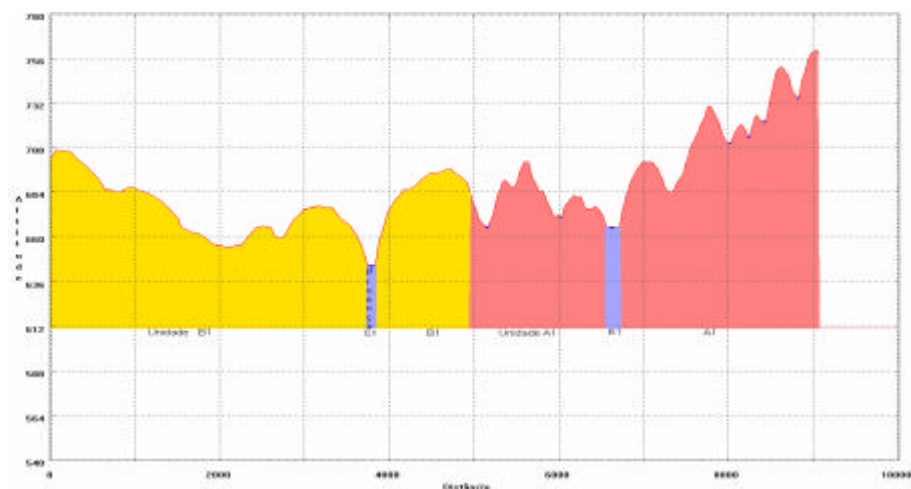
Na análise de tais perfis é importante destacar a diferenciação existente entre os estreitos vales do alto curso (sendo formados por controle estrutural), os vales encaixados predominantes no médio curso e os amplos e extensos vales localizados no baixo curso da bacia.

Desta forma, os perfis topográficos dos fundos de vale também são apresentados respeitando-se a subdivisão em alto, médio e baixo curso.

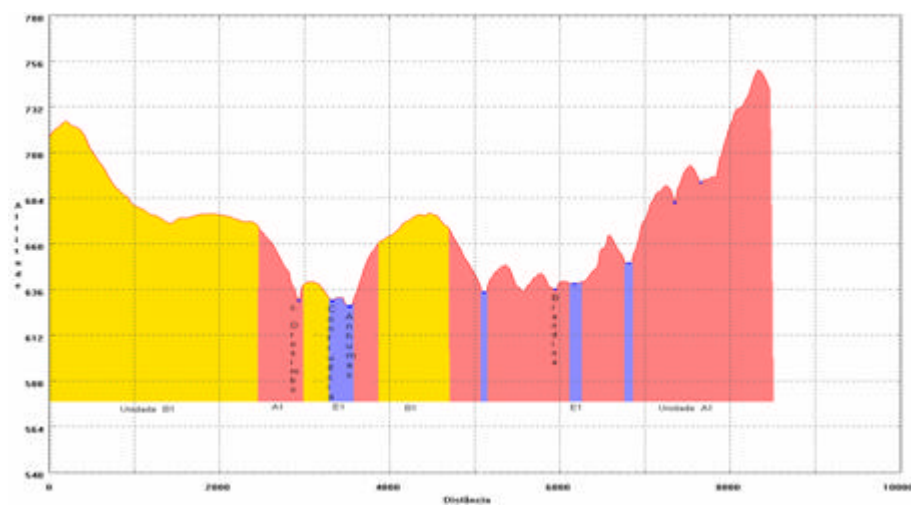
## Alto Curso



**Figura 12.** Perfil topográfico: Alto curso da bacia – corte: próximo às nascentes da bacia.

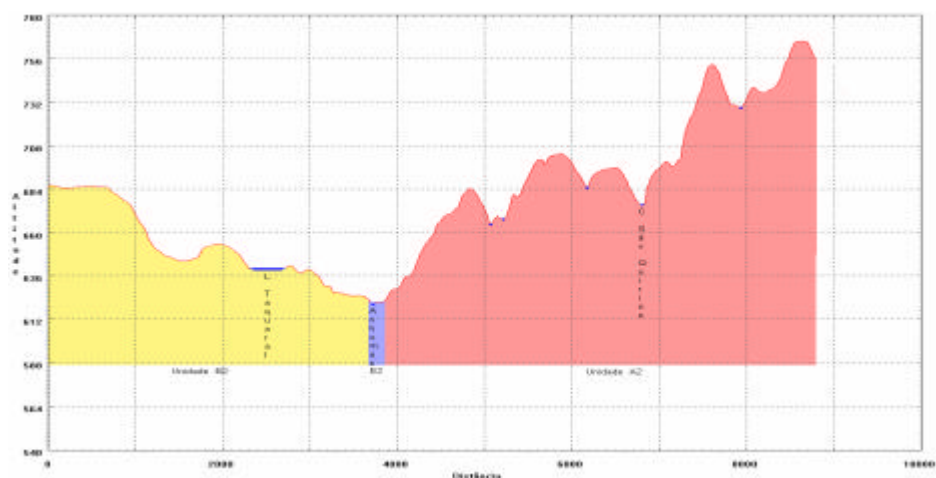


**Figura 13.** Perfil topográfico: Alto curso da bacia – corte: via norte/sul

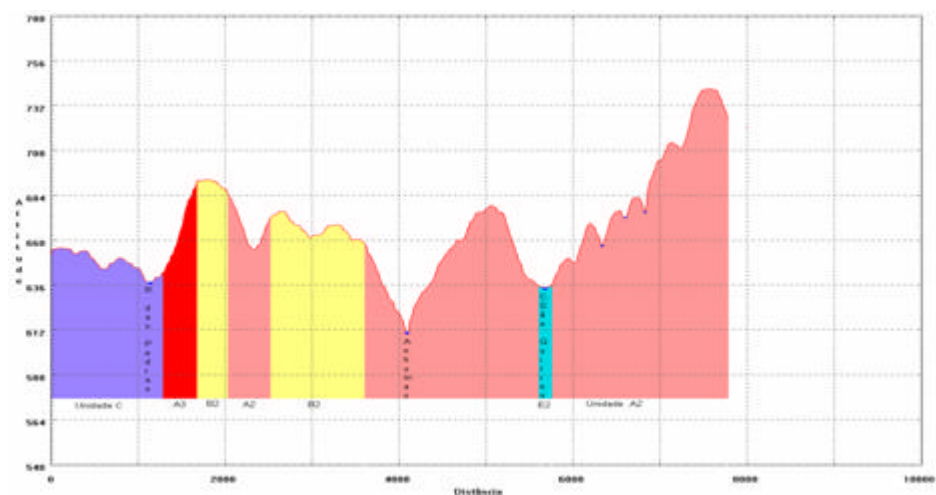


**Figura 14.** Perfil topográfico: Alto curso – corte: confluência do Proença com o Serafim.

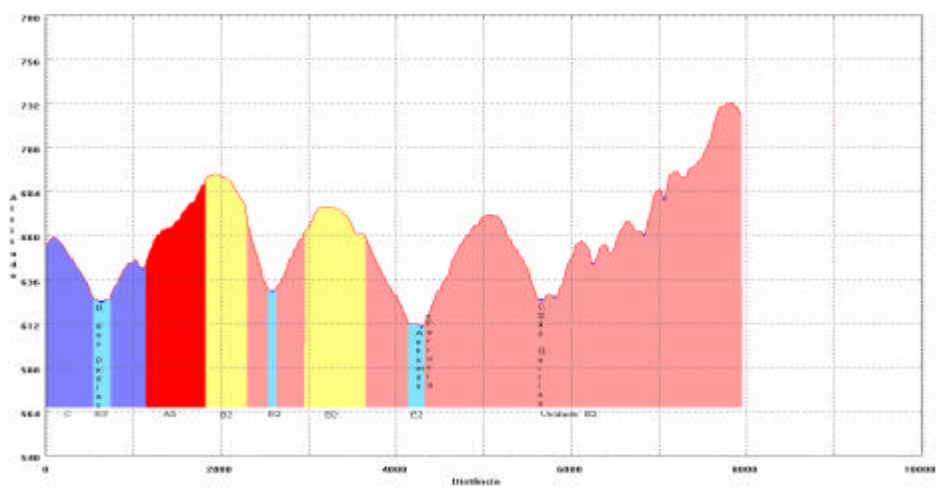
## Médio Curso



**Figura 15.** Perfil topográfico: Médio curso da bacia – corte: lagoa do Taquaral

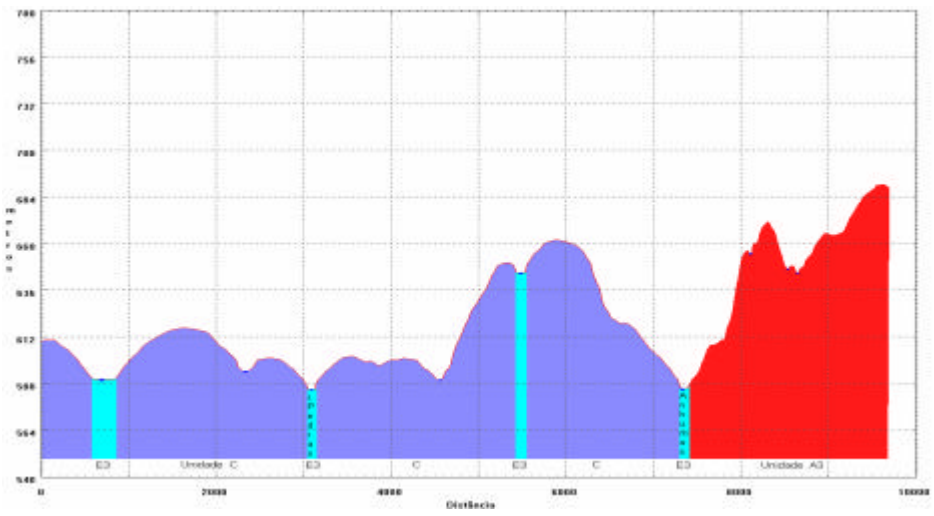


**Figura 16.** Perfil topográfico: Médio curso da bacia – corte: rua Moscou

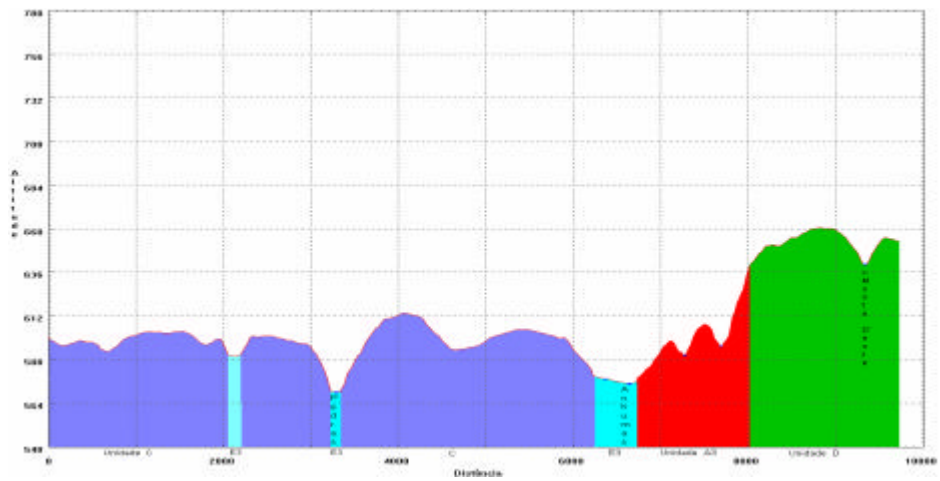


**Figura 17.** Perfil topográfico: Médio curso da bacia – corte: ocupação Gêneses

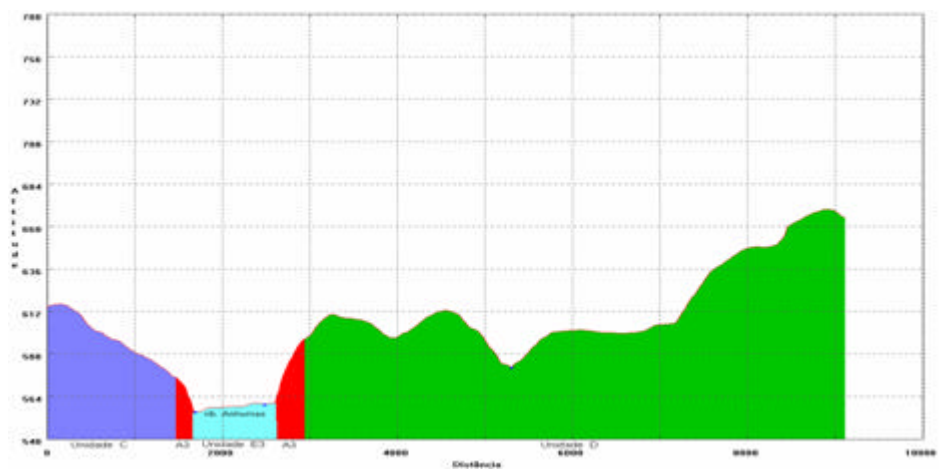
Baixo curso



**Figura 18.** Perfil topográfico: Baixo curso da bacia – corte: Unicamp



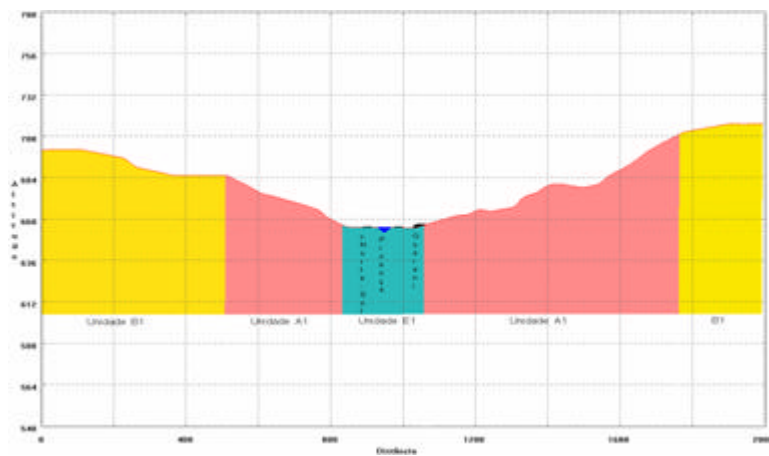
**Figura 19.** Perfil topográfico: Baixo curso da bacia– corte: Cidade Universitária



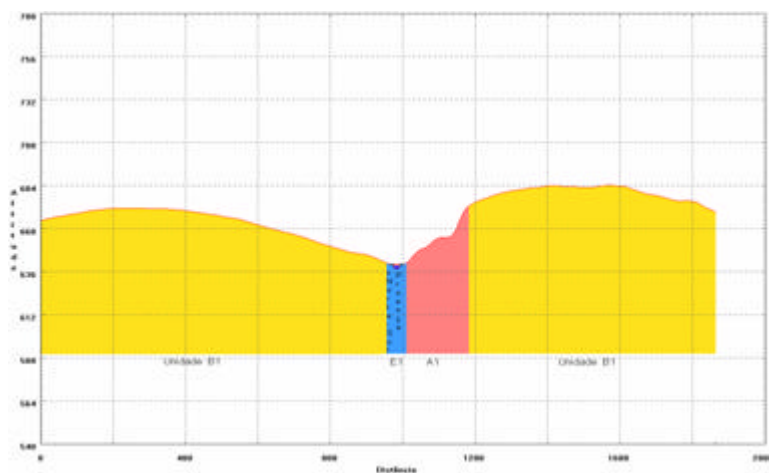
**Figura 20.** Perfil topográfico: Baixo curso da bacia– corte: Vale das Garças

## 7.2.1. Perfil topográfico – Planícies Fluviais

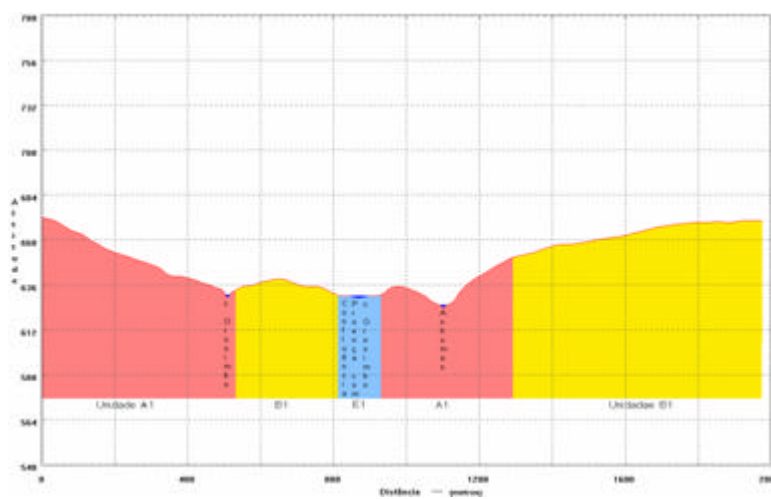
Alto curso



**Figura 21.** Planície fluviais: Alto curso da bacia – corte: Guarani

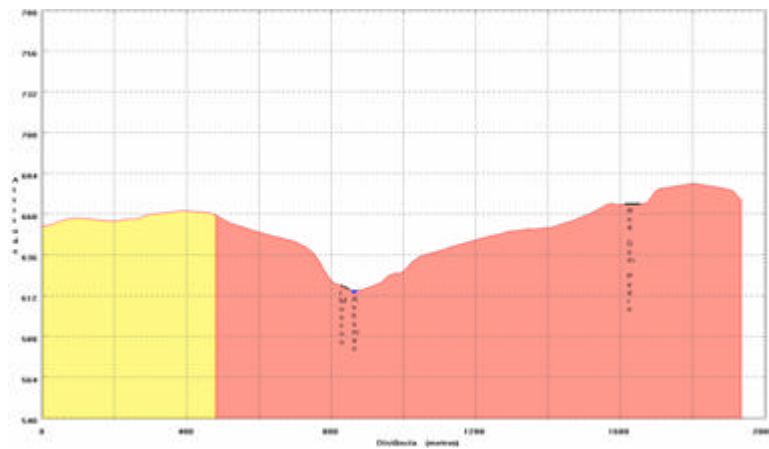


**Figura 22.** Planície fluviais: Alto curso da bacia – corte: Norte/Sul

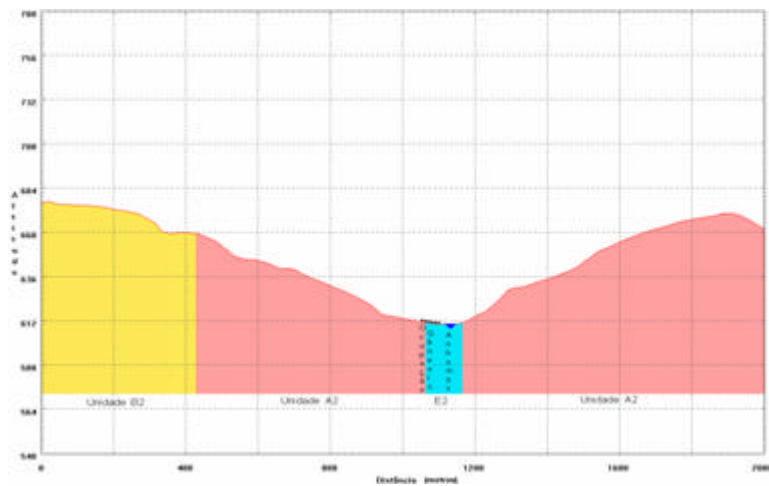


**Figura 23.** Planície fluvial: Alto curso/corte: confluência do Proença com o Serafim

## Médio curso

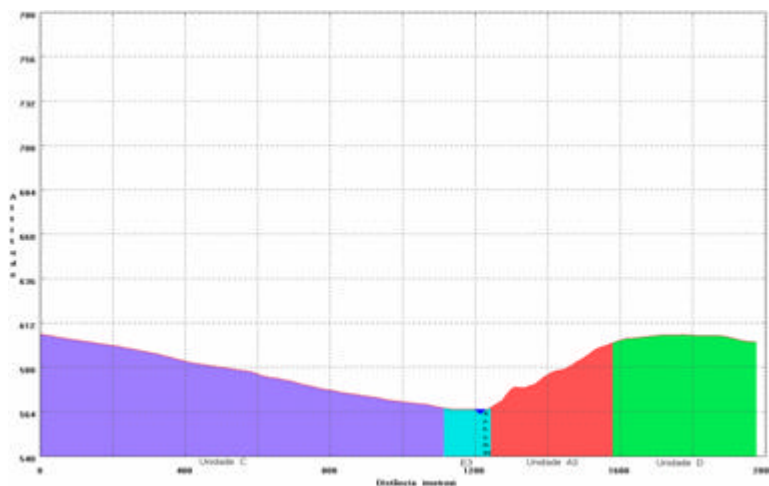


**Figura 24.** Planície fluvial: Médio curso – corte: ocupação “Moscou”



**Figura 25.** Planície fluvial: Médio curso – corte: ocupação Gêneses

## Baixo curso



**Figura 26.** Planície fluvial: Baixo curso – corte: Guará

### **7.3. Geoindicadores de Estado**

Conforme já foi apontado, como indicadores de estado são utilizadas as variáveis e particularidades dos aspectos físicos, que compuseram a base do mapeamento do Geossistema.

Ross (1990 p.73), utilizando graus de dissecação do relevo, trabalha a intensidade de rugosidade topográfica, como principal indicador da fragilidade natural que um ambiente possui.

Em seu trabalho, Ross (1990), ao considerar a relação intrínseca entre as formas de relevo e a rede de drenagem, utiliza, numa abordagem quantitativa, valores de densidade de drenagem e densidade hidrográfica combinados a classes de declividade, para chegar a hierarquização dos índices de dissecação do relevo. Os índices de dissecação ou rugosidade do relevo, por sua vez, constituem a principal referência na definição de diferentes graus de fragilidade potencial que o ambiente natural apresenta, através de pesos qualitativos. O autor também discute sobre graus da fragilidade natural, baseados nos diferentes tipos de solo e formas do relevo.

A metodologia e os resultados do estudo citado colaboraram nos critérios para definição dos índices dos geoindicadores de estado, proporcionando uma análise das características físicas do ambiente, face às atividades antrópicas e ao escoamento superficial das águas pluviais. Estabeleceram-se valores de 0 a 1 para cada situação das diferentes variáveis das unidades físico-ambientais da bacia, envolvendo as características das classes de declividade, rede de drenagem, formas do relevo e tipos de solo.

#### **7.3.1. Tipos de solo**

Considerando as informações pedológicas existentes na bacia, foram identificados diferentes classes de tipos de solo (Latosolos, Argisolos e Gleissolos) e quantificadas em função do maior ou menor grau de fragilidade à erodibilidade, face às suas propriedades físicas (saturação, textura, profundidade e drenagem interna do perfil) e, sobretudo, ao escoamento superficial das águas pluviais.

Desta forma os índices foram valorados na escala de 0 a1, sendo os valores próximos aos últimos, aqueles que possuem melhores condições de uso e ocupação.

### 7.3.2. Declividade

Os valores do geoindicador relacionado ao declive do terreno foram obtidos com as porcentagens de classes de declividade de cada unidade, demonstradas na tabela 5:

**Tabela 05.** Representatividade das classes de declividade por unidade.

Unidades	Declividade	Área (km)	Área (%)	área na unid.(%)	Unidades	Declividade	Área (km)	Área (%)	área na unid.(%)
<b>A1</b>	I (0-3)	3,24	2,11	13,55	<b>C</b>	I (0-3)	11,18	7,27	28,59
	II (3-6)	0,78	0,51	3,26		II (3-6)	12,38	8,05	31,66
	III (6-12)	8,57	5,57	35,84		III (6-12)	13,81	8,98	35,32
	IV (12-20)	7,62	4,95	31,87		IV (12-20)	1,51	0,98	3,86
	V (PF)	0	0	0		V (PF)	0	0	0
	VI (20-45)	3,57	2,32	14,93		VI (20-45)	0,21	0,14	0,54
	VII (45-70)	0,12	0,08	0,5		VII (45-70)	0,01	0,01	0,03
	VIII (+70)	0,01	0,01	0,04		VIII (+70)	0	0	0
	subtotal	23,91	15,55	100		subtotal	39,1	25,42	100
<b>A2</b>	I (0-3)	3,05	1,98	11,95	<b>D</b>	I (0-3)	6,86	4,46	34,96
	II (3-6)	1,11	0,72	4,35		II (3-6)	6,87	4,47	35,02
	III (6-12)	9,92	6,45	38,86		III (6-12)	5,2	3,38	26,5
	IV (12-20)	8,1	5,27	31,73		IV (12-20)	0,64	0,42	3,26
	V (PF)	0	0	0		V (PF)	0	0	0
	VI (20-45)	3,24	2,11	12,69		VI (20-45)	0,05	0,03	0,25
	VII (45-70)	0,1	0,07	0,39		VII (45-70)	0	0	0
	VIII (+70)	0,01	0,01	0,04		VIII (+70)	0	0	0
	subtotal	25,53	16,6	100		subtotal	19,62	12,76	100
<b>A3</b>	I (0-3)	1,58	1,03	9,44	<b>E1</b>	I (0-3)	0,86	0,56	92,47
	II (3-6)	0,97	0,63	5,8		II (3-6)	0,07	0,05	7,53
	III (6-12)	7,27	4,73	43,45		III (6-12)	0	0	0
	IV (12-20)	5,4	3,51	32,28		IV (12-20)	0	0	0
	V (PF)	0	0	0		V (PF)	0	0	0
	VI (20-45)	1,49	0,97	8,91		VI (20-45)	0	0	0
	VII (45-70)	0,02	0,01	0,12		VII (45-70)	0	0	0
	VIII (+70)	0	0	0		VIII (+70)	0	0	0
	subtotal	16,73	10,88	100		subtotal	0,93	0,6	100
<b>B1</b>	I (0-3)	2,67	1,74	21,43	<b>E2</b>	I (0-3)	0,73	0,47	89,02
	II (3-6)	5,42	3,52	43,5		II (3-6)	0,09	0,06	10,98
	III (6-12)	4,06	2,64	32,58		III (6-12)	0	0	0
	IV (12-20)	0,28	0,18	2,25		IV (12-20)	0	0	0
	V (PF)	0	0	0		V (PF)	0	0	0
	VI (20-45)	0,03	0,02	0,24		VI (20-45)	0	0	0
	VII (45-70)	0	0	0		VII (45-70)	0	0	0
	VIII (+70)	0	0	0		VIII (+70)	0	0	0
	subtotal	12,46	8,1	100		subtotal	0,82	0,53	100
<b>B2</b>	I (0-3)	1,68	1,09	20,02	<b>E3</b>	I (0-3)	5,83	3,79	92,39
	II (3-6)	2,27	1,48	27,06		II (3-6)	0,48	0,31	7,61
	III (6-12)	4	2,6	47,68		III (6-12)	0	0	0
	IV (12-20)	0,4	0,26	4,77		IV (12-20)	0	0	0
	V (PF)	0	0	0		V (PF)	0	0	0
	VI (20-45)	0,04	0,03	0,48		VI (20-45)	0	0	0
	VII (45-70)	0	0	0		VII (45-70)	0	0	0
	VIII (+70)	0	0	0		VIII (+70)	0	0	0
	subtotal	8,39	5,46	100		subtotal	6,31	4,1	100

### 7.3.3. Formas do relevo

Os valores do geoindicador formas de relevo foram definidos através das porcentagens apresentadas na tabela 6:

**Tabela 06.** Representatividade das formas de relevo por unidade físico-ambiental

Unidades	Formas do relevo	Area (km)	Area (%)	área na unidade (%)
<b>A1</b>	Colinas amplas	0	0	0
	Colinas médias e amplas	7,7	5	32,11
	Colinas pequenas e morrotes	10,64	6,91	44,39
	Colinas e morrotes	2,63	1,71	10,97
	Planícies fluviais :	1,24	0,81	5,17
<b>A2</b>	Colinas amplas	0	0	0
	Colinas médias e amplas	6,16	4	24,1
	Colinas pequenas e morrotes	0	0	0
	Colinas e morrotes	17,07	11,09	66,78
	Planícies fluviais :	1,92	1,25	7,51
<b>A3</b>	Colinas amplas	5,37	3,49	32,53
	Colinas médias e amplas	4,9	3,18	29,71
	Colinas pequenas e morrotes	0	0	0
	Colinas e morrotes	4,48	2,91	27,14
	Planícies fluviais :	1,49	0,97	9,02
<b>B1</b>	Colinas amplas	0	0	0
	Colinas médias e amplas	11,95	7,76	97,47
	Colinas pequenas e morrotes	0	0	0
	Colinas e morrotes	0	0	0
	Planícies fluviais :	0,04	0,03	0,32
<b>B2</b>	Colinas amplas	0	0	0
	Colinas médias e amplas	8,27	5,37	98,45
	Colinas pequenas e morrotes	0	0	0
	Colinas e morrotes	0	0	0
	Planícies fluviais :	0,12	0,08	1,38
<b>C</b>	Colinas amplas	27,41	17,8	70,08
	Colinas médias e amplas	8,34	5,42	21,33
	Colinas pequenas e morrotes	0	0	0
	Colinas e morrotes	0	0	0
	Planícies fluviais :	2,61	1,69	6,67
<b>D</b>	Colinas amplas	13,66	8,87	69,49
	Colinas médias e amplas	2,13	1,38	10,84
	Colinas pequenas e morrotes	0	0	0
	Colinas e morrotes	0	0	0
	Planícies fluviais :	1,45	0,94	7,39
<b>E1</b>	Colinas amplas	0	0	0
	Colinas médias e amplas	0,34	0,22	35,19
	Colinas pequenas e morrotes	0,19	0,12	19,41
	Colinas e morrotes	0,02	0,01	2,08
	Planícies fluviais :	0,41	0,27	43,09
<b>E2</b>	Colinas amplas	0	0	0
	Colinas médias e amplas	0,16	0,1	18,48
	Colinas pequenas e morrotes	0	0	0
	Colinas e morrotes	0,21	0,13	24,13
	Planícies fluviais :	0,5	0,32	57,81
<b>E3</b>	Colinas amplas	2,16	1,41	33,3
	Colinas médias e amplas	0,2	0,13	3,14
	Colinas pequenas e morrotes	0	0	0
	Colinas e morrotes	0,04	0,03	0,63
	Planícies fluviais :	4,07	2,64	62,66

### 7.3.4. Drenagem – Densidade hidrográfica

Os valores de 0 a 1, referentes ao geoindicador rede de drenagem, foram estipulados utilizando a densidade hidrográfica de cada unidade. Assim, os índices foram obtidos através dos valores contidos na tabela 7:

**Tabela 07.** Aspectos da rede de drenagem das “unidades físico-ambientais integradas”

Unidades	Área (km <sup>2</sup> )	Número de nascentes	Densidade hidrográfica
A1	23,22	85	3,6
A2	25,17	79	3,1
A3	16,65	56	3,3
B1	12,25	3	0,25
B2	8,3	2	0,24
C	37,47	13	0,35
D	18,85	3	0,16
E1	0,95	0	0
E2	0,86	1	1
E3	6,5	15	2,3
Bacia	150,25	257	1,7

### 7.4. Geoindicadores de Pressão

Os indicadores de pressão utilizados foram arruamento, densidade demográfica, densidade de domicílios e destino do lixo domiciliar (número de residências que destinam o lixo em terrenos ou rios), além dos indicadores sócio-econômicos, como renda (representado pelo número de responsáveis com renda máxima de 2 salários-mínimos) e escolaridade (pessoas com mais de 5 anos não-alfabetizadas). Estes indicadores referentes ao município de Campinas estão espacializados através dos setores censitários do IBGE e podem ser obtidos através do aplicativo Estatcart. As particularidades de tais dados sócio-econômicos foram espacializadas a fim de caracterizar e avaliar as diferenças ocupacionais e sócio-econômicas das diferentes unidades ambientais. A respeito dos padrões ocupacionais, a tabela 8 demonstra como estão distribuídos os diferentes níveis de urbanização nas unidades físico-ambientais da bacia do Anhumas:

**Tabela 08.** Representatividade da ocupação urbana, lagos e áreas verdes por “unidade físico-ambiental integrada”

UNIDADES	CLASSES / USO	ÁREA (Km2)	ÁREA (%)	% na bacia
<b>A1</b>	densamente edificado	0,05	0,21	0,03
	densamente urbanizado	11,13	46,16	7,23
	mediamente urbanizado	5,60	23,23	3,64
	não urbanizado	4,08	16,92	2,65
	áreas verdes e parques	3,08	12,77	2,00
	lagos e represas	0,16	0,66	0,10
<b>A2</b>	densamente edificado	0,00	0,00	0,00
	densamente urbanizado	8,47	33,02	5,50
	mediamente urbanizado	0,00	0,00	0,00
	não urbanizado	15,78	61,52	10,25
	áreas verdes e parques	1,30	5,07	0,84
	lagos e represas	0,10	0,39	0,06
<b>A3</b>	densamente edificado	0,00	0,00	0,00
	densamente urbanizado	5,83	34,54	3,79
	mediamente urbanizado	1,00	5,92	0,65
	não urbanizado	9,58	56,75	6,22
	áreas verdes e parques	0,31	1,84	0,20
	lagos e represas	0,16	0,95	0,10
<b>B1</b>	densamente edificado	4,18	33,52	2,71
	densamente urbanizado	7,99	64,07	5,19
	mediamente urbanizado	0,02	0,16	0,01
	não urbanizado	0,02	0,16	0,01
	áreas verdes e parques	0,05	0,40	0,03
	lagos e represas	0,00	0,00	0,00
<b>B2</b>	densamente edificado	0,00	0,00	0,00
	densamente urbanizado	7,38	86,21	4,79
	mediamente urbanizado	0,00	0,00	0,00
	não urbanizado	0,31	3,62	0,20
	áreas verdes e parques	0,69	8,06	0,45
	lagos e represas	0,18	2,10	0,12
<b>C</b>	densamente edificado	0,00	0,00	0,00
	densamente urbanizado	10,77	27,29	6,99
	mediamente urbanizado	3,33	8,44	2,16
	não urbanizado	23,20	58,79	15,06
	áreas verdes e parques	1,72	4,36	1,12
	lagos e represas	0,44	1,12	0,29
<b>D</b>	densamente edificado	0,00	0,00	0,00
	densamente urbanizado	0,02	0,10	0,01
	mediamente urbanizado	1,75	8,84	1,14
	não urbanizado	17,35	87,67	11,27
	áreas verdes e parques	0,50	2,53	0,32
	lagos e represas	0,19	0,96	0,12
<b>E1</b>	densamente edificado	0,00	0,00	0,00
	densamente urbanizado	0,48	49,48	0,31
	mediamente urbanizado	0,16	16,49	0,10
	não urbanizado	0,15	15,46	0,10
	áreas verdes e parques	0,16	16,49	0,10
	lagos e represas	0,02	2,06	0,01
<b>E2</b>	densamente edificado	0,00	0,00	0,00
	densamente urbanizado	0,23	25,84	0,15
	mediamente urbanizado	0,00	0,00	0,00
	não urbanizado	0,55	61,80	0,36
	áreas verdes e parques	0,08	8,99	0,05
	lagos e represas	0,03	3,37	0,02
<b>E3</b>	densamente edificado	0,00	0,00	0,00
	densamente urbanizado	0,40	6,06	0,26
	mediamente urbanizado	0,87	13,18	0,56
	não urbanizado	4,72	71,52	3,06
	áreas verdes e parques	0,45	6,82	0,29
	lagos e represas	0,16	2,42	0,10

#### 7.4.1. Arruamento

O geoindicador arruamento indica importantes aspectos referentes a circulação de veículos, concentração populacional, poluentes, aumento de calor conseqüente da mudança no albedo, e a outras atividades antrópicas que exercem pressão no ambiente. O arruamento pode interferir na drenagem através do estrangulamento do leito de canais em função de aterros, pontes, canalização, etc.

Além desses aspectos, o arruamento influencia diretamente no grau de impermeabilização do solo e, conseqüentemente, interfere na infiltração e escoamento superficial das águas pluviais. O aumento do volume e velocidade do escoamento pluvial e fluvial altera o fluxo hídrico da bacia, portanto, ruas, avenidas, e obras de infra-estrutura, principalmente quando mal projetadas, potencializam impactos e aceleram o processo de desequilíbrio na bacia, comprometendo sua qualidade ambiental.

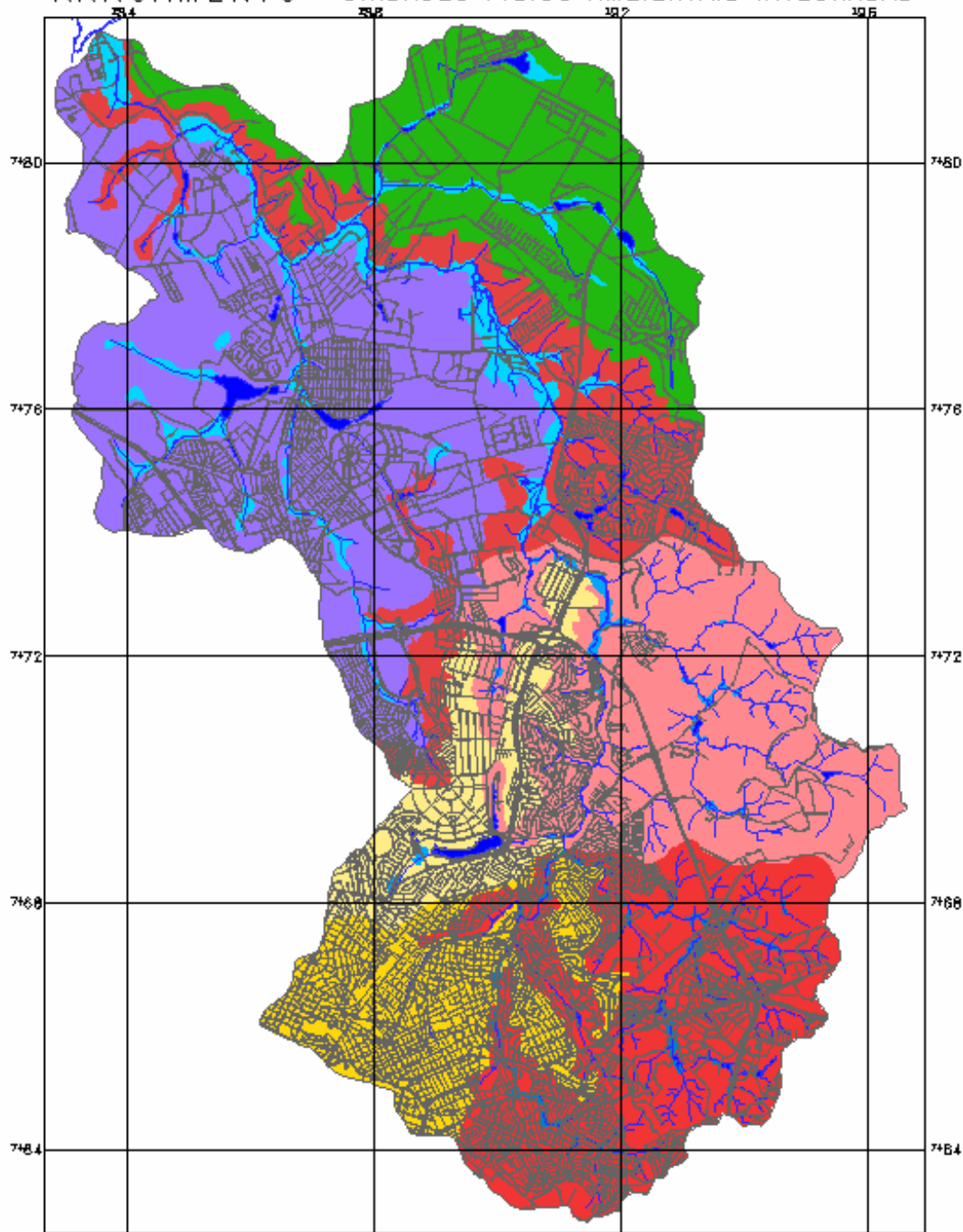
A tabela 9 apresenta os valores em km<sup>2</sup> e a porcentagem corresponde à área coberta pelo arruamento (ruas, pontes e estradas) de cada unidade da bacia:

**Tabela 09.** Representatividade da área coberta por arruamentos e estradas por “unidade físico-ambiental integrada”

Unidade	Área (Km <sup>2</sup> )	Arruamento (Km <sup>2</sup> )	Arruamento (%)
A1	23,22	3,28	14,10%
A2	25,17	1,62	6,43%
A3	16,65	1,48	8,88%
B1	12,26	2,60	21,20%
B2	8,3	1,37	16,00%
C	37,47	3,57	9,50%
D	18,85	0,98	5,20%
E1	0,95	0,17	17,90%
E2	0,86	0,05	5,80%
E3	6,5	0,21	3,30%
Bacia	150,25	15,33	10,20%

Abaixo, segue o mapeamento das unidades físico-ambientais, demonstrando a cobertura de arruamentos e estradas que cada área possui. Estas informações colaboram na análise das condições do atual processo de ocupação da bacia e na compreensão de como este processo histórico se espacializou nas particularidades físicas da bacia.

# ARRUAMENTO – UNIDADES FÍSICO AMBIENTAIS INTEGRADAS



## Legenda

- Arruamento
- Cursos fluviais
- Lagoa e represas

## Unidades Físico-Ambientais

- A1
- A2
- A3
- B1
- B2
- C
- D
- E1 (PF)
- E2 (PF)
- E3 (PF)



0.9 0 0.9 1.8 2.7 3.6 km  
Escala 1:90000  
Projeção UTM

Elaborada por:  
Ederson C. Briguenti  
Archimedes P. Filho

#### 7.4.2. Domicílios

Os telhados, calçadas, pátios, calhas contribuem para o aumento da área impermeabilizada, dificultando a infiltração e interferindo no aumento do volume e velocidade de escoamento superficial. A concentração de domicílios torna-se um elemento a mais no aumento de impactos ambientais quando da ocorrência de eventos extremos de precipitação.

A concentração de domicílios tem relação direta com a densidade demográfica e com a maior atividade antrópica na área, interferindo no equilíbrio do sistema da bacia. Sendo assim, ressalta-se que a concentração de domicílios resulta em produção de esgoto, produção de lixo, impermeabilização do solo, modificando continuamente as condições ambientais da bacia.

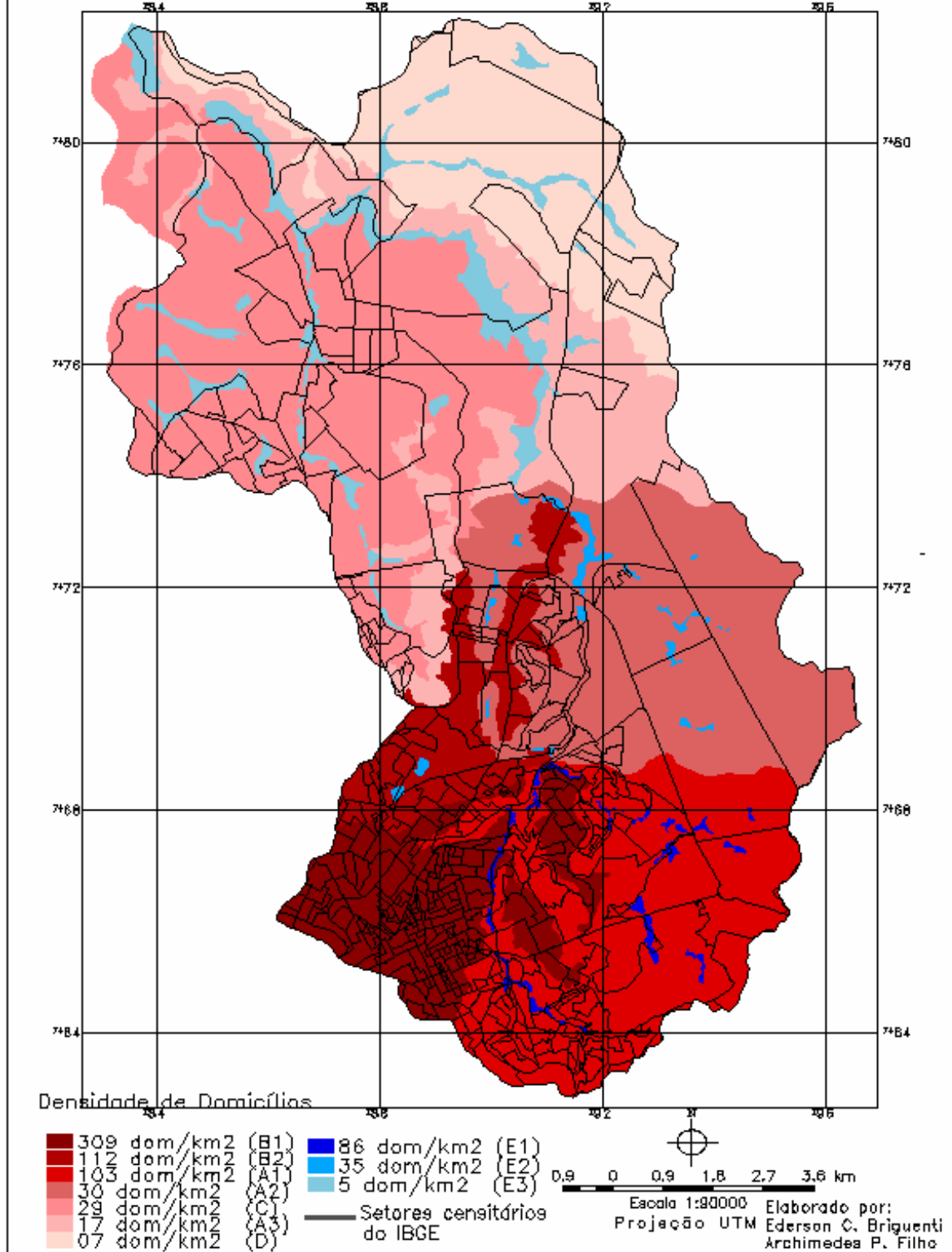
Na tabela 10, está representado o número total de domicílios e a densidade de domicílios de cada unidade:

**Tabela 10.** Densidade de domicílios por “unidade físico-ambiental integrada”

Unidades	Área (Km2)	Domicílios	Densidade (dom./km2)
A1	23,22	24067	103
A2	25,17	7745	30
A3	16,65	2804	17
B1	12,26	37918	309
B2	8,3	9283	112
C	37,47	11144	29
D	18,85	1339	7
E1	0,95	819	86
E2	0,86	302	35
E3	6,5	322	5
Bacia	150,25	95743	63

O mapa abaixo espacializa a densidade de domicílios das diferentes unidades físico-ambientais. O mapa também demonstra como estão divididos os setores censitários do IBGE (fonte dos dados sócio-econômicos):

# UNIDADES FÍSICO-AMBIENTAIS – DENSIDADE DE DOMICÍLIOS



### 7.4.3. População

Pressupondo-se que quanto maior a densidade demográfica, maior será a pressão do fator populacional sobre as condições naturais do ambiente, a concentração populacional pode ocasionar um comprometimento dos recursos naturais e da qualidade de vida, pois o aumento populacional implica num aumento da produção de lixo e esgoto. Outro aspecto é uma maior interferência no clima local, decorrente de poluentes e produção artificial de calor da combustão, produzidos no processo de circulação de bens e pessoas. Inúmeros estudos demonstram a existência de um Clima Urbano, relacionando o desconforto térmico e problemas de saúde constatados com a formação de “ilhas de calor” decorrentes da aglomeração populacional de grandes centros.

A tabela 11 apresenta dados aproximados da população absoluta e da densidade demográfica de cada unidade do Geossistema:

**Tabela 11.** Densidade demográfica das unidades físico-ambientais integradas”.

Unidades	Área (Km2)	Habitantes	Densidade demográfica (hab/km2)
A1	23,22	75.837	326
A2	25,17	27.679	110
A3	16,65	9.608	57
B1	12,26	93.745	764
B2	8,3	29.922	360
C	37,47	37.310	100
D	18,85	4.320	23
E1	0,95	2.706	284
E2	0,86	1.103	128
E3	6,5	1.095	16
Bacia	150,25	283.325	188

### 7.4.4. Renda

Normalmente, a população mais afetada por impactos e problemas ambientais é justamente aquela que menos condições tem de se recuperar, pois, as áreas urbanas com maior possibilidade de sofrer impactos são as regiões baixas, que possuem menor valor imobiliário, sendo adquiridas pela população de baixo poder aquisitivo.

Paralelamente, nota-se a insuficiência de melhorias da infra-estrutura por parte de investimentos públicos e privados em tais áreas e bairros. Pouco investimento resulta em áreas desvalorizadas que, por sua vez, serão ocupadas por famílias de baixa renda.

A renda familiar reflete em indicadores habitação, alimentação, saúde, lazer, escolaridade, violência e outros aspectos culturais e sócio-econômicos que podem comprometer a qualidade de vida de determinada comunidade.

A tabela 12 possui os valores em km<sup>2</sup> e que expressam a percentagem da população com renda DE até 2 salários mínimos:

**Tabela 12.** Representatividade dos responsáveis que possuem renda de até 2 salários-mínimos por “unidade físico-ambiental integrada”

Unidades	Responsáveis c/até 2 salários mínimos	Densidade (resp./km <sup>2</sup> )	Responsáveis c/até 2 salários mínimos (%)
A1	3.473	15	14,4
A2	1.313	5,2	16,9
A3	448	2,7	15,9
B1	1.930	15,7	5
B2	839	10	8,9
C	1.179	3,1	10,5
D	250	1,3	18,6
E1	168	18,7	20,5
E2	115	13	38
E3	45	1,1	13,9
Bacia	9.760	6,5	10,2

#### 7.4.5. Escolaridade

No que se refere aos níveis de escolaridade, este geoindicador reflete questões, como oportunidades de trabalho, renda familiar, trabalho infantil e condições de trabalho, estando estreitamente relacionado A questões sócio-econômicas.

Diante de tais observações, pode-se destacar a questão educacional como um indicador da própria qualidade de vida.

Abaixo, segue a tabela 13, que expressa o número de pessoas com mais de 5 anos não alfabetizadas que cada unidade possui:

**Tabela 13.** Representatividade das pessoas com mais de 5 anos não alfabetizadas por “unidade físico-ambiental integrada”

Unidades	Habitantes	Não-Alfabetizados (mais de 5 anos de idade)	Densidade (não-alf./km <sup>2</sup> )	Não-Alfabetizados (%)
A1	75.837	4.680	20,1	6,2
A2	28.185	2.100	8,3	7,5
A3	9.608	660	3,9	6,8
B1	93.745	1.868	15,2	2
B2	29.922	945	11,3	3,1
C	37.310	1.883	5	5
D	4.320	391	2	9
E1	2706	206	21,7	7,6
E2	1.103	205	23,8	18,5
E3	1.095	128	2	11,5
Bacia	283.325	13.066	8,7	4,61

#### 7.4.6. Lixo/Destino

O acúmulo de lixo, principalmente nas proximidades de onde se vive, foi utilizado como geoindicador por contribuir na decadência gradual da qualidade e sanidade da própria condição humana. A quantidade de resíduos sólidos no ambiente compromete a qualidade do mesmo através de vetores de doenças, mau cheiro, degradação visual da paisagem e poluição do solo e recursos hídricos.

A tabela 14 destaca o número total de residências que têm o seu lixo jogado em terreno baldios, logradouro ou em rio:

**Tabela 14.** Destino do lixo domiciliar. \*O total de domicílios é referente às residências que têm seu lixo jogado em terrenos baldios, logradouros ou rio.

Unidades	Total de Domicílios *	Domicílios/km <sup>2</sup>	Domicílios (%)
A1	38	1,63	0,15
A2	53	2,1	0,68
A3	20	1,2	0,72
B1	0	0	0
B2	3	0,36	0,03
C	13	0,34	0,11
D	3	0,16	0,22
E1	62	65	7,51
E2	39	45	13,1
E3	6	1,08	1,8
Bacia	237	1,6	0,25

#### 7.4.7. Geindicadores sócio-econômicos: síntese

**Tabela 15.** Matriz com a síntese dos dados sócio-econômicos das unidades físico-ambientais

Unidades	Arruamento (%)	Domicílios (dom/km2)	Habitantes (hab/km2)	Renda (%)	Escolaridade (%)	Lixo/Destino (%)
A1	14,10%	103	326	14,4	6,2	0,15
A2	6,43%	30	110	16,9	7,5	0,68
A3	8,88%	17	57	15,9	6,8	0,72
B1	21,20%	309	764	5	2	0
B2	16,00%	112	360	8,9	3,1	0,03
C	9,50%	29	100	10,5	5	0,11
D	5,20%	7	23	18,6	9	0,22
E1	17,90%	86	284	20,5	7,6	7,51
E2	5,80%	35	128	38	18,5	13,1
E3	3,30%	5	16	13,9	11,5	1,8
Bacia	10,20%	63	188	10,2	4,61	0,25

#### 7.5. Geindicadores de Resposta

Como indicadores de resposta foi utilizado o mapeamento das áreas verdes remanescentes e parques urbanos existentes nas unidades físico-ambientais da bacia (tabela 16).

Como comentado anteriormente, a escolha das áreas verdes e parques como ge indicador de resposta ponderou o grau de ocupação em que a bacia se encontra. Diante de tal cenário, a existência de remanescentes verdes e parques indica uma preocupação da sociedade frente às condições ambientais existentes. Estas áreas possuem influência direta na qualidade da paisagem, no lazer e na qualidade de vida das pessoas que as utilizam e/ou residem perto. O mapeamento destas áreas está demonstrado na página seguinte:

**Tabela 16.** Representatividade das áreas verdes e parques urbanos por unidade

Unidades	Área (Km2)	Áreas verdes e parques (km2)	Áreas verdes e parques (%)
A1	23,22	1,19	5,1
A2	25,17	1,2	4,8
A3	16,65	0,36	2,2
B1	12,26	0,04	0,3
B2	8,3	0,62	7,4
C	37,47	2,08	5,6
D	18,85	0,70	3,7
E1	0,95	0,06	6,3
E2	0,86	0,07	7
E3	6,5	0,58	9
Bacia	150,25	6,90	4,7



## 7.6. Índices de Qualidade Ambiental

Os índices com valores entre 0 e 1 foram definidos segundo os critérios discutidos anteriormente, que, em suma, consideraram as particularidades da fragilidade natural dos aspectos físicos (indicadores de estado), a pressão dos indicadores sócio-econômicos (indicadores de pressão) e o percentual das unidades cobertas por áreas verdes e parques urbanos (indicador de resposta). Estes valores, integrados, resultam nos índices de qualidade ambiental de cada unidade da bacia (tabela 17).

**Tabela 17.** Geoindicadores e os índices da avaliação ambiental de cada “unidade físico-ambiental integrada”.

Geoindicadores	Unidades Físico-Ambientais Integradas									
	A1	A2	A3	B1	B2	C	D	E1	E2	E3
<b>Indicadores de estado</b>										
Classes de declividade -%	0,1	0,2	0,4	0,6	0,5	0,8	0,9	0	0	0
Formas de relevo	0,1	0,2	0,4	0,8	0,8	0,9	0,9	0	0	0
Solos	0,5	0,5	0,5	0,8	0,8	0,9	0,9	0	0	0
Densidade de rios-dr/km2	0	0,13	0,7	0,93	0,94	0,9	0,96	#	#	#
índice parcial	0,18	0,26	0,50	0,73	0,71	0,85	0,89	0,00	0,00	0,00
<b>Indicadores de pressão</b>										
Densidade demográfica (hab/km2)	0,58	0,86	0,93	0	0,53	0,87	0,97	0,63	0,83	0,98
Densidade de arruamentos (km2/km2)	0,34	0,7	0,59	0	0,25	0,56	0,76	0,15	0,72	0,85
Densidade de domicílios (d/km2)	0,67	0,9	0,95	0	0,64	0,91	0,98	0,72	0,89	0,99
Não-alfabetizados com mais de 5 anos (%)	0,67	0,6	0,64	0,9	0,84	0,73	0,52	0,59	0	0,38
Responsáveis c/até 2 salários-mínimos (%)	0,63	0,56	0,59	0,87	0,77	0,73	0,52	0,46	0	0,64
Lixo/Destino em terrenos e rios (%)	0,98	0,95	0,94	1	1	1	0,99	0,43	0	0,87
índice parcial	0,65	0,76	0,77	0,46	0,67	0,80	0,79	0,50	0,41	0,79
<b>Indicador de resposta</b>										
Território protegido e parques urbanos (%)	0,56	0,53	0,24	0,03	0,82	0,63	0,41	0,7	0,77	1
<b>Índice</b>										
Qualidade ambiental	0,46	0,52	0,50	0,42	0,75	0,77	0,71	0,40	0,39	0,60

## **8. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES**

### **8.1. Qualidade ambiental das unidades**

Os índices que mensuram a qualidade ambiental variam entre os valores 0 e 1. O menor valor (0) representa a pior situação, portanto, as unidades que obtiveram os índices mais próximos de 0 possuem os piores índices de qualidade ambiental, enquanto que os mais próximos de 1 representam os melhores índices de qualidade ambiental.

Cabe lembrar, que os valores foram definidos tendo como parâmetro a pior situação dos geoindicadores dentre as condições ou características das unidades do próprio Geossistema, que recebeu valor 0. Os valores das unidades restantes foram calculados através deste referencial.

Utilizando-se dos índices de avaliação ambiental, foi possível abordar os principais aspectos físicos, sócio-econômicos e ocupacionais que caracterizam as unidades ambientais, procurando relacionar estes aspectos aos fatos e processos históricos ocorridos na bacia do Anhumas. Algumas destas relações foram abordadas na discussão da qualidade ambiental das unidades expostas nas páginas seguintes, onde, procurou-se relacionar o índice de cada unidade com condições físicas, sócio-econômicas e históricas dos bairros localizados nestas áreas.

É importante ressaltar, que esta avaliação deve ser utilizada como um elemento a mais para colaborar nas decisões de onde e como aplicar os investimentos para a melhoria de condições ambientais. Esclarece-se que tal índice não deve ser interpretado como um valor rígido que expressa, de forma quantitativa, exatamente a qualidade ambiental do lugar em que se vive.

Deste modo, a partir dos resultados da metodologia aplicada, obteve-se uma análise quantitativa da qualidade ambiental das diferentes unidades da bacia. Esta qualidade expressa, através de índices, as áreas ambientalmente críticas, colaborando assim, para com a tomada de decisão da gestão territorial.

### 8.1.1. Unidade B1

A unidade B1 apresentou, conforme a metodologia aplicada, índice de qualidade ambiental 0,42. Esta unidade se destaca principalmente por concentrar o processo de verticalização do município, possuindo a mais alta concentração demográfica da bacia, com aproximadamente 764 hab/km<sup>2</sup> e, conseqüentemente, concentração de circulação, serviços, altíssimo grau de impermeabilização com 21% da área coberta por arruamentos e a quase inexistência de áreas verdes.

“É de supor-se que nessa época já florescia o pouso no lugar depois chamado *Campinas Velhas*, início da povoação futura e da futura freguesia” (Santos, 2001 p.96). Considerando que o referido caminho bandeirista, suporte do Pouso das *Campinas Velhas*, margeava o vale do ribeirão do mesmo nome, este abrangeu espacialmente as nascentes da bacia hidrográfica do ribeirão Anhumas, sendo geomorfologicamente responsável pela escolha inicial dos primeiros assentamentos.

Desta forma, segundo Santos (2001 p.88), pode-se afirmar que a implantação do pouso das *Campinas Velhas* ocorreu em sítios com precisa configuração geomorfológica de relevo e drenagem, adequados para a constituição de povoados naquela precisa etapa da história paulista.

Posteriormente, o crescimento populacional e de áreas comerciais no centro, valorizou as propriedades, forçando, assim, a transferência da população de menor renda para as áreas próximas, originando os bairros Ponte Preta, Bonfim, Cambuí, Guanabara, todos em formação por volta de 1900 (Semeghini, 1988 p.158). A formação destes bairros contribuiu para consolidar os atuais índices de urbanização e impermeabilização do alto curso da bacia do Anhumas.

Os bairros residenciais expandem-se com influência de delineamentos esboçados pela prefeitura, que fixa parâmetros para o aruamento, executa obras de infraestrutura e abre novas avenidas mais largas (avenidas Andrade Neves e Barão de Itapura), contrastando essas áreas com as de ocupação anterior. Ao mesmo tempo, iam-se definindo novos bairros operários, como: Bonfim e Ponte Preta.

A área é drenada principalmente pelo córrego do Serafim (Canal do Saneamento ou córrego da Orosimbo Maia).

Dentre os indicadores de renda e escolaridade, a unidade B1 apresentou os melhores resultados da bacia.

Localizam-se os seguintes bairros: Centro, Guanabara, Cambuí, Botafogo, Castelo, Bonfim, Proença e Ponte Preta.

Áreas verdes: Bosque dos Alemães e Bosque dos Italianos, que representam apenas 0,3% da área da unidade.

### **8.1.2. Unidade B2**

O índice de qualidade ambiental da unidade B2 apresentou o valor 0.75, o segundo melhor resultado na bacia.

A unidade B2 apresentou bons resultados dentre os geoindicadores renda e escolaridade, respectivamente, apresentando os valores 8,9% e 3,1%. A unidade também demonstrou um bom resultado referente ao indicador de resposta por possuir importantes áreas verdes e parques que representam quase 8% da extensão total da unidade.

O início dos primeiros loteamentos (Parque Taquaral), nesta unidade, ocorreu por volta da década de 1930.

Neste período (entre as décadas de 1930 a 1960), intensificou-se o processo de urbanização e industrialização no município de Campinas, ocorrendo uma diminuição do peso relativo da população rural e um aumento concomitante da população urbana, contribuindo para o esvaziamento do campo, consequência da quase erradicação da cultura cafeeira e pelo fluxo migratório mais forte para as cidades.

Neste contexto, duas novas importantes áreas são loteadas: o Jardim Chapadão e o Taquaral. São organizadas diversas companhias loteadoras, que vendiam terrenos a prestação e aparecem novos bairros como Vila Nova Campinas e Cambuí. Nesse período já se esboça uma diferenciação do espaço urbano à medida que a cidade cresce e que a estrutura social vai se tornando mais complexa. O poder público local gerenciava este crescimento provendo a estrutura e fixando padrões urbanísticos (Semeghini, 1988 p.160).

Diante desse cenário, a expansão do perímetro urbano fazia-se em continuidade aos bairros existentes. Ainda não se verifica a febre especulativa que criaria mais tarde os imensos espaços vazios e descontinuidades na malha urbana.

A unidade possui atualmente 16% de sua área coberta por arruamentos. Possui a segunda maior densidade demográfica dentre as unidades, com 360 hab/km<sup>2</sup> e densidade de 112 domicílios por km<sup>2</sup>.

Cerca de 9% dos responsáveis ganham até 2 salários-mínimos e 3% dos seus habitantes com mais de 5 anos de idade não são alfabetizados.

Na unidade localizam-se bairros como: Jardim Bela Vista; Taquaral; Parque Taquaral; Alto Taquaral; Jardim Nossa Senhora Auxiliadora; Vila Nova; Jardim Esmeraldina; Jardim Santa Genebra; Jardim Santa Cândida; Mansões Santo Antônio (condomínio fechado).

Áreas verdes: Possui importantes áreas de lazer como, Parque Portugal (Lagoa do Taquaral), Arautos da Paz, Lago do Café. As áreas verdes e parques representam cerca de 7,5% da área total da bacia.

A unidade é drenada pela sub-bacia da Lagoa do Taquaral.

### **8.1.3. Unidade A1**

A qualidade ambiental da unidade A1 é representada pelo índice 0,56.

A unidade apresenta 14% de sua área já impermeabilizada por arruamentos. Possui uma densidade demográfica de aproximadamente 326 habitantes por km<sup>2</sup> e 103 domicílios por km<sup>2</sup>. Cerca de 15% dos responsáveis das residências ganham de 0 a 2 salários-mínimos.

Pode-se afirmar que o período entre 1930 a 1947 marca uma etapa de maturidade do capital imobiliário. Daí em diante foi intensa a aceleração da expansão na área total construída e de números de prédios construídos.

A partir dos anos 50, muda-se o padrão do crescimento, implicando na multiplicação de espaços vazios no interior da malha urbana. Esse novo padrão exige a contínua transformação das áreas já urbanizadas, impulsionando a verticalização. A vigência desse novo padrão de crescimento trouxe conseqüências marcantes e profundas nas feições da cidade. Essas mudanças traduzem-se fisicamente em novos edifícios, avenidas e no surgimento de novos bairros distantes e loteamentos populares. Socialmente, tais mudanças implicaram numa crescente segregação das camadas de mais baixa renda, constituindo espacialmente as periferias (Semeghini, 1988).

Até os anos 50, segundo Semeghini (1988), era comum a existência, numa mesma área urbana, de residências de distintos níveis sociais e de rendas. A valorização intensa e especulativa dos terrenos expulsa dessas áreas a população pobre, que, juntamente com o crescente contingente migratório, passou a deslocar-se para as áreas mais distantes e sem infra-estrutura. No âmbito de tais fatos, o crescimento urbano recente de Campinas traduziu-se na deterioração do padrão de vida da população, não obstante o enorme aumento da riqueza gerada.

Diante de tais observações, a unidade A1, com características morfológicas em que predominam formas constituídas por topos estreitos e vertentes curtas e com classes de declividade entre 12-20% e 20-45%, é considerada moderadamente sensível à ocupação. Ressalta-se que, áreas desta unidade tiveram destaque na fase de ocupação comentada acima.

Atualmente nota-se que a unidade A1 é marcada pela proximidade de bairros com visível contraste social. Como exemplo, temos a proximidade dos Bairros São Fernando e Guarani e dos bairros Vila Brandina e Jardim das Paineiras.

Na unidade localizam-se os seguintes bairros e localidades: Jardim Itatiaia; Jardim Carlos Lourenço; Parque Hípica, Vila Orosimbo Maia, Jardim São Fernando, Jardim Planalto, Parque Ecológico, Vila Lemos, Jardim Guarani, Nova Campinas, Proença, Flamboyant, Parque Brasília, Vila Brandina, Jardim Paineiras, *Shopping Center Iguatemi*, dentre outros.

#### **8.1.4. Unidade A2**

A unidade A2 possui características geomorfológicas semelhantes às da unidade descrita anteriormente, e apresentou índice de qualidade ambiental 0,53.

A unidade A2 possui cerca de 6,5 de sua área coberta por arruamentos e estradas. Com número de habitantes alcançando quase 10 mil pessoas, possui densidade demográfica de 110 habitantes por km<sup>2</sup>. A porcentagem de responsáveis que recebem de 0 a 2 salários-mínimos é de 17%.

É drenada pelo ribeirão Anhumas e pela sub-bacia do córrego São Quirino, com densa rede hidrográfica. Os aspectos ocupacionais e os contrastes sociais comentados na unidade acima também são verificadas nesta unidade.

Estando localizada no médio curso, seus canais apresentam um maior volume de água, que, juntamente com o aumento da velocidade do escoamento superficial decorrente da impermeabilização do solo do alto curso, provocam o solapamento das margens do ribeirão Anhumas, onde estão localizadas ocupações ao longo da rua Moscou e Luiza de Gusmão. Esses impactos são causados principalmente pelo alto grau de impermeabilização das áreas à montante, ocasionando a falta de infiltração das águas pluviais no solo. Constantemente é possível verificar fortes enxurradas ao longo das vias marginais (norte/sul) próximas às nascentes (córrego Proença) no alto curso da bacia. Famílias com posição social desfavorecida são levadas a ocupar as áreas de maior risco e acabam sofrendo mais com problemas agravados pelo escoamento superficial urbano. Ressalta-se que estas áreas menos valorizadas (áreas de risco) são ocupadas por famílias numa segunda fase do processo de ocupação urbana, para prestar serviços para moradores de outros bairros, havendo, portanto, uma proximidade com bairros de maior renda.

É importante destacar que áreas desta unidade não valorizadas numa primeira fase de crescimento do município, devido à maior facilidade de ocupação e relevo mais propício para agricultura de áreas planas e pouco acidentadas, atualmente, estão sendo valorizadas, em função da proximidade de remanescentes de áreas verdes.

Associado a estes fatos, verifica-se o surgimento de condomínios de alto padrão e de favelas em áreas menos valorizadas (áreas de risco), próximas a estes bairros de alto padrão.

Considerando este cenário, verifica-se que, historicamente, a população que não teve acesso à educação está posicionada num corredor de passagem para inúmeros equipamentos urbanos, como *shopping centers*, hipermercados, condomínios de luxo e duas grandes universidades.

Na unidade localizam-se grandes empreendimentos comerciais, como Shopping Galeria, hipermercado Carrefour e importante obra pública em andamento: a estação de tratamento de esgoto Anhumas, que, quando concluída, terá capacidade de tratar o esgoto domiciliar despejado na bacia (correspondente a 27% do esgoto gerado pelo município).

A rodovia D. Pedro I, que atravessa a unidade, representa um divisor entre a parte oeste densamente ocupada e o leste praticamente não ocupado (com exceção do parque Imperador).

Localiza-se na margem direita do ribeirão Anhumas, a estação Anhumas, de onde parte o trem “Maria Fumaça” para um passeio turístico até as proximidades de Jaguariúna, pela antiga estrada de ferro Mogiana.

Bairros: Vila Nogueira, Vila 31 de Março, Jardim Santana, Jardim São Quirino, Jardim Nilópolis, Parque Imperador, Residencial Vila Verde (condomínio fechado), Jardim Conceição, Jardim Madalena, Jardim Boa Esperança, ocupação da Luiza de Gusmão e ocupação da rua Moscou.

### **8.1.5. Unidade A3**

Na escala de qualidade ambiental, A unidade A3 recebeu índice com valor intermediário 0,5.

Possui cerca de 8% de sua área coberta por arruamentos e rodovias; densidade demográfica de 57 hab/km<sup>2</sup>; 17 domicílios por km<sup>2</sup> e 16% do total dos responsáveis ganham até 2 salários -mínimos.

Possui declividades médias próximas às das duas unidades anteriores.

Localizada no baixo curso da bacia, a unidade A3 estende-se com seus declives acentuados e solos podzólicos (argisolos) pela margem direita do ribeirão Anhumas até a confluência (foz) com o rio Atibaia.

As áreas da unidade próximas à rodovia Dom Pedro I tiveram valorização imobiliária de suas terras em período mais recente (década de 1990). O loteamento fechado Alphaville Campinas exemplifica tal processo, entretanto, próximo a este condomínio de alto padrão, encontram-se bairros mais pobres (Jardim Miriam, Parque dos Pomares).

Localizam-se na unidade os bairros: Alphaville, Jardim Miriam, Chácara São Rafael, Parque dos Pomares.

### **8.1.6. Unidade C**

A unidade C destaca-se por ser a região que apresenta as condições mais favoráveis, obtendo o melhor índice de qualidade ambiental da bacia: 0,77.

Este resultado foi alcançado, não apenas em função das características geomorfológicas da unidade favoráveis à ocupação, mas também pelos indicadores sócio-econômicos acima da média da bacia: Apenas 5% dos habitantes acima de 5 anos não foram alfabetizados e cerca de 10% dos responsáveis ganham de 0 a 2 salários-mínimos.

A unidade já apresenta quase 10% de sua área coberta por arruamentos e estradas e ainda possui estradas não-asfaltadas.

Possui densidade demográfica de 100hab/km<sup>2</sup> e densidade de domicílios de 29 dom/ km<sup>2</sup>.

Na unidade, prevalecem classes de declividade entre 0 e 12%, predominando áreas planas ou quase planas com declives suaves e densidade de hidrográfica de apenas 0,35 nascentes por km<sup>2</sup>. A área é drenada pelos cursos da sub-bacia do ribeirão das Pedras (localizada no noroeste da bacia).

Importantes centros de pesquisas, como CPQD e as universidades Unicamp e Puc-Campinas, estabeleceram-se nas propícias colinas amplas desta unidade.

Como já foi dito, há uma tendência de ocupação mais recente, possuindo um estrutura urbana menos consolidada. É importante refletir que, associado a este processo, verifica-se a tendência de valorização de suas terras, com o surgimento de bairros de alto padrão (Residencial Barão do Café, Cidade Universitária, Residencial Ribeirão das Pedras, entre outros).

Principais localidades: Distrito de Barão Geraldo, Unicamp, Hospital Universitário, PUC– Campinas, CPQD, Estrada da Rhodia.

Abrange os bairros: Cidade Universitária, Vale das Garças, Shopping Dom Pedro, Vila Costa e Silva, Jardim Village, Condomínio Residencial Barão do Café, Condomínio Residencial Ribeirão das Pedras, Jardim do Sul, Real Parque, entre outros.

### **8.1.7. Unidade D**

Com índices de qualidade ambiental 0,7, a unidade D está entre os melhores resultados obtidos na bacia.

A área apresenta relativamente baixa densidade demográfica, próxima a 23 hab/Km<sup>2</sup> e densidade de domicílios 7 por km<sup>2</sup>. Possui médio índice de pessoas não alfabetizadas (9%) e cerca de 18% dos responsáveis desses domicílios ganham até 2 salários-mínimos.

Esta unidade possui características físicas semelhantes às descritas anteriormente.

Com classes de declividade suaves e formas de relevo amplas e constituídas por latossolos, a unidade favorece condições necessárias para atividades agrícolas. Atualmente, juntamente com as importantes fazendas (Sta Terezinha, Monte d'Este), encontramos residências rurais e bairros periféricos (dos bairros centrais e de infra-estrutura) em um processo inicial de urbanização (Pq. Xangrilá, Bananal).

Abrange basicamente toda a sub-bacia do córrego fazenda Monte d'Este na porção norte/nordeste da bacia.

Apenas 5% de sua área são cobertos por ruas e estradas, sendo, em sua maioria, não asfaltadas.

Localizam-se bairros como: Parque Xangrilá, Bananal e Bosque das Palmeiras

### **8.1.8. Unidade E1**

A unidade E1, constituída por planícies fluviais do alto curso, apresentou de acordo com a metodologia aplicada, valor 0,40. O índice de qualidade ambiental está dentre os piores resultados da bacia.

A unidade possui declividades entre 0 a 3% e com áreas suscetíveis a sofrerem inundações. Cabe destacar que a mesma tem 18% de sua área ocupada por ruas e vias expressas, além de possuir densa concentração de população (284hab/km<sup>2</sup>) e de residências (86 res./km<sup>2</sup>).

Próximo às nascentes, são encontrados bairros de baixa renda, onde ocorreram ocupações em áreas mais baixas, como Jardim São Fernando (200 famílias) e Jardim

Itatiaia (175 famílias). À jusante localizam-se as planícies fluviais próximas aos bairros centrais (Jardim Guarani, Proença, Cambuí), ocupados por vias marginais expressas (Via Norte/Sul) e comércios de alto padrão, possuindo áreas de alto valor imobiliário. Neste trecho, o córrego Proença foi revestido e canalizado em obras realizadas na década de 90, com o objetivo de solucionar o problema das cheias e fortes aguaceiros. Entretanto, as vias e os prédios comerciais marginais ao córrego ainda sofrem sazonalmente tais impactos, pois se verificam na via Norte/Sul, vários pontos críticos de alagamentos, com fortes enxurradas invadindo veículos e comércios.

Mesmo sofrendo constantes impactos, trechos desta unidade, localizados ao longo de toda avenida Norte/ Sul, apresentam uma constante valorização das terras. Trechos ao longo desta unidade possuem as áreas mais valorizadas do município de Campinas, podendo chegar por volta de R\$1.500.000 o metro quadrado.

*“Os Campinhos de Mato Grosso passaram, portanto, a denominar-se bairro de Mato Grosso e, mais tarde, as Campinas de Mato Grosso; e é tradição que, junto a eles, no lugar conhecido pela designação característica de Campinas velhas, à beira da estrada e do ribeirão, existia um pouso para tropeiros”* (Campos Júnior, 1952 citado por Santos p.96). Abordando tal trabalho e citação, é possível afirmar que a unidade E1 está ligada ao início da história de ocupação da cidade, servindo as nascentes do ribeirão Anhumas e suas planícies fluviais do alto curso como passagem do caminho bandeirista, e localizando-se nela o pouso, que dera origem ao futuro povoamento da freguesia das “Campinas Velhas”.

### **8.1.9. Unidade E2**

Com índice de qualidade ambiental de 0,39, a unidade E2, que representa as planícies fluviais do médio curso, possui juntamente com a unidade E1 as piores condições ambientais da bacia.

Dentre outros fatores este índice resulta da fragilidade e riscos que suas condições geomorfológicas apresentam, possuindo declividade de 0 a 3%, recebendo contribuição fluvial de densa rede hidrográfica (principalmente das unidades A1 e A2) e escoamento superficial das áreas impermeabilizadas.

Entretanto, a qualidade ambiental dessas áreas degrada-se, principalmente no final da década de 1970, com o surgimento de ocupações próximas ao leito do ribeirão Anhumas por famílias de baixa renda e baixa escolaridade que sofrem com a falta de infra-estrutura, com a ocorrência de impactos fluviais, conseqüências provenientes do acúmulo de lixo e proximidade com o destino da rede de esgoto das áreas urbanizadas da bacia. Os dados atuais demonstram que essa unidade possui a maior porcentagem de residências que destinam seu lixo em terrenos, logradouros ou rios. Tal cenário provoca a degradação ambiental e o comprometimento das condições básicas que garantam a qualidade de vida dessa população.

Ressalta-se que muitas ocupações marginais no médio curso do ribeirão Anhumas não foram incluídas com seus dados socioeconômicos na unidade E2 e pertencem à unidade A2 (rua Luiza de Gusmão: 133 famílias ; rua Moscou: 350 famílias; Cafezinho: 70 famílias). Tal fato pode ser explicado pelo fato de nestes trechos o ribeirão possuir vales encaixados, sem a presença de planícies fluviais. Essas residências sofrem com o solapamento das margens dos canais provocado pelo aumento do volume e velocidade da vazão das águas pluviais.

Conclui-se, portanto, que os impactos ocorridos em áreas das unidades A2 e E2, estão muito mais relacionados com ocupação e impermeabilização das unidades à jusante, do que com as particularidades físicas locais.

Localizações: Trechos Parque Portugal (Parque Taquaral), Cartódromo, trechos da praça Arautos da Paz, ocupação Gênesis (355 famílias - próximo à rodovia Dom Pedro).

#### **8.1.10. Unidade E3**

A unidade apresentou na bacia o quarto melhor índice de qualidade ambiental com o valor de 0,6. O geoindicador que possui o destaque positivo na unidade refere-se aos remanescentes verdes. A unidade possui a maior porcentagem coberta por áreas verdes, aproximadamente 9% de sua área total.

Apenas 3% de sua área são cobertos por ruas e estradas (sendo a quase totalidade delas não asfaltadas). Possui densidade demográfica de 16 hab/km<sup>2</sup>.

*“... continuava sem rumo certo até cair na atual estrada do Taquaral ou de Mogi-Mirim, seguindo viagem adiante pelo amplo vale do ribeirão Anhumas abaixo, apontando para o rumo setentrional de Goyaz.”*(Santos, 2001. p 97)

Constata-se através do trecho citado acima, que a unidade E3, constituída pelas planícies fluviais localizadas no baixo curso da bacia, era suporte da antiga estrada bandeirista, registrando, por volta de 1767, pioneirismo em arranchamentos à beira do “Caminho das Minas de Goyaz” notadamente em trecho ao longo do ribeirão Anhumas. (Santos, 2001. p 91)

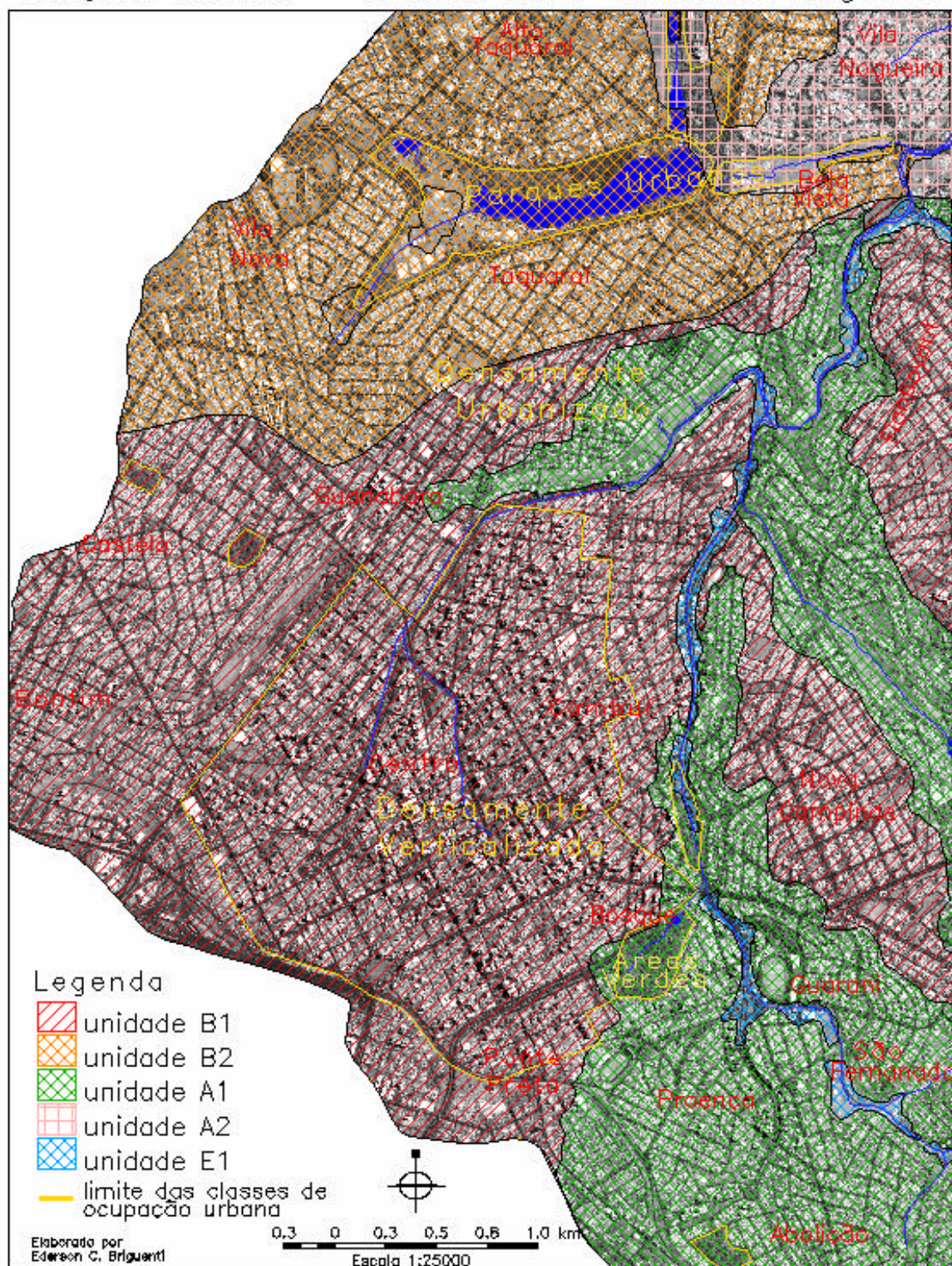
Esta unidade diferencia-se das planícies do alto e médio curso da bacia por possuir amplos e extensos vales. Suas planícies possuem maior representatividade espacial, em relação às unidades E1 e E2, com 4% da área total da bacia. Com declividade 0 a 3% e áreas freqüentemente alagadas, apresentam solos compostos principalmente por Gleissolos.

Por tratar-se de terrenos potencialmente instáveis, sofrendo inundações sazonais, além da ocorrência de lençol freático superficial, a região é inadequada à ocupação humana. Entretanto, alguns trechos dessas áreas estão ocupados por residências e chácaras e outras em processo de loteamento.

Os impactos nesta unidade são de natureza diferente da dos ocorridos no alto e médio curso da bacia, pois devido às suas características morfológicas, o regime das cheias ocorre de forma mais gradual e menos impactante.

Localizam-se os seguintes bairros: Jardim Alto da Cidade Universitária, Guará, Vale das Garças, Tijuco das Telhas.

# Imagem IKONOS – Unidades Físico-Ambientais Integradas



## 8.2. Conclusões

Considerando a discussão acima realizada, juntamente com a interpretação dos índices de avaliação ambiental, proporcionaram uma abordagem integrada das particularidades físicas e ocupacionais de cada unidade geossistêmica. Assim, procurou-se realizar algumas considerações e conclusões relevantes para a compreensão das condições e dinâmicas atuais da bacia de forma sistêmica.

Desta forma, podemos concluir que:

O Alto curso da bacia (unidades **BI** e **AI** e **EI**), por possuir 80% de sua área urbanizada e com seus canais fluviais revestidos e degradados, possui alto grau de impermeabilização provocando fortes enxurradas e aguaceiros. Estes impactos se agravam na unidade **E1**, com a canalização de córregos e a ausência de vegetação ciliar.

No Médio curso (principalmente unidades **A2** e **E2**) verifica-se que muitos locais sofrem com o aumento do volume e velocidade do escoamento superficial, principalmente decorrentes da alta taxa de impermeabilização do alto curso, ocorrendo o solapamento nas margens dos rios encaixados e inundações em áreas que apresentam planícies fluviais no médio e baixo curso.

O Baixo curso, que apresenta amplos e extensos vales (unidade **E3** - 80% das planícies fluviais da bacia), sofrem cheias principalmente sazonais com um aumento gradual do nível do ribeirão Anhumas.

As unidades **BI** e **EI** que receberam os primeiros assentamentos em meados do século XVIII, atualmente concentram o processo de verticalização do município.

Nas unidades **AI** e **B2**, loteadas num segundo momento do processo de ocupação, caracterizam uma proximidade de bairros com fortes contrastes sócio-econômicos.

Nas unidades **AI**, **A2** e **E2** a população de baixa renda está predominantemente, localizada em áreas íngremes ou em margens de córregos.

Juntas, as unidades **C** e **D** apresentam tendências de ocupação mais recente. Em geral nota-se a procura de áreas localizadas no baixo curso (unidades **C**, **D**, **E3** e **A3**), afastadas portanto, de áreas centrais no alto curso da bacia.

Constata-se na unidade **C** uma crescente valorização e especulação de suas terras, havendo o parcelamento do solo de áreas incorporadas à malha urbana, principalmente

como áreas residenciais e condomínios fechados. Destaca-se a necessidade de estudos locais e dimensionamento de obras (piscinões, canais, rede de drenagem pluvial, etc), projetos levando em consideração os aspectos dos elementos físicos e o processo histórico de ocupação.

As áreas de maior fragilidade natural (unidades *E1* e *E2*), apresentam os piores indicadores de renda, escolaridade e destino do lixo.

## 9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Análises ambientais visam atender a relação das sociedades humanas com o lugar em que estão inseridas. Nesse sentido, os pressupostos desta pesquisa ambiental baseiam-se na compreensão das diferentes sociedades, através de seus modos de produção, consumo, padrões sócio-culturais e o modo como se apropriam dos recursos naturais.

Torna-se importante afirmar que os estudos ambientais necessitam ter como referencial uma determinada sociedade que vive num determinado território e ali desenvolve suas atividades culturais, sociais e econômicas. O conhecimento sistêmico de tais aspectos contribui para a compreensão de processos históricos, de padrões culturais, da dinâmica sócio-econômica atual e principalmente, do modo como a sociedade se relaciona com o ambiente da qual faz parte.

Assim, no que concerne ao diagnóstico ambiental, é essencial pensar no todo (natureza e sociedade) e de que modo este se manifesta no ambiente.

Na bacia do ribeirão Anhumas, verificou-se, em diferentes momentos históricos e padrões ocupacionais, uma influência exercida pelas condições físicas da bacia, determinando locais e processos que colaboram para compreensão da atual organização espacial.

Constatamos que as áreas de maior fragilidade natural pelo risco potencial de sofrerem impacto são aquelas que apresentam os piores índices relacionados aos indicadores sócio-econômicos renda, escolaridade e destino do lixo.

Estas áreas foram ocupadas em momento histórico de grande crescimento populacional, expansão urbana e especulação imobiliária, resultando no surgimento de áreas distantes do centro, ocupadas por parte do contingente migratório que chegava à cidade e pela população expulsa, devido ao processo que remodelou as áreas centrais para possibilitar o início de um processo de verticalização.

As condições ambientais de tais áreas são agravadas pela ocorrência de graves impactos fluviais e pluviais, ocorridos por suas particularidades geomorfológicas sofrerem influência direta de condições ocupacionais das áreas próximas e à montante da bacia. As condições podem ser expressas por indicadores, como: arruamento, impermeabilização, falta de áreas verdes, canalização de córregos, entre outros.

Verificou-se também que diferentes ambientes com condições naturais específicas são intensamente comprometidos por pressões sócio-econômicas provocadas por ma nejo e uso inadequado de seus recursos, ocasionando ambientes degradados. Chega-se a um processo de ação e reação, no qual a cidade se confronta com uma série de problemas ocasionados pela própria incapacidade de seus elementos em absorverem por exemplo, os efeitos das chuvas.

As próprias condições naturais por si só, podem acelerar o processo de degradação (chuvas intensas, aguaceiros, vertentes íngremes, áreas alagadas, encostas desprovidas de vegetação). Entretanto, a antropização do ambiente em condições inadequadas e de forma desordenada, aliada a condições naturais de risco, provoca desastres acompanhados de prejuízos materiais, colaborando para o comprometimento na qualidade de vida e para a própria perda destas vidas.

## 10. BIBLIOGRAFIA

AB´SABER, A. N. *Fala Mestre: Aziz Ab´saber*. Revista Nova Escola. Editora Abril. Fevereiro de 2001.

BASSANI, M. A. Indicadores de qualidade urbana. In: BARRELLA, V.; MAIA, N. B.; MARTOS, H. L. (Org.). *Fatores psicológicos da percepção da qualidade ambiental*. São Paulo: Educ, 2001.

BOLLMANN, H. A. Metodologia para avaliação ambiental integrada. In: BARRELLA, V.; MAIA, N. B.; MARTOS, H. L. (Org.). *Indicadores Ambientais: conceitos e aplicações*. São Paulo: Educ, 2001.

BRIGUENTI, E.C. *Mapeamento das áreas com risco de inundação na bacia do ribeirão Anhumas, Campinas/SP*. Monografia (Bacharelado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente. 2001.

CAMARA, G.; Medeiros, J. S. *Geoprocessamento para projetos ambientais*. São José dos Campos/SP: INPE, 1996.

CANO W.; BRANDÃO C. A. *A região Metropolitana de Campinas: urbanização, economia, finanças e meio ambiente*. Campinas/SP: Editora Unicamp, 2002.

CASSETI, V. *Ambiente e apropriação do relevo*. São Paulo: Contexto, 2ª. ed. 1991.

CHRISTOFOLETTI, A. *Caracterização de indicadores geomorfológicos para a análise da sustentabilidade ambiental*. Sociedade e Natureza, 1996.

CHRISTOFOLETTI, A. *Modelagem de Sistemas Ambientais*. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

CHRISTOFOLETTI, A. *Condicionantes geomorfológicas e hidrológicas aos programas de desenvolvimento*. Rio Claro/SP: Unesp, 1995.

CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia*. São Paulo, Edgard Blucher. 2<sup>a</sup>. ed. 1980.

CHRISTOFOLETTI, A. & FEDERICI, A. *A terra campineira*. Campinas: Mousinho. 1972.

CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. *Degradação Ambiental*. In: CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. (Org). *Geomorfologia e Meio Ambiente*. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

FERREIRA B. A de; ALCOFORADO M. J.; GONÇALO T. V.; MOURA, C.; JANSEN, J. *Metodologias de análise e de classificação das paisagens. O exemplo do Projeto Estrela*. XXXVI, Lisboa: Finis terra, 2001

*Fotografias aéreas pancromáticas do município de Campinas, do vôo realizado em 1962, na escala aproximada 1:25.000.*

GARCIAS, C. M. *Indicadores de qualidade urbana*. In: BARRELLA, V.; MAIA, N. B.; MARTOS, H. L. (Org.). *Indicadores Ambientais: conceitos e aplicações*. São Paulo: Educ, 2001.

GOMES, D. C. H.; COELHO, R. M. ; ROSSI, M. ; MENK, J. R. F.. *O levantamento de solos como subsídio ao diagnóstico sócio-ambiental: a bacia do Ribeirão das Anhumas, Campinas (SP)*. In: VI Congresso Brasileiro de Geógrafia, 2004, Goiania. *Anais do VI Congresso Brasileiro de Geógrafia*. Goiania, GO: AGB/Universidade Federal de Goiás, 2004. p. 1-10.

IBGE. *Estatcart – Sistema de recuperação de informações georreferenciadas*. versão 1.0. IBGE, 2002.

INSTITUTO GEOLÓGICO. *Subsídios do meio físico-geológico ao planejamento do município de Campinas (SP)*. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Mapas de escala 1:50.000. 1993

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. *Manual de Ocupação de Encostas*. São Paulo, 1991

LATRUBESSE, E. M. *Proposta Metodológica para Desenvolvimento de Índices e Indicadores para a Avaliação de Qualidade Ambiental*. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2002.

LEPSCH I. F.; BELLINAZZI J.; BERTOLINI D.; ESPINDOLA C. R. *Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso*. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2ª. imp. 1991.

LIMA, J. O. *Indicadores ambientais aplicados na avaliação da qualidade ambiental, município de Morrinhos, Goiânia/GO*. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade Federal de Goiás. 2002.

MACEDO, R. K. A importância da avaliação ambiental. In: TAUK, S. M. (Org). *Análise Ambiental: uma visão multidisciplinar*. 2 ed. São Paulo: Editora Unesp, 1995.

MACHADO, L. M. C. P. Qualidade Ambiental: indicadores quantitativos e perceptivos. In: MAIA, N. B.; MARTOS, H. L. (Org). *Indicadores Ambientais*. Sorocaba [s.n.], 1997.

MONTEIRO, C. A. F. *Geossistemas: a história de uma procura*. São Paulo: Contexto, 2000.

MORIN, E. *O método - I: A natureza da NATUREZA*. Publicações Europa-América, Lda. 1977.

OECD . *Core set of indicators for environmental performance reviews*. OECD, Paris. 1993.

PIRES NETO, A.G.; CASTRO, S.P.; MENDES, E.A. & GOULART, A.C.. *Mapa geomorfológico do município de Campinas*. São Paulo: Instituto Geológico. 1993a

PIRES NETO, A.G.; CASTRO, S.P.; MENDES, E.A.; GOULART, A.C. Mapa geomorfológico do município de Campinas. *In Subsídios do meio físico-geológico ao planejamento do município de Campinas, SP*. São Paulo: Instituto Geológico, relatórios técnicos, v. 2. 1993b.

ROSS, J. L. S. Geomorfologia Ambiental. In: CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. (Org). *Geomorfologia do Brasil*. 2 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

ROSS, J. L. S. *Geomorfologia: ambiente e planejamento*. 5 ed. São Paulo: Contexto, 2000.

SANTIN, D. A. *A Vegetação remanescente do município de Campinas (SP): mapeamento, caracterização fisionômica e florística, visando a conservação*. Tese de Doutorado. Campinas: Universidade Estadual de Campinas.1999.

SANTOS, A. C. *Campinas, das origens ao futuro: Compra e venda de terra e água e um tombamento na primeira sesmaria da Freguesia de Nossa Senhora da Conceição das Campinas do Mato Grosso de Jundiaí*. Campinas/SP: Editora da Unicamp. 2002.

SÃO PAULO (GOVERNO DO ESTADO) *Cartas topográficas, escala 1:10.000. Plano cartográfico do estado de São Paulo*. São Paulo: Secretaria de Economia e Planejamento (11 cartas). 1979.

SEMEGHINI , U. *Campinas (1960 a 1980): Agricultura, Indústria e Urbanização*. Dissertação (Mestrado em Economia), IE/Unicamp.1988.

SERRA, A. L. R. C. *Indicadores de pressão para o córrego do Piçarrão*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas: Unicamp. 2002.

SOARES, F. M.. *Unidades do Relevo como Proposta de Classificação das Paisagens da Bacia do Rio Curu - Estado do Ceará*. Tese (Doutorado em Geografia) -Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo: Usp. 2001.

SPRING. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Versão 4.0. 2004.

UNCED. UNITED NATIONS CONFERENCE ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (UNCED). *Agenda 21*. Rio de Janeiro, 1992. (Versão eletrônica 1.1. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal). 2002.

## ANEXOS

### Anexo 1.



**Data:** 21/06/2003

**Local:** O Projeto Pró-Anhumas ocorrerá no início da rua Moscou, próximo a quadra de esporte comunitária e ao Centro Comunitário Vila Isa.

Obs. No local, a rua estará impedida para o trânsito de automóveis.

### **Cronograma**

09:00 h - **Abertura**

- Apresentação do projeto Pró-Anhumas. Breve fala de algumas pessoas.

09:30 h - **Apresentações de teatro**

- Ensaíada por alunos da Unicamp (encenada por crianças que moram no do local)
- Último dia

10:30 h - **Caminhada ecológica**

- Divisão das equipes e mutirão de limpeza das margens do ribeirão
- **Grupo Tainã** (música acompanhado o mutirão)
- Gesto simbólico de dar as mãos ao longo do ribeirão: União Pró-Anhumas

11:30 h - **Inauguração**

- Lixeira ambiental

13:00 h - **Práticas esportivas e jogos**

- Organizado pela secretaria de esportes

13:30 h - **Música e dança da comunidade**

- Dança de grupo: Menina Bonita
- Grupo de pagode: Papel Machê
- Violeiros
- Lucio Messias

### **Encerramento**

- Show de rap (grupo da comunidade)
- Dança Country (grupo da comunidade)

Durante toda a programação haverá no local:

- Jogos e atividades esportivas (Secretaria de esportes) – período da tarde
- Exposição com fotos e trabalhos de alunos do ensino estadual sobre o lixo e as inundações do Anhumas.
- Barracas de moradores para a venda de bebidas e alimentos

# Crianças fazem faxina em ribeirão

MARIA TERESA COSTA  
Agência Anhangüera

Dezenas de crianças das favelas da Rua Moscou, no Parque São Quirino, participaram ontem de um mutirão para limpeza das margens do poluído Ribeirão Anhumas, retirando o lixo jogado pelos próprios moradores ribeirinhos. A limpeza foi simbólica, para conscientizar a população local em relação à degradação do ribeirão e suas consequências, como as inundações que constantemente vitimam os moradores.

A atividade é parte do projeto de pesquisa em políticas públicas Recuperação Ambiental, Participação e Poder Público: Uma Experiência em Campinas, financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), que está sendo coordenado pela pesquisadora do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Rosely Torres. A proposta é elaborar um completo diagnóstico da Bacia do Ribeirão Anhumas. Levantamentos sobre solo, vegetação, água, estão sendo realizados com



Nenelton Araújo/AMN

**Dezenas de crianças das favelas da Rua Moscou ajudam na retirada da sujeira**

participação de técnicos da Prefeitura. Unicamp e também com a comunidade para ser apresentado no próximo sábado em um workshop, na sede da Administração regional<sup>3</sup>.

"Nossa proposta é realizar um diagnóstico sócio ambiental junto com a população", informa ambientalista Rosely. Os problemas são muitos; ausência total de mata ci-

har, mais da metade da bacia do Anhumas está urbanizada (o que significa alta impermeabilização do solo), ocupação em áreas de preservação permanente.

A segunda fase do projeto, que será submetida ainda a Fapesp, vai propor alternativas para melhorar as condições daquela bacia. Na atividade de ontem o Projeto Pró-Anhumas como está sendo chama-

do, uniu também as atividades do Projeto Alma (Arte, Lixo e Meio Ambiente) desenvolvido pela Secretaria de Cultura.

As crianças participaram de uma caminhada ecológica, recolhendo lixo para ser depositado em lixeiras de madeira que estão sendo instaladas ao longo do ribeirão. Grupos de dança, de pagode, violões, rap, e teatro animaram a atividade. Durante todo o dia houve venda de alimentos em barracas montadas pelos moradores, jogos e atividades esportivas e exposição com fotos e trabalhos de alunos do ensino estadual sobre o lixo e as inundações do Anhumas.

O menino Márcio Franco da Cruz, de 10 anos, disse que as vezes joga coisas no ribeirão, como pedras e madeiras, mas que a partir de agora não fará mais isso. "Se a gente joga coisas no rio ele inunda", afirmou. O amigo Felipe Ferraz, de 9 anos, também participou da retirada de lixo do ribeirão, prometendo nunca mais jogar nada na água e fiscalizar para que nenhum morador da favela do Pichão jogue entulho no rio.

**Anexo 3.****ÁREAS DE FAVELAS NA BACIA DO RIBEIRÃO ANHUMAS QUE ESTÃO NO PROJETO DE REGULARIZAÇÃO DA SEHAB -COHAB**

<b>Bairros</b>	<b>Localização</b>	<b>N. de Famílias</b>	<b>Ações necessárias</b>
<b>Região Leste</b>			
Nilópolis	R. Angelo Santini	90	Urbanização
Gênesis	Próximo à rodovia D. Pedro	355	Urbanização
N.R. Independência	Estrada do Sabão – Jd. Santana	110	Concessão de título de posse (direito real de uso)
Cafezinho	Rua Bruna Ventura de Grazzia – Jd. Santana	70	Concessão de título
Jd. Novo Horizonte	Rua Luiz Moretton Camargo – Jd. Santana	52	Concessão de título
Getulho Vargas	R. Cirênia Camargo / R. Antonio Leite Camargo	345	Urbanização (obras de drenagem)
Pq. São Quirino	Rua Moscou	350	Reassentamento e remoção de famílias em áreas de risco
Pq. São Quirino	Pça 10, r. Edgard Segall e Pq. São Quirino	48	Concessão de título
Pq. Social Vila Isa	R. Emilio Lang Junior / R. José Abolin Gomes	190	Concessão de título de posse (direito real de uso)
Vila Nogueira	Rua Luiza de Gusmão	133	Remoção e recuperação de áreas ocupadas
Jardim Liria	R. Pixinguinha / r. Manoel Sansano / r. Lucia Zampieri	222	Urbanização (galerias de drenagem)
Guaraçá	R. Natividade da Serra (próximo à escola Americana)	531	Projeto de urbanização (construção de prédios-projeto Erjak)
Vila Dália	Pça. 3 e 4 do Pq Brasília	41	Proj. urbanização e remoção moradores em áreas de risco
Novo Flamboyant	R. Presidente Alves e rua Paulo de Faria	263	Concessão de título
Vila Brandina I Vila Brandina II	R. Sezelei Norma Bove R. Francisco Mesquita	38 405	Urbanização (galerias e retificação de córrego)
Buraco do Sapo – Vila Vitória	Entre as ruas Presidente Alves e Paulo Faria	283	Reassentamento e remoção de famílias em áreas de risco
<b>Região Sul</b>			
Jd. Paranapanema	R. Serra dos Cristais / Serra de Ibicaba	445	Urbanização (galerias de drenagem)
Terra Livre (Sta. Eudoxia A)	R. Enedina Bresler / R. Elias de Oliveira Sabóia	155	Urbanização
Sta. Eudoxia B e C	R. Enedina Bresler / R. Elias de Oliveira Sabóia	160	Urbanização e remoção de famílias em áreas de risco
São Fernando	R. Serra Dourada / Serra da Saudade	200	Urbanização (infra-estrutura e reassentamento)
Jd Itatiaia	R. Elias de Oliveira Sabóia	175	Urbanização e reassentamento

#### Anexo 4.

**Tabela com Remanescentes de vegetação nativa da bacia do ribeirão das Anhumas – Campinas (SP).** Eixo x e y: coordenadas geográficas em UTM (\* = coordenadas calculadas na imagem); ambiente: MMSD = mata estacional semidecídua; C = cerrado; MC = mata ciliar; MP = mata paludícola; N = número de espécies arbóreas.

<b>Fragmento</b>	<b>Eixo x</b>	<b>Eixo y</b>	<b>Ambiente</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>N</b>	<b>Referência bibliográfica</b>
1. Vila Holândia (2 amostras)	285834.45	7480644.88	MMSD; C	18,68	73	Santin 1999
2. Fazenda Boa Esperança	285079.37	7479557.13	MMSD	2,5	27	Santin 1999
3. Jardim do Sol	286040.31	7478186.17	MMSD	1,1	49	Santin 1999
4. Condomínio Rio das Pedras	286600.00*	7476600.00*	MMSD	5,38	51	Santin 1999
5. Fazenda Rio das Pedras (3 fragmentos)	285298.86	7476144.86	MMSD	12,88	52	Santin 1999
6. Reserva Munic. da Mata Santa Genebra	283038.69	7474604.93	MMSD	250,3 6	103	Santin 1999
7. Recanto Yara	285940.00*	7473950.00*	MP	0,68	37	Santin 1999
8. Santa Genebrinha	287700.00*	7473700.00*	MMSD	17,9	60	Santin 1999
9. Fazenda Anhumas	289577.60	7474112.51	MMSD	9,5	30	Santin 1999
10. Fazenda Argentina – mata brejosa	289160.81	7475368.27	MP	2,38	25	Santin 1999
11. Boldrini – Sítio San Martinho	288265.53	7476155.81	MP	1,6	55	Santin 1999
12. Pq. Ecol. Prof. H. de F. Leitão Filho	287671.32	7475809.03	MP	1,24	18	Santin 1999
13. Fazenda Argentina	289990.86	7475164.41	MMSD	2,63	29	Santin 1999
14. Laboratório Síncrotron	289683.48	7476760.16	C	8,6	40	Santin 1999
15. Fazenda Pau D´Alho	291033.34	7476101.89	MMSD	4,22	21	Santin 1999
16. Sítio São Francisco	291168.32	7476657.60	MMSD	3,27	48	Kinoshita 2005, Santin
17. Condomínio Estância Paraíso	290393.98	7476954.61	MMSD	0,64	51	Santin 1999
18. Sítio Yamaguti	289800.52	7478607.95	C	4,85	37	Santin 1999
19. Fazenda Monte D´Este (2 fragmentos)	291400.00*	7478800.00*	MP	16,41	30	Santin 1999
20. Fazenda São Bento	292715.58	7478248.03	MMSD	16	72	Santin 1999
21. Parque Xangrilá	292897.65	7477450.53	MMSD + MC	4,5	47	Santin 1999
22. Jardim Miriam Moreira da Costa	291463.27	7475953.96	MMSD	0,97	58	Santin 1999
23. Faz. Santa Terezinha (AlphaVille)	291765.38	7474729.35	MMSD	4,5	58	Santin 1999
24. Fazenda São Quirino (Nogueirapis)	294779.90	7469076.26	MMSD	18,95	42	Santin 1999

<b>Fragmento</b>	<b>Eixo x</b>	<b>Eixo y</b>	<b>Ambiente</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>N</b>	<b>Referência bibliográfica</b>
25. Haras São Quirino	296167.20	7469802.71	MMSD	3,35	34	Santin 1999
26. Pq. Ecol. Mons. Emílio J. Salim	292853.00*	7465700.00*	MMSD +MC	3,46	42	Santin 1999
27. Bosque dos Jequitibás	289732.35	7465037.59	MMSD	10,34	178	Matthes 1988, Santin 1999
28. Bosque São José	290100.00*	7463650.00*	MMSD	2,97	144	Santin 1999
29. Bosque dos Alemães	287735.56	7467163.55	MMSD	2,07	85	Santin 1999; Cielo Filho & Santin 2002
30. Bosque dos Italianos	287217.72	7467494.74	MMSD	1,77	82	Santin 1999
31. Bosque da Paz	291920.00	7469380.00	MMSD	4,0	50	Santin 1999
32. Bosque Chico Mendes	291332.30	7470967.54	MMSD	4,06	35	Santin 1999
33. Mata do Boi Falô (Faz. Sta. Genebra)	288747.40	7472285.54	MMSD	3,79	38	Santin 1999
Área total				445,5		

Pesquisa desenvolvida no Instituto de Geociência avalia condições da bacia do ribeirão Anhumas

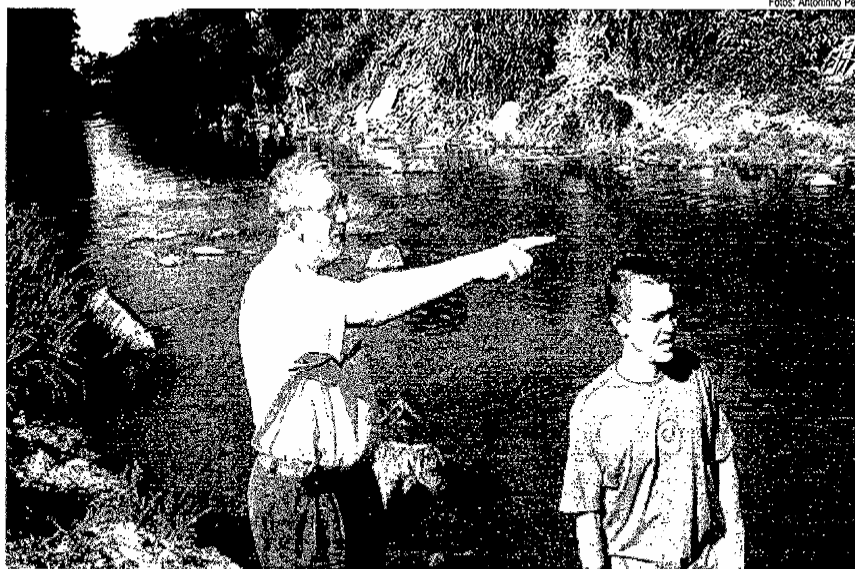
# Diagnóstico ambiental pode orientar políticas públicas

MANUEL ALVES FILHO  
manuel@editoria.unicamp.br

A qualidade ambiental da bacia do ribeirão Anhumas, em Campinas, acaba de ser avaliada por uma pesquisa desenvolvida para a dissertação de mestrado de Ederson Costa Briguenti, apresentada ao programa de pós-graduação em Geografia do Instituto de Geociências (IG) da Unicamp. No trabalho, o autor dividiu a bacia em dez diferentes áreas. Para analisá-las, o geógrafo fundamentou-se na abordagem sistêmica, cruzando o informa-

**Bacia foi dividida em dez áreas** ções socioeconômicas (nível de escolaridade, renda familiar etc) com dados físicos (relevo, vegetação, solo, entre outros). Das unidades tomadas para estudo, quatro apresentaram índices de qualidade ambiental razoáveis, quatro foram consideradas problemáticas e duas permaneceram num patamar intermediário. Mais do que uma radiografia da situação ambiental de uma das principais bacias hidrográficas do município, o levantamento constitui uma valiosa ferramenta para orientar eventuais políticas públicas que objetivem a melhoria da qualidade de vida dos campineiros.

De acordo com o orientador de Briguenti, professor Archimedes Perez Filho, a pesquisa é resultado de um projeto financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), voltado à recuperação ambiental da bacia. Participam desse esforço, além do IG da Unicamp, o Instituto Agronômico de Campinas (IAC) e a Prefeitura local. O trabalho envolve, ainda, os moradores dos diversos bairros situados ao longo da bacia do Anhumas. O docente esclarece que o objetivo do estudo não deve ser com-



O professor Archimedes Perez Filho e o mestrando Ederson Costa Briguenti, às margens do Anhumas: ferramenta para melhorar a qualidade de vida

preendido como uma quantificação precisa que represente de forma exata e absoluta a qualidade ambiental das áreas em questão, mas sim estabelecer e entender as relações da sociedade com a natureza, de modo a fornecer subsídios para possíveis intervenções dos gestores públicos.

Para tanto, foram considerados diversos aspectos, como o processo histórico de ocupação das áreas, os padrões culturais de seus moradores, a dinâmica socioeconômica atual e a maneira como as pessoas tratam o ambiente. "Quando se fala em diagnóstico ambiental é necessário pensar o todo, ou seja, o sistema natural e o socioeconômico, bem como o modo como eles se inter-relacionam", explica Briguenti. O primeiro passo do geógrafo foi mapear as

características físicas da região compreendida pela bacia. Assim, foram agregados dados sobre declividade, solo, relevo, vegetação remanescente e drenagem, formando o que os especialistas classificam de geossistema. Em seguida, o autor da dissertação, utilizando dados dos setores censitários do IBGE, levantou informações relativas ao arruamento, densidade populacional, renda familiar, escolaridade e o destino que as comunidades dão ao lixo doméstico.

Depois, Briguenti promoveu o cruzamento desses dados, espacializando os geolocalizadores nas dez unidades da bacia. Para avaliar a qualidade ambiental das mesmas, o pesquisador estabeleceu critérios e promoveu cálculos matemáticos específicos, obtendo valores de 0 a 1. Quan-

to mais perto do índice 0, pior a situação da área e vice-versa (ver quadro). Ao final do trabalho, o geógrafo concluiu que quatro unidades estão em razoável situação ambiental, quatro estão em situação problemática e duas encontram-se num patamar intermediário. A região em melhores condições, identificada com a letra "C" no estudo, obteve o índice 0,77. Ela engloba o distrito de Barão Geraldo e bairros como Cidade Universitária, Guarã e condomínios residenciais de Barão Geraldo.

Não por acaso, a área em pior situação ambiental (índice 0,39), que corresponde às planícies fluviais do médio curso, denominada "E2", concentra bairros e ocupações que abrigam famílias de baixa renda e cujos chefes têm baixo nível de escolarida-

A BACIA	
<b>Área:</b>	150 quilômetros quadrados
<b>Ocupação:</b>	Cerca de 50% da área foi ocupada pelo processo de urbanização
<b>Viário:</b>	Aproximadamente 10% da área está impermeabilizada por ruas e rodovias asfaltadas
<b>População:</b>	Aproximadamente 285 mil pessoas residam na área da bacia

de. Ademais, essas comunidades convivem com a falta de infra-estrutura e com a ocorrência de impactos fluviais, ocasionados, entre outros fatores, pela impermeabilização de aproximadamente 80% do alto curso, seguida da tendência de revestimento dos canais fluviais e pelo lixo jogado em terrenos ou rios. Pertencem a esta unidade trechos da rua Moscou ao longo do ribeirão Anhumas e as ocupações Gênesis e Cafésinho, onde vivem 355 famílias, nas proximidades da rodovia D. Pedro I. As constatações do estudo, reforça o professor Archimedes, oferecem subsídios que podem ser extremamente úteis para a definição de políticas públicas que envolvam a questão ambiental.

A partir do diagnóstico traçado por Briguenti, será possível promover intervenções corretivas, como planejar áreas verdes em locais desprovidas das mesmas, ou preventivas, como formular leis e exercer fiscalizações que impeçam a ocupação de áreas localizadas nos fundos de vales, que pelas próprias características geomorfológicas estão sujeitas a inundações ou soçapamento. "Nosso principal desejo é que este estudo sirva de fato como uma ferramenta para auxiliar na orientação dessas diretrizes", acrescenta o autor da dissertação.

## Anexo6.

### ► RECURSOS NATURAIS

# Bacia do Anhumas agoniza com expansão urbana

Impermeabilização do solo, acúmulo de lixo e construção em áreas de inundações naturais provocam alagamentos e desmoronamentos

MANU TERESA COSTA  
Da Agência Anhangicera  
teresa@an.com.br

estarrancamentos, alagamentos, inundações, mortes. O Ribeirão Anhumas vem coletando grande quantidade de prejuízos e desperdícios ao longo dos anos: são pessoas levadas pela enxurrada, carros arrastados pelas águas, casas alagadas e em constante risco de desmoronamento, sem contar a convivência diária com águas fétidas de esgoto. Os culpados são vários: o Poder Público, que não planeja e não fiscaliza, a população que faz o que bem entende numa bacia hidrográfica onde os descasos ambientais se acumulam há décadas.

Os problemas não são exclusivos do ribeirão, diz

o pesquisador Ederson Costa Briguenti, que, no final de janeiro, defendeu seu mestrado em Geografia na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), utilizando geoindicadores na avaliação da qualidade ambiental da Bacia do Ribeirão Anhumas. Toda a bacia, que ocupa uma área de 150 quilômetros quadrados, dos quais 48% já estão urbanizados e onde vivem 283,3 mil pessoas, tem impactos.

Todos provocados pelo homem, desde o início da bacia, no Bosque São José, até a foz, no Rio Atibaia. O principal deles é a alta taxa de impermeabilização do solo que acontece nas partes mais altas da Bacia do Anhumas. Em pelo menos 80% do solo no chamado alto curso da bacia, a água não consegue infiltrar. Nos dias de chuva, essa impermeabilização faz com que a enxurrada desça para os córregos com grande volume de água e em grande velocidade. Ou seja, inundação na certa.

Isso quer dizer basicamente o seguinte, explica o pesquisador Archimedes Perez Filho, que orientou a tese de Briguenti: as calçadas, o asfalto, os prédios, os quintais calçados do Centro de Campinas e de bairros como Proença, Cambuí, Guanabara,

Botafogo e outros localizados no alto curso da bacia provocam um escoamento de águas superficiais elevado. É uma área com maior declive e a água desce mais rápido. Por isso, o Córrego Proença transborda na Avenida Princesa d'Oeste e o Córrego do Serafim transborda na Avenida Orosímbo Maia.

A grande quantidade de água levada por esses dois córregos (eles se unem e formam o Ribeirão Anhumas na altura da Chácara da Barra) levam problemas mais impactantes para o médio curso da bacia, onde existem uma série de ocupações, como as favelas da Rua Moscou, Cafezinho, Pirão, Escorpião e outras que seguem o Ribeirão Anhumas desde a Rua Luiza de Gusmão até a rodovia D. Pedro I. É nessa área que está também o

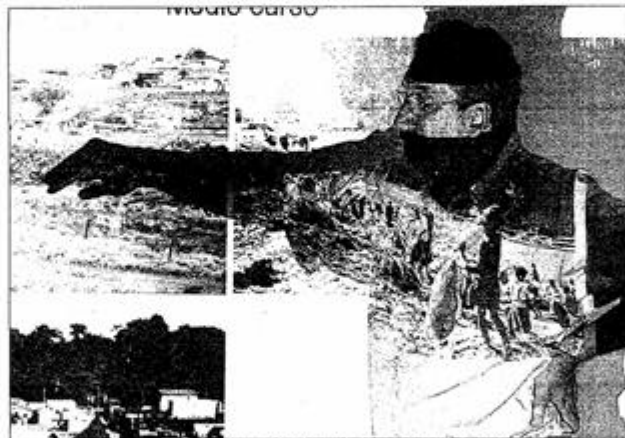
Parque Imperador, onde três pessoas morreram afogadas em fevereiro de 2003 por causa do transbordamento do Córrego São Quirino.

O grande problema nesse trecho da bacia é a degradação ambiental. O Ribeirão Anhumas serve de depósito de lixo dos moradores que constroem seus barracos nas margens e o resultado é que a grande quantidade de água vinda das regiões centrais que passa com maior velocidade naquele trecho vai escavando as margens, provocando desmoronamentos. A grande quantidade de entulhos e lixos na calha do ribeirão ajuda a elevar o nível da água e vem a inundação. "O grande problema é o solapamento das margens", diz Perez Filho.

Mais à frente, na área do baixo curso da bacia, o relevo é mais plano e está ali a maior parte das planícies de inundações, informa Briguenti. Os problemas acontecem porque foram construídas casas em áreas que deveriam ser preservadas para as inundações naturais dos riachos e córregos. É por isso que hoje existem inundações no Vale das Garças, no bairro Guará em Barão Geraldo. A omissão da fiscalização da Prefeitura resultou nos transtornos hoje existentes para os moradores.



Av. Norte-Sul, na Chácara da Barra, onde os córregos Proença e Serafim se unem: inundações



O pesquisador Archimedes Perez Filho, orientador da tese que aponta comprometimento da bacia

## Danos ambientais ainda podem ser controlados

A grave situação existente hoje na Bacia do Anhumas não é culpa da chuva, mas da má ocupação da terra. E, se nas áreas centrais a situação é irreversível, ainda muito se pode fazer para reduzir os danos ambientais nos médio e baixo curso da bacia, afirma o pesquisador Ederson Briguenti.

O "piscinão", diz o professor Archimedes Perez Filho, talvez seja a solução para reter volumes de água que seguem para a Rua Moscou, solapando os barrancos onde estão assentados grandes quantidades de barracos. O que existe na foz dos córregos Proença e Serafim (e onde se forma o Ribeirão Anhumas) é uma alternativa, mas precisa que a saída da água seja dimensionada para que haja vazão sem prejuízos. Hoje, há ali um afunilamento que, se romper, diz Perez Filho, resultará em uma catástrofe.

"Um piscinão pensado corretamente consegue evitar problemas sérios nos dias de muita chuva", afirma. Mas não é apenas isso a ser feito. Educação ambiental vale, e vale muito. O Anhumas tem sérios problemas de assoreamento por causa de lixo jogado na calha do córrego. A limpeza é essencial para minimizar problemas.

E também preciso retirar as populações que estão vivendo nas margens do córrego, correndo risco de verem os barracos deslizarem com o solapamento das margens. Depois de retiradas, as áreas remanescentes devem abrir par projetos como parques lineares, com recomposição da vegetação ciliar para garantir a permeabilização e, ao mesmo tempo, oferecer área de lazer à população. "Se desocupar e nada for feito, a área volta a ser invadida, como já aconteceu no passado", reflete.

Se, nas áreas centrais, o alto grau de impermeabilização provoca fortes enxurradas e alagamentos, os impactos são ainda mais agravados com a canalização de córregos e a ausência de vegetação ciliar, diz Briguenti. (MTC/AAN)



Ederson Briguenti: pesquisa revela danos ambientais

### Impacto da ocupação atinge toda a área de 150 quilômetros quadrados

## Trecho de Barão é o de melhor qualidade

O distrito de Barão Geraldo é a melhor área da Bacia do Anhumas em qualidade ambiental, conforme os critérios adotados pelo pesquisador Ederson Costa Briguenti, que definiu indicadores para dez categorias de classes ambientais existentes na bacia. Ele procurou estabelecer a influência que a pressão de diferentes padrões de ocupação urbana exerce sobre as atuais condições ambientais.

Utilizando informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), além de dados sobre solo, relevo e os impactos, ele estabeleceu indicadores, ou melhor, geoindicadores para cada área da Bacia do Anhumas que permitem avaliar a qualidade ambiental da bacia.

O indicador classifica de 0 a 1 essas áreas. Quanto mais próximo de 1, melhor a qualidade. O índice leva em conta três tipos de

indicadores. Um, que ele chama de indicador de estado, é formado por informações sobre declividade, formas de relevo, solos, densidade de rios. Outro, chamado de indicador de pressão, mescla densidade demográfica, densidade de arruamentos, densidade de domicílios, não-alfabetizados com até dois salários mínimos, destino do lixo em terrenos e rios. E, por último, o que ele chama de indicador de resposta, que é formado pelo percentual de território protegido e existência de parques urbanos.

Em toda a bacia, nenhuma teve classificação 1. A melhor classificação foi de 0,77, dada à área onde está Barão Geraldo. A segunda, que obtve 0,75, é a área onde está a Unicamp e a Telebrás, onde existem novos loteamentos.

A área de pior qualidade ambiental, com 0,39, é o conjunto

de ocupações existentes ao longo do Ribeirão Anhumas, como a favela da Rua Moscou, o Genesis, entre outras. A segunda pior, com indicador de 0,40, é a área onde estão o Jardim São Fernando, o Parque Brasília e a Vila Brandina.

A pesquisa, informa o professor Archimedes Perez Filho, é a primeira dissertação de mestrado que sai do Programa de Pesquisa em Políticas Públicas financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) e que envolve a Unicamp, o Instituto Agronômico de Campinas (IAC) e a Prefeitura.

Os resultados obtidos serão encaminhados para a Prefeitura, para que o gestor público possa utilizá-lo como instrumento para o desenvolvimento de políticas públicas capazes de minimizar os problemas existentes hoje na Bacia do Anhumas. (MTC/AAN)

Área - 150,2 km<sup>2</sup>  
Número de nascentes - 257  
Densidade hidrográfica - 1,7 nascente por km<sup>2</sup>  
Arreamento - 15,33 km<sup>2</sup>  
Área ocupada por ruas - 10,2%  
População - 283.325  
Densidade demográfica - 188 habitantes por km<sup>2</sup>  
Domicílios - 95.743  
Densidade de domicílios - 63 por km<sup>2</sup>  
Lixo - 237 domicílios jogam lixo em terrenos baldios, ruas ou rio  
Renda da população - 10,2% ganham menos de 2 salários mínimos  
Educação da população - 4,61% são analfabetos

