

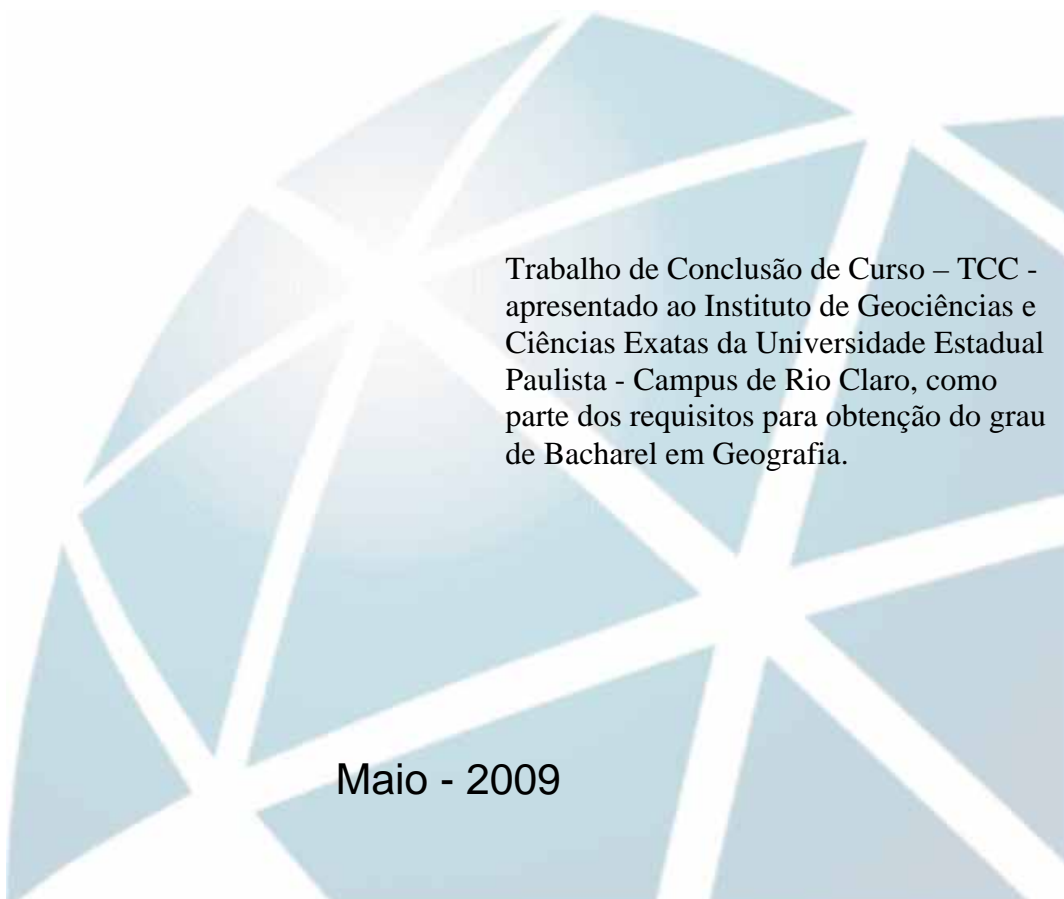
---

CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

---

**Evandro Daniel**

**“Análise geomorfológica do sítio urbano de São  
Pedro/SP: evolução urbana e alterações  
geomórficas”**



Trabalho de Conclusão de Curso – TCC -  
apresentado ao Instituto de Geociências e  
Ciências Exatas da Universidade Estadual  
Paulista - Campus de Rio Claro, como  
parte dos requisitos para obtenção do grau  
de Bacharel em Geografia.

Maio - 2009

**“Análise geomorfológica do sítio urbano de São  
Pedro/SP: evolução urbana e alterações  
geomórficas”**

**Evandro Daniel**

Orientador (a): Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cenira Maria Lupinacci Cunha

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

Rio Claro

Estado de São Paulo – Brasil

Maio - 2009

**Aos meus pais – Tino e Gilda**

## **Agradecimentos**

Aos meus pais pelo apoio fraterno, incentivo, exemplo de trabalho, e dedicação a minha criação e por oferecer condições todo o apoio para eu realizar o ensino superior. São as duas pessoas mais importante da minha vida, no qual, tenho um carinho (amor) infinito.

Agradeço primeiramente à Prof<sup>a</sup>. Cenira Maria Lupinacci da Cunha pela confiança, oportunidade, dedicação e principalmente pela paciência durante todo o tempo de realização dessa pesquisa. Além de excelente professora, uma personalidade indiscutível (maravilhosa), principalmente pelos seus conselhos. Vale ressaltar, que sem a sua participação seria impossível o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus irmãos Laura e Henrique, todo o meu respeito e carinho.

Agradeço também a todos os meus amigos que passaram em minha vida durante a graduação, desde o início na Unesp em Ourinhos (SP) Mineiro, Carioca, Gustavão, Mineiro, George, Rogério, Luiz Paulo, Carla, Bixo, Luciano (Japa), Quindim, Turco, Talita, Cintia, entre outros (peço desculpa se caso esqueci de mencionar alguém), até a transferência para Unesp Rio Claro (SP).

Agradeço ao pessoal do Laboratório de Geomorfologia: Tissiana, Leandro, Dener, e principalmente ao Adriano que tanto me ajudou na criação dos mapas no programa Auto Cad Map.

Agradeço também aos meus amigos “irmãos” Danilo, Valter, Barretos, que sempre estiveram nos momentos tristes e felizes que a vida nos proporciona.

Vale ressaltar, o agradecimento aos funcionários da Prefeitura de São Pedro (SP), que sempre foram atenciosos nos momentos que mais necessitei e que, gentilmente disponibilizaram as fotografias aéreas para o desenvolvimento da pesquisa.

E por fim agradeço a todos os professores e seus ensinamentos, e as suas diversas maneiras de pensar o mundo.

**“...somos o que somos, mas somos, principalmente, o que fazemos para mudar o que somos...”**

**(Dalai Lama)**

**Trabalho dedicado aos meus pais,  
e aos meus irmãos.**

# **Análise geomorfológica do sítio urbano de São Pedro/SP: evolução urbana e alterações geomórficas**

**Aluno: Evandro Daniel**

**Orientador (a): Cenira Maria Lupinacci Cunha**

## **RESUMO**

Este trabalho apresenta o resultado de estudo e análise do espaço urbano de São Pedro/SP para avaliar a interferência da urbanização nas mudanças geomórficas e na formação de feições associadas a processos erosivos lineares acelerados.

A área de estudo localiza-se na porção centro-oriental do estado de São Paulo, distando cerca de 198 km da capital. Encontra-se limitada pelas coordenadas 22°30' e 22°45' de latitude sul e 47°45' e 48°00' de longitude oeste. (FACINCANI, 1995, p.4).

Para atender ao objetivo proposto, foram realizados mapeamentos geomorfológicos e do uso da terra ao longo do processo histórico de expansão da área urbana do município, mais precisamente desde 1970 até o período atual, com base na proposta técnica de Tricart (1965) e Anderson (1979), respectivamente. Para isso, foram utilizadas fotografias aéreas de escala 1:25.000, 1:40.000 e 1:30.000, referentes respectivamente, aos cenários de 1972, 1988 e 2000. Para realização da análise integrada da dinâmica do uso da terra e das alterações geomórficas foi utilizada a “Teoria Geral dos Sistemas” como orientação metodológica, uma vez que uma das principais preocupações do geógrafo são os impactos ambientais e, conforme Christofolletti (1986), para compreender e executar ações preventivas e de recuperação do meio degradado, é necessário obter conhecimentos adequados desses processos, com base numa abordagem integrada do espaço, visando à compreensão do funcionamento e do equilíbrio da natureza integrados com as atividades humanas. Dessa forma, este estudo constatou que a expansão urbana de São Pedro foi uma das causas do surgimento e evolução das diversas voçorocas existentes na área de estudo. Ainda, por meio de observações “*in loco*”, pode-se constatar que esse tipo de prejuízo ambiental não vem tendo a atenção merecida (ausência de medidas de recuperação) pelo poder público, apesar da gravidade do problema.

**Palavras Chave:** Urbanização Processos Erosivos Lineares Geomorfologia.

## LISTA DE FIGURAS

|   |       |
|---|-------|
| Figura 01: Localização da Área de Estudo.....   | PG 12 |
| Figura 02: Carta de Uso da Terra do Espaço Urbano de São Pedro – Cenário de 1972..... | PG 24 |
| Figura 03: Carta de Uso da Terra do Espaço Urbano de São Pedro – Cenário de 1988..... | PG 25 |
| Figura 04: Carta de Uso da Terra do Espaço Urbano de São Pedro – Cenário de 2000..... | PG 26 |
| Figura 05: Distribuição dos setores de análise da área de estudo.....                 | PG 31 |
| Figura 06: Carta Geomorfológica do Espaço Urbano de São Pedro – Cenário de 1972.....  | PG 38 |
| Figura 07: Carta Geomorfológica do Espaço Urbano de São Pedro – Cenário de 1988.....  | PG 39 |
| Figura 08: Carta Geomorfológica do Espaço Urbano de São Pedro – Cenário de 2000.....  | PG 40 |

## LISTA DE FOTOS

|   |       |
|---|-------|
| Foto 01: Área de uso urbano em vertente que drena para o córrego Tucum. (Bairro São Dimas)..... | PG 32 |
| Foto 02: Prática de Silvicultura na bacia do córrego do Tucum.....                              | PG 33 |
| Foto 03: Expansão do uso urbano próximo ao Córrego Espraiado.....                               | PG 34 |
| Foto 04: Prática de Silvicultura próxima ao Córrego Espraiado.....                              | PG 34 |
| Foto 05: Presença de solo exposto próximo à margem da área urbana.....                          | PG 35 |
| Foto 06: Urbanização a margem do Córrego Samambaia.....   | PG 36 |
| Foto 07: Trecho do Córrego Samambaia, com forma de fundo de vale.....                           | PG 41 |
| Foto 08: Obras de Construção Civil no Córrego Samambaia.....                                    | PG 41 |
| Foto 09: A urbanização próxima a vertente do Córrego Tucum.....                                 | PG 44 |
| Foto 10: Residências em situação de risco próxima a vertente da voçoroca do Córrego Tucum.....  | PG 44 |
| Foto 11: Trecho do Córrego do Tucum assoreado.....  | PG 45 |
| Foto 12: A prática de silvicultura próxima ao Córrego Tucum como forma de contenção.....        | PG 46 |
| Foto 13: Ocupação urbana próxima a ruptura topográfica.....                                     | PG 47 |
| Foto 14: Processo Erosivo e de Urbanização próximo ao Córrego Espraiado.....                    | PG 48 |
| Foto 15: Trecho de fundo de vale plano do Córrego Espraiado.....                                | PG 49 |



## LISTA DE GRÁFICOS

|                   |        |
|-------------------|--------|
| Gráfico 01: ..... | PG. 27 |
| Gráfico 02: ..... | PG. 27 |
| Gráfico 03: ..... | PG. 28 |
| Gráfico 04: ..... | PG. 30 |

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 01: ..... PG. 20

## SUMÁRIO

|  |        |
|--|--------|
| 1.INTRODUÇÃO.....                                      | PG. 01 |
| 2. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO..... | PG. 12 |
| 3. MÉTODOS E TÉCNICAS.....                             | PG. 16 |
| 4. ANÁLISE DOS RESULTADOS.....                         | PG. 23 |
| 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....                           | PG. 53 |
| REFERÊNCIAS.....                                       | PG. 55 |

## 1. Introdução

A problemática ambiental vem sendo considerada, há décadas, um dos problemas de maior preocupação do mundo, conseqüência da forma variada, rápida e agressiva com que o homem tem interferido na dinâmica natural (Carpi Junior, (1996); Clark, (2005); Drew, (2005) entre outros).

A interferência humana em escala global baseia-se, conforme Corrêa (1997), numa ideologia materialista, competitiva, individualista, consumista, fato que vem motivando a sociedade e o Estado a realizar conferências, tratados, estudos ambientais, para criar alternativas de soluções para os inúmeros problemas que atingem o planeta nas mais variadas escalas de intensidade, uma vez que a relação homem meio ambiente está chegando a uma situação crítica. As mudanças e os impactos provocados pelas ações humanas podem tornar-se irreversíveis, caso não haja significativas alterações na relação. (DREW, 2005)

É importante ressaltar que o uso e ocupação do espaço podem acontecer de várias maneiras, seja por meio de atividades agrícolas, implantação de estradas, crescimento de cidades, extração mineral, técnicas inadequadas de uso e ocupação do solo, entre outros fatores que também acabam prejudicando o meio ambiente (CARPI JUNIOR, 1996). Aliado a esses usos, verifica-se a ocorrência de condições precárias de saneamento básico, ausência de tratamento de esgotos domésticos e industriais, que, despejados em rios e lagos, poluem-nos, provocando sérios problemas, inclusive de saúde, para a população (CLARK, 2005). Enfim, as ações humanas modificam e reordenam o ambiente natural e, conseqüentemente, o relevo com os diversos exemplos de apropriações citados anteriormente.

A interferência causada pelo homem na natureza, por meio da implantação das cidades, dá-se, conforme Braga (2003, p. 114), pelas construções humanas de maior exploração na superfície terrestre. Conforme esse autor

[...] as características da urbanização fazem com que esse processo seja, não só um fator gerador de problemas ambientais, mas um problema ambiental em si [...] a urbanização modifica todos os elementos da paisagem: o solo, a geomorfologia, a vegetação, a fauna, a hidrografia, o ar e, até mesmo, o clima [...]

As ações relacionadas á urbanização acarretam a mudança na dinâmica natural, que não é estática, mas estável e contínua, quando não há interferência humana. Nessas circunstâncias, é vital a realização de técnicas de prevenção como, por exemplo, a

elaboração de diagnósticos ambientais para a execução de prognósticos e, conseqüentemente, a criação de diretrizes de uso dos recursos naturais, de modo a minimizar a deterioração da qualidade ambiental, conforme Ross (2005).

Como não se pode coibir o uso e ocupação do espaço, faz necessário, conforme Ross (2005, p.16), estabelecer uma postura que seja

[...] mais voltada para o preventivo do que o corretivo [...] uma vez que, na natureza é bem menor o custo da prevenção de acidentes ecológicos e da degradação generalizada do ambiente, do que corrigir e recuperar o quadro ambiental deteriorado; mesmo porque determinados recursos naturais uma vez mal utilizados ou deteriorados tornam-se irrecuperáveis [...]

A prevenção segundo Ross (2005), requer a elaboração de diagnósticos ambientais, que permitem a execução de prognósticos e, conseqüentemente, a criação de diretrizes de uso dos recursos naturais de modo mais racional possível, minimizando a deterioração do ambiente.

Em escala nacional, o Brasil também sofre inúmeras formas de exploração da natureza pelo homem, uma vez que, além do processo de urbanização desordenado, observam-se, por exemplo, queimadas na Amazônia, que, de acordo com Picoli (2006), são motivadas pelo comércio madeireiro, pelo interesse da política de colonização promovida pelo Estado e, também, pelo interesse de exploração capitalista que visa o lucro a qualquer preço.

Nessas circunstâncias, os inúmeros problemas ambientais decorrentes de ações humanas somam-se os processos erosivos com conseqüências desastrosas e de difícil solução em todo o mundo. Goudie (1990) também afirma que a erosão dos solos é o principal e o mais sério impacto causado pelo homem ao meio ambiente.

Assim, o solo que constitui o recurso básico de uma nação, e que pode ser revigorado desde que conservado e usado devidamente, tem, na erosão, uma das mais nefastas degradações (DAEE, 1989).

A superfície da terra é quase totalmente coberta por solos, considerados camadas vivas, cujas rochas se alteram, sofrendo processos pedogenéticos comandados por agentes físicos, químicos e orgânicos, mas que são contrabalanceados pelo processo de erosão. No entanto, quando ocorre certo desequilíbrio entre a velocidade do processo de erosão e os processos de formação dos solos, originam-se, conseqüentemente, os processos erosivos ou erosões (DAEE, 1990).

Então, os processos erosivos lineares nos diversos estágios, além dos problemas gerados nas áreas onde ocorrem, criando sulcos, ravinas e voçorocas, também causam a diminuição da fertilidade dos solos, afetando o crescimento das plantas e, conseqüentemente, diminuindo a capacidade de retenção de água, e também assoreando rios e reservatórios. Essa situação torna praticamente impossível o uso destas áreas para práticas agrícolas, de modo que a erosão pode ser considerada um dos grandes responsáveis pelo comprometimento da qualidade e quantidade de produção de alimentos. (DAEE, 1989; Baptista, 2003; Guerra e Mendonça 2004; Guerra & Mendonça, 2004; Bigarella, 2007, entre outros).

A ocorrência de erosões é processo muito antigo, relacionado à escala geológica, conforme comprovam os modelados, que revelam a história da Terra em várias escalas de tempo: milhões de anos para alguns, meio milhão de anos para outros; algumas dezenas ou somente alguns milênios, em numerosos casos, ou seja, os agentes de erosão, as formas de erosão estão associadas, numa perspectiva de reconstituição histórica, a outros elementos tais como a arqueologia pré-histórica e a paleobotânica (RISER, 1995).

No entanto, esses processos se tornaram mais evidentes em conseqüência do início da prática da agricultura, haja vista a substituição do nomadismo pelo sistema fixo e a intensificação do uso da terra (Bertoni e Lombardi Neto, 1985). Também é pertinente dizer, que o início de relatos, registros e estudos sobre a ocorrência de diversas formas de processos erosivos lineares acelerados no Estado de São Paulo iniciam-se no século XIX (MAURO, 1989).

Atualmente, a compactação do solo e a lixiviação, conseqüência da retirada da cobertura vegetal para a prática da agricultura mecanizada em substituição aos métodos tradicionais e também a expansão urbana desordenada tornam-se grandes responsáveis pela vulnerabilidade e a exposição do solo à ação dos agentes erosivos (principalmente pela água), devido às características climáticas predominantes no país.

A erosão pode ser definida como a perda da camada superficial do solo pela ação da água e ou do vento, em diversas condições físicas e climáticas. A perda reduz a fertilidade, porque o solo se torna mais denso e fino, dificultando a penetração das raízes, da capacidade de reter água e os nutrientes são lavados com as partículas de solo erodidas (ARAÚJO et al., 2007).

A erosão pode ser entendida, também, como um processo de desagregação, transporte e deposição de partículas componentes, do solo, determinado pela ação do vento e, mais especificamente, pela água (BAPTISTA, 2003).

O conceito de erosão (do latim: erodere) está ligado aos processos de desgaste da superfície do terreno com a retirada e o transporte dos grãos minerais. Implica a relação de fragmentação mecânica das rochas ou a decomposição química das mesmas, bem como a remoção superficial ou subsuperficial dos produtos do intemperismo. Assim, a erosão consiste no desgaste, no afrouxamento do material rochoso na remoção das partículas, dos detritos, através dos processos atuantes na superfície da terra (BIGARELLA, 2007).

Os processos erosivos se devem a agentes variados, isto é, a diferentes formas de ocorrência. Assim, optamos apresentar uma breve descrição das diversas denominações e formas discutidas por Guerra e Guerra (2005). Embora haja inúmeras outras abordagens da questão por outros autores. Seguem, assim as diferentes definições apresentadas pelo autor mencionado: erosão acelerada (antrópica), realizada na superfície terrestre pela intervenção humana e seres vivos em geral e que ocasiona um desequilíbrio ambiental; erosão atmosférica, refere-se, no sentido amplo da erosão, provocada por agentes geológicos exógenos, como vento, águas das chuvas, águas correntes; erosão das margens, ocorre nas margens dos rios, principalmente em margem côncava, e provocada pela velocidade e quantidade da água; erosão de ravinamento, produzido por lençol de escoamento superficial por meio de certas concentrações; erosão diferencial (seletiva), trabalho desigual dos agentes erosivos ao devastarem a superfície do relevo, decorrentes das resistências desiguais das rochas, o que favorece o fraturamento e o trabalho de certos agentes de erosão; erosão elementar, decorrente de vários fatores como a variação da temperatura, amplitudes climática o que provoca a desagregação das rochas, gelo e degelo, decomposição química e reduz os fragmentos menores dos produtos desagregados pelos agentes mecânicos; erosão em lençol (laminar), causada pelo escoamento em lençol; erosão eólica, decorrente do trabalho do vento ocorre mais em regiões semi-áridas, ou também nas zonas litorâneas; erosão glaciária, decorrente do efeito das geleiras, ocorrendo principalmente nas regiões de clima frio e temperado; erosão interravinadas, ocorre na parte mais elevadas entre as ravinas, decorrente do escoamento concentrado das águas; erosão fluvial (normal ou linear), decorrente da ação contínua das águas correntes na superfície terrestre; erosão marinha, decorrente do trabalho de destruição e construção feitas pelas vagas forçadas

ou de translação ao longo dos canais; erosão geológica, decorrente dos diversos agentes erosivos sem que haja a intervenção do homem; erosão nival, trabalho realizado pelo congelamento e pelo degelo das camadas de neve, provocando assim a remoção de materiais desagregados e decompostos; erosão pluvial ou pluviosão, decorrente do trabalho executados pelas águas das chuvas na superfície do globo; erosão por salpico, decorrente do atrito feito pelas gotas de águas da chuvas nos solos; erosão regressiva (remontante), ocorre no leito de um rio sendo o trabalho de desgaste do fundo feito a partir da jusante para montante; erosão solar (térmica), trabalho de desagregação mecânica feito pelos raios solares; erosão subterrânea, corresponde a ação destrutiva das águas da subterrâneas, ocorrem principalmente em regiões calcárias; erosão superficial, desgaste da superfície da crosta terrestre; erosão vertical, corresponde as atividades de escavamento das águas correntes e dos glaciais, no sentido de aprofundamento do leito do vale; erosão zoógena, processo decorrente do desgaste e depósito por animais.

Desta forma, a atuação dos processos erosivos também está relacionada à própria natureza, sob as formas de quantidade e distribuição de chuvas, energia cinética da água das chuvas, a declividade (topografia), as propriedades químicas e físicas dos solos, ventos, litologia, o tipo de cobertura vegetal, além, é claro, da ação do homem por meio do uso e manejo (Guerra & Mendonça, 2004; Baptista 2003; Bigarella 2007; DAEE, 1989, entre outros). Assim, esses fatores condicionantes determinam as variações nas taxas de erosão, ou seja, é por causa deles que certas áreas erodem mais do que outras.

A cobertura vegetal protege os terrenos por meio da redução do impacto direto das gotas de chuva no solo, interceptadas pela folhagem e pela diminuição do escoamento superficial, e da capacidade das águas de removerem e transportarem partículas do solo. Dessa forma, a vegetação reduz o processo de fluxo superficial, minimizando de forma considerável a ação erosiva, quando a água circula ao redor dos troncos e das raízes (DAEE, 1989; Baptista, 2003; Guerra & Mendonça, 2004; Araújo et al., 2007; Bigarella, 2007, entre outros).

Vale ressaltar que a transpiração das plantas provoca a perda de umidade do solo, no entanto, as plantas o isolam das altas e as baixas temperaturas, limitando a sua dissecação e o congelamento (RISER, 1995).

Assim, a retirada da cobertura vegetal condiciona a exposição do solo à ação direta das chuvas, e, então, além dos efeitos mecânicos, ocorre a eliminação da reserva da matéria orgânica (húmus). As precipitações abundantes favorecem o



empobrecimento do solo com diminuição da produção agrícola (DAEE, 1989; Baptista 2003; Guerra & Mendonça, 2004; Araújo et al., 2007; Bigarella, 2007, entre outros).

A topografia influencia também os processos erosivos, de modo que, maiores velocidades de erosão podem ser mais freqüentes em relevos acidentados, como morros, do que em relevos suaves, como colinas amplas. As declividades mais acentuadas favorecem a concentração e maiores velocidades de escoamento das águas, aumentando sua capacidade erosiva. Vale ressaltar que a declividade tem maior importância quanto maior for o comprimento da encosta. Por isso, a influência da topografia na erosão é analisada pela ponderação de dois fatores: declividade e comprimento de encostas (DAEE, 1990).

A declividade e o comprimento de encosta são considerados como um dos grandes responsáveis pela velocidade da água (agente erosivo). É preciso considerar também a altura bem como a inclinação de uma topografia, na qual os escorregamentos e a ação dos processos erosivos são mais freqüentes em vertentes com mais de 15% de declive (DAEE, 1990; Bigarella, 2007, entre outros).

A estrutura, a composição, a espessura, a relação textural entre horizonte e camadas do solo, isto é, as propriedades físicas e químicas controlam a desintegração e a coesividade deste. Dessa forma, o conjunto dessas características define os tipos (composição) de solos (DAEE, 1989; Baptista 2003; Guerra & Mendonça, 2004; Guerra & Cunha, 2006; Araújo et al., 2007; Bigarella, 2007, entre outros).

A erodibilidade é uma outra propriedade que reflete a menor ou a maior facilidade de os solos serem erodidos: geralmente, os mais arenosos se desagregam mais facilmente que argilosos, isto é, a textura dos solos também é uma das propriedades condicionadora dos processos erosivos, porque algumas frações granulométricas são removidas mais facilmente que outras. Assim, a remoção de sedimentos é maior na fração de areia média e diminui nas partículas maiores e menores. Exemplo disso é a areia, que tem os maiores índices de erodibilidade. (DAEE, 1989; Baptista 2003; Guerra & Mendonça, 2004; Guerra & Cunha, 2006; Araújo et al., 2007; Bigarella, 2007, entre outros). O teor de matéria orgânica também deve ser considerado com um dos elementos importantes para agregação das frações granulométrica, isto é, a estabilidade dos agregados. O processo de formação da matéria orgânica depende da fauna e da flora que vivem sobre ou dentro do solo. As raízes e microorganismos são os grandes responsáveis por uma parte considerável da matéria orgânica. Dessa forma, o teor orgânico tem correlação inversamente proporcional com a erodibilidade, principalmente

em solos com alto teor de silte e areia. Essa situação se justifica pelo fato que os solos com menos 3,5% de matéria orgânica tem agregados instáveis.

Ao lado das características naturais o uso e ocupação do solo pelo homem é decisivo para a aceleração dos processos erosivos, uma vez que essas características determinam as formas e as práticas de uso e ocupação mais adequadas possíveis, para que a aceleração seja minimizada e os processos erosivos controlados (DAEE, 1989; Baptista, 2003; Guerra & Mendonça, 2004; Guerra & Cunha, 2006; Araújo et al, 2007; Bigarella, 2007). É relevante comentar a ocupação desordenada, as práticas agrícolas por meio da utilização da mecanização, como também de fertilizantes (produtos nocivos de correção do solo), desmatamento, mineração, superpastoreio. A monocultura, o descalçamento e corte das encostas para a construção de casas, prédios, e ruas são outros exemplos de atividades humanas relacionadas ao mau uso da terra, que desestabilizam encostas e promovem o surgimento de processos erosivos.

A ação de vento, decorrente da velocidade, duração, direção e grau de turbulência, é fator de erosão que ocorre, principalmente, em solos relativamente secos. Os ventos são capazes de transportar partículas, principalmente as menores que 0,1 mm, isto é, um material com as dimensões próximas às do silte fino, sendo que a porção principal das partículas de solo transportadas pelo vento ocorrem, perto da superfície, a alturas abaixo de um metro. (Riser, 1995; Araújo et al., 2007; Bigarella 2007, entre outros).

A litologia não reage da mesma maneira à alteração; as rochas podem ser mais ou menos resistentes e o seu grau de permeabilidade pode ser variável. Essa propriedade depende da porosidade ou do modo como ela fratura, ou da clivagem, que pode facilitar o acesso de fluídos intempéricos. (Guerra & Cunha, 2006; Bigarella 2007, entre outros). Dessa forma, a importância das rochas em relação à ocorrência dos processos erosivos é a composição mineralógica, já que esta influencia no grau de alteração, de acordo com a suscetibilidade de alteração dos minerais presentes. Vale ressaltar que a granulometria dos minerais também influencia a alteração, já que, quanto menor o grão, maior a razão entre sua superfície e seu volume e, conseqüentemente, maior a sua exposição aos agentes intempéricos (Guerra & Cunha, 2006; Bigarella, 2007, entre outros).

A energia da chuva por meio do escoamento superficial pode ser capaz de arrastar grande quantidade de solo, dependendo das condições (solo exposto, rochas de pouca resistência). O desprendimento das partículas e a sua movimentação pelo impacto das gotas de chuvas são de grande importância na erosão dos solos. Representam muitas

vezes a fase erosiva inicial dos processos. (BIGARELLA, 2007). Vale ressaltar que a importância da chuva em relação aos processos erosivos está relacionado com a sua distribuição, intensidade no espaço.

As gotas de chuvas também podem contribuir para compactar a superfície do solo, reorientando seus componentes para formar uma crosta superficial com selagem dos poros, de modo a facilitar o escoamento superficial (Baptista, 2003; Guerra & Mendonça, 2004, entre outros).

Dessa forma, a realização dos estudos sobre a formação de feições erosivas, deve ser realizada por meio de uma abordagem integrada do espaço, ou de uma determinada área problemática decorrente da ação desses processos. Assim, a Teoria Geral dos Sistemas possibilita uma visão holística das causas desse tipo de prejuízo ambiental pelo fato de considerar os agentes humanos e naturais. Essa teoria analisa o meio como resultado dos aspectos físicos e antrópicos, ou seja, considera os processos, consequências das características naturais e também da interferência do homem.

A preocupação com a erosão justifica-se, conforme Guerra e Cunha (2007), por ser considerada como um problema de escala mundial, apesar de essa problemática ocorrer de forma mais séria nos países em desenvolvimento. Os países europeus também vem se preocupando com a erosão, como se pode observar pela quantidade de trabalhos, artigos, revistas especializadas, livros e teses sobre o assunto, á procura de alternativas de conter, controlar e recuperar áreas degradadas pela erosão.

Quando é registrada a ocorrência de erosão em áreas urbanas verifica-se que a urbanização cria mudanças significativas nas taxas de erosão, principalmente durante a fase de construção de uma cidade, devido a perturbação do terreno pelas escavações e pela quantidade de solo exposto. No entanto, essa situação problemática diminui quando se reduzem as construções, principalmente nas cidades em que há planejamento e infraestrutura de rede de esgotos, galerias, ruas pavimentadas, áreas verdes etc. (Guerra & Mendonça, 2004)

Os processos de erosão acelerada, que resultam em ravinas e voçorocas em áreas urbanas decorrem da concentração das águas pluviais e servidas, devido à falta de infraestrutura urbana. (Guerra & Mendonça, 2004). A situação ocorre em inúmeros municípios distribuídos em todo o território brasileiro, sendo que, em alguns, a gravidade é maior do que em outros (Guerra & Mendonça, 2004; Baptista 2003; Bigarella 2007; DAEE, 1989, entre outros).

Dessa forma, não é diferente a situação do estado de São Paulo, em que há

ocorrência de formações de processos erosivos em inúmeros municípios, com gravidades variáveis, e grandes prejuízos para a sociedade. Vale ressaltar que no estado de São Paulo estima-se que existam 3.000 boçorocas e aproximadamente 80% das terras cultiváveis estejam passando por processos erosivos, além dos limites de recuperação natural do solo (DAEE, 1989).

No município de São Pedro (SP), objeto alvo dessa pesquisa, os processos erosivos também são recorrentes, como se comprova por observações *in loco*, e por trabalhos já realizados na região. Almeida et al. (2004), com base em registros de fotografias aéreas e visitas técnicas, realizaram a partir de uma perspectiva histórica, um trabalho sobre a ocorrência de processos erosivos no córrego Tucum do referido município.

O trabalho de Almeida et al. (2004) resultou da análise da evolução e das conseqüências do processo no córrego Tucum, apontando que, em 1962, o município já possuía a cicatriz do processo erosivo, que se dinamizou com o surgimento de loteamentos próximos além de aumento do escoamento das águas pluviais para o ramo principal do talvegue, o que acabou acelerando a evolução remontante da erosão.

Até recentemente, em torno de 2003 e 2004, conforme Almeida et al. (2004), foram realizadas apenas medidas paliativas para conter os processos erosivos do córrego Tucum, isto é, ações voltadas apenas para tentar controlar os processos desencadeados e não para preveni-los.

Outro trabalho importante, que também discute os processos erosivos recorrentes no município de São Pedro/SP, foi o de Perez Filho et al. (1986), sobre a formação de processos erosivos iniciais e acelerados em áreas urbanas e agrícolas, em função da fragilidade dos solos, das características topográficas e também o desmatamento, a prática de pecuária extensiva, construção de estradas rurais e expansão do núcleo urbano.

O referido estudo procedeu a uma análise das variações dos processos erosivos acelerados em função das variações pluviométricas e do uso da terra. Assim, foram instalados pluviômetros na área de estudo para realizações de leitura diárias. Também foi realizada coleta de dados referentes à erosão laminar, por meio de demarcações de transectos em pequenas bacias hidrográficas (1º ordem), onde foram colocadas estacas a cada 25m para leituras mensais do nível do solo, visando à realização de uma análise granulométrica e química, conforme as amostras da profundidade do solo. Testes de infiltração média (mm/h) foram realizados no local onde a análise granulométrica

apontou diferenças texturais do solo.

Assim, as medidas realizadas no campo mostraram variações em função das diferentes precipitações pluviométricas, que, associadas às construções de estradas vicinais e linhas de contorno em áreas de reflorestamento, como também ao uso do solo arenoso (areias quartzosas) para reflorestamento (eucalipto), apresentou problemas erosivos em declividades de 8 a 10%.

Ainda inúmeros outros trabalhos foram realizados sobre a ação de processos erosivos no município de São Pedro/SP, como, por exemplo, o de Zuquette et al. (2007), que apresentou um estudo dos fenômenos de erosão na área da bacia do córrego Espriado, do município de São Pedro/SP, por meio de observações realizadas em quatro situações temporais diferentes: 1972, 1978, 1995 e 2002 e conhecimento de características dos terrenos dessa bacia. Os autores elaboraram o mapa geotécnico da área, a caracterização sumária (clima, vegetação, geomorfologia e geologia) e também o mapa de material inconsolidado, e informações de medidas de preservação e corretivas dos referidos fenômenos erosivos. Por fim, essa pesquisa evidenciou a influência que a ação antrópica tem no deflagrar daquele processo ou no acelerar da sua evolução.

Furquim (2002) realizou sobre a região de São Pedro/SP, estudo no qual procurou identificar feições macro e micromorfológicas (em escalas de campo e do microscópio óptico, respectivamente) e evidências analíticas (parâmetros físicos e químicos) que indicassem possíveis mecanismos de translocações, perda e acumulação de matéria prima no interior da cobertura pedológica, possivelmente responsáveis pela modificação do modelado.

Assim, as feições identificadas, principalmente macro e micromorfológicas, indicaram a ocorrência de processos químicos e mecânicos no interior da cobertura pedológica, desencadeados, principalmente, pela circulação da água no interior dos solos e responsáveis pela redistribuição e/ou remoção de material em todo o transecto.

Assim, esse estudo concluiu que a cobertura pedológica do transecto Espriado caracteriza-se, principalmente, pela perda generalizada de matéria, provavelmente associada a uma perda de volume dos solos e a um rebaixamento do modelado local, assim como descrito em outras áreas tropicais. O autor ainda afirma que os resultados apresentados estão em desacordo com a idéia de oposição entre os processos pedogenéticos e morfogenéticos, comumente presentes na visão tradicional das relações solo-relevo, uma vez que os processos deduzidos são possivelmente responsáveis, não

apenas por mudanças de características morfológicas da cobertura pedológica, mas também por mudanças no modelado. Além disso, a presença desses processos na área estudada parece estar de acordo com os princípios da teoria de etchplanação.

A partir dos estudos e da problemática apresentada, este trabalho teve a preocupação de estudar e analisar a área urbana de São Pedro/SP, escolhida por já demonstrar, conforme verificado em campo, a presença de alguns casos de processos erosivos lineares acelerados, tais como sulcos erosivos, ravinas e voçorocas. Assim, pretendeu-se avaliar como a urbanização desse município do interior do Estado de São Paulo influenciou na questão da erosão, uma vez que o problema ambiental é aliado, muito comumente, à expansão urbana sem planejamento, como já foi comentado anteriormente.

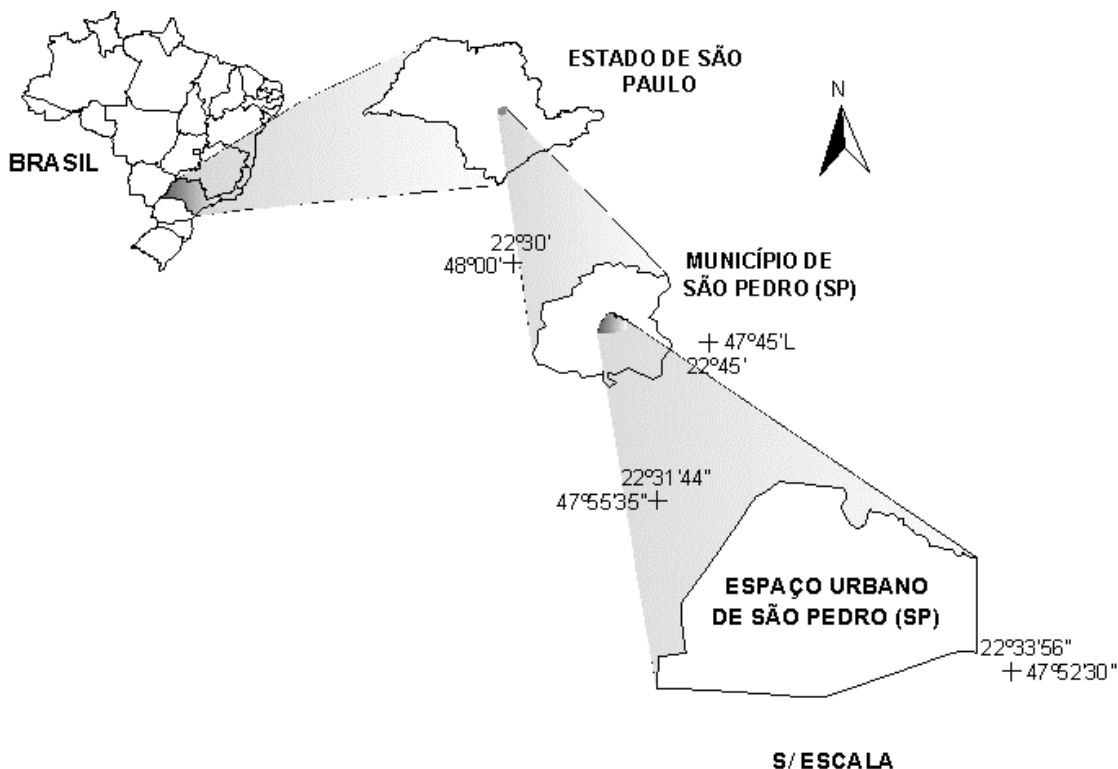
Dessa forma, considerando a relevância dos trabalhos sobre a área de estudo, o procedimento realizado para atingir o objetivo proposto, foi o estudo através de uma perspectiva histórica, das alterações geomórficas e do uso da terra do espaço urbano de São Pedro/SP, mais precisamente desde 1970, até o período atual. Assim, por meio de uma abordagem geográfica, avaliou-se como a expansão urbana de São Pedro colaborou com o surgimento e evolução das diversas voçorocas que ocorrem nesse espaço urbano.

A avaliação do uso da terra e das alterações geomorfológicas foi realizada por meio da interpretação de pares estereoscópicos de fotografias aéreas referentes a diversos períodos. Essas interpretações resultaram na elaboração das cartas de uso da terra e geomorfológicas, nos variados cenários analisados.

## 2. Localização e Caracterização da Área de Estudo

### 2.1 Localização

A área de estudo está geograficamente localizada, na porção centro-oriental do estado de São Paulo (Figura 01), distando cerca de 198 km da capital. Encontra-se limitada pelas coordenadas 22°30' e 22°45' de latitude sul e 47°45' e 48°00' de longitude oeste. (FACINCANI, 1995, p.4).



**Figura 01: Localização da Área de Estudo**

O município de São Pedro/SP tem área territorial de 596 km<sup>2</sup> (24.710 alqueires ou 59.600 hectares) população de 32.724, sendo 6.843 na zona rural e 25.881 na zona urbana. Limita-se ao norte com o município de Itirapina e Torrinha, a leste, com Charqueada, a oeste, com Santa Maria da Serra e ao sul, com Piracicaba, conforme São Paulo, (2009).

Em relação à classificação geomorfológica do Estado de São Paulo, o município de São Pedro localiza-se, de acordo com Sanchez (1969), na unidade geomorfológica conhecida por Depressão Paleozóica, também chamada de Depressão Periférica Paulista ou, segundo Ab' Saber (1949, apud Sanchez, 1969), de Zona de Circundesnudação Periférica.

Essa unidade geomorfológica, Depressão Periférica Paulista, está dividida, conforme Deffontaines (1935, apud Almeida, 1974), em três províncias: Zona do Médio

Tietê, Zona do Paranapanema e Zona do Mogi Guaçu, estando a área de estudo localizada, mais precisamente, na primeira província.

Assim, conforme Ross & Moroz (1997), a província Zona do Médio Tietê localiza-se entre o planalto Atlântico (Planalto de Jundiaí) a leste, o planalto Ocidental Paulista (Planalto Centro Ocidental e planalto Residual de Botucatu e de São Carlos) a oeste e a Depressão de Mogi-Guaçu, ao norte.

No entanto, há uma pequena extensão, inferior a 10%, pertencente ao município de São Pedro, que ocupa o front e o reverso da cuesta, localmente conhecida por “serra” de São Pedro, que marca a passagem da Depressão Periférica para o Planalto Arenito-Basáltico ou Planalto Ocidental, conforme Pierre Monbeig (1949, apud Sanchez, 1969).

Essa pequena extensão da área total do município de São Pedro/SP tem características próprias, que não se enquadram em nenhuma das unidades morfológicas. Vale ressaltar que a área também apresenta falhamentos cenozóicos, principalmente normais e transcorrentes, refletindo nos traços gerais do relevo e da geomorfologia regional (FACINCANI, 1995).

Em relação à caracterização da Zona do Médio Tietê, em que a maior parte do município de São Pedro/SP está localizado, essa província, conforme Ross & Moroz (1997), apresenta formas de relevo denudacionais, com modelado que se constitui basicamente por colinas de topos amplos, tabulares e convexos. Assim, as altimetrias predominantes estão entre 500 e 600m, enquanto as declividades variam entre 5 e 10%.

Ainda conforme Ross & Moroz (1997), a rede de drenagem da Zona do Médio Tietê apresenta-se bem organizada e nela destacam-se o rio Tietê e seus dois afluentes, o rio Piracicaba e o Sorocaba. Vale ressaltar que essa província apresenta forma de dissecação média, com vales entalhados e densidade de drenagem média e alta, o que implica, portanto um nível de fragilidade potencial médio a baixo. A área é suscetível de intensas atividades erosivas, principalmente nos terrenos mais dissecados da parte oeste, onde o substrato rochoso é constituído, como relatado anteriormente, por arenitos das Formações Botucatu e Pirambóia e também por siltitos do Permiano. Essa formação tem, essencialmente, arenitos de grão médio a fino, nas cores vermelha, branca e amarela. As estruturas predominantes são estratificações cruzadas de pequeno a médio porte, com intercalações de material com maior quantidade de minerais finos e de areia, que se encontram nas áreas mais altas; e estratificações planoparalelas, localizadas nas zonas mais baixas.

A respeito de algumas características naturais da área de estudo, a parte



meridional do município é constituída por níveis altimétricos em torno de 400 e 500m, apresentando, em relação às características geológicas, conforme Sanchez (1971), presença de terrenos pertencentes à série Passa Dois, incluídas no Grupo Estrada Nova e também as Formações Irati e Corumbataí.

No setor norte da cidade de São Pedro, caracterizado por níveis altimétricos em torno de 430m, ocorrem, segundo Sanchez (1971), terrenos do Grupo São Bento, de arenitos Botucatu e Pirambóia e também de rochas magmáticas.

De acordo com Sanchez (1971) o rebordo escarpado, como também a área imediata, são formados por camadas arenosas e rochas pertencentes ao corpo ígneo básico e o reverso do front escarpado é constituído por arenito Botucatu e rochas magmáticas.

A partir dos níveis altimétricos entre 550 e 620 m, a área de estudo caracteriza-se por encontrar sedimentos que pertencem à formação Rio Claro, isto é, trata-se de uma camada sedimentar formada, principalmente, por areias e argilitos, sem apresentar estratificações, isto é, depósitos de cobertura neoceno-zóica (SANCHEZ, 1971).

Conforme Sanchez (1971), as características pedológicas da área de estudo, apresentam predominância de solos podzólicos vermelho-amarelos (atualmente, denominados de argissolos, de acordo com a classificação de solos proposta pela EMBRAPA), latossolo vermelho-amarelos, fase arenosa e algumas manchas isoladas de latossolo roxo. No entanto, de forma geral, a maioria dos solos é extremamente pobre, oriundos de rochas arenosas, apresentando elevado teor de acidez.

Conforme Facincani (1995), a área de estudo apresenta um sistema de drenagem que reflete o controle da tectônica regional com direção preferencial NW – SE, secundariamente N-S e NE-SW. Sanchez (1969) afirma que o município de São Pedro é drenado por rios tributários do Piracicaba, que serve de limite meridional para boa parte do município sampedrense.

De forma geral, é pertinente ressaltar que o município, conforme Sanchez (1969), apresenta, como traços dominantes de relevo, as formas colinosas, cujos topos tabulares oscilam entre 500 a 600m de altitude, em que estão presentes os típicos “almofadões”, resultantes do trabalho erosivo dos rios e das águas pluviais, nos terrenos predominantemente arenosos.

Há influência da altitude e da configuração do relevo (serra de São Pedro) nas oscilações térmicas e pluviométricas do município, conforme Facincani (1995). Outra característica importante do relevo da área de estudo, de acordo com Sanchez (1971), é

a posição e a altitude da serra de São Pedro, que altera as características gerais do clima da maior parte do município, graças à diminuição normal da temperatura com o aumento da altitude (cidade de São Pedro 550m em média, e alto da “serra”, aproximadamente 900 m).

Outra consequência da altitude e configuração do relevo é o efeito orográfico em relação aos deslocamentos das massas de ar, com conseqüentes chuvas mais abundantes nos rebordos escarpados e no seu reverso imediato.

O clima dominante, de acordo com Facincani (1995), é o tropical com duas estações bem definidas: seca e fria, de abril a setembro, com temperaturas médias mensais entre 16° e 19°C, e quente e úmida, de outubro a março, com temperaturas oscilando entre 22°C e 27°C. As médias anuais são superiores a 22°C.

Para complementar a caracterização da área de estudo, a vegetação do município, de acordo com Sanchez (1971), apresenta áreas de resquícios de cobertura florestal latifoliada; mata galeria, vegetação higrófila e formações campestres com infiltrações do campo cerrado. Em grande parte, a vegetação original foi devastada dando lugar a pastagens, cultivo de cana, laranja, reflorestamento e culturas anuais.

### **3. Métodos e Técnicas**

#### **3.1 Método**

Uma das principais preocupações, entre outras atividades do geógrafo, são os impactos ambientais. Conforme Christofolletti (1986), para compreender e executar ações preventivas e de recuperação do meio degradado, é necessário obter conhecimentos adequados desses processos, com base numa abordagem integrada do espaço, visando a compreender o funcionamento e o equilíbrio da natureza, integrado com as atividades humanas.

Dessa forma, este trabalho se justifica pela importância de analisar as consequências dos impactos ambientais que, nessa área de estudo destaca-se pela ocorrência de processos erosivos possivelmente vinculados a expansão urbana do município.

Assim, para a realização deste trabalho, numa abordagem integrada, foi utilizada, como orientação metodológica a “Teoria Geral dos Sistemas” que, de acordo com Cunha (2001), vem sendo amplamente utilizada, e com sucesso, por profissionais dedicados à questão ambiental.

Então, a definição de sistema, de acordo com Bertalanffy (1973), resulta num complexo de elementos em interação, sendo que para Churchman (1972, p.27) os sistemas são “[...] constituídos de conjuntos de componentes que atuam juntos na execução do objetivo global do todo [...] partes coordenadas para realizar um conjunto de finalidades [...]”.

De acordo com Hall e Fagen (1956, apud Christofolletti, 1979, p. 01) sistemas são “conjunto de objetos ou atributos e das suas relações, que se encontram organizados para executar uma função particular”.

Outra definição importante de sistema, de acordo com Miller (1965, apud Christofolletti, 1979), aborda a concepção de sistema como um conjunto de unidades com relações entre si.

No âmbito da geografia a teoria dos sistemas, de acordo com Christofolletti (1986), possibilita investigações dos acontecimentos e das consequências ligadas à magnitude e frequência dos fenômenos (eventos) no meio ambiente, que, no entanto, não estão ligados somente aos eventos físicos, mas também às ações antrópicas.

Além da importância da teoria dos sistemas no âmbito geográfico, Christofolletti (1986) afirma que a geografia contribui para o complemento desse método, uma vez que a ciência corresponde também aos estudos das organizações espaciais, expressando a

existência da ordem e entrosamentos entre as partes ou elementos componentes de um conjunto, ou seja, os eventos e as ações antrópicas se manifestam na estrutura espacial e interagem pelos fluxos de matéria e energia.

Então, a opção de estudo, levando em conta a Teoria dos Sistemas visa a distinguir, conforme Christofolletti (1986), as organizações espaciais oriundas dos processos do meio físico e dos sistemas socioeconômicos, que são as organizações espaciais oriundas dos processos ligados com as atividades e ações humanas, ou seja, é um método que analisa o meio de forma integrada, holística para compreender os impactos antrópicos e suas conseqüências danosas.

De acordo com Tricart (1977), a abordagem sistêmica tem grande flexibilidade, é essencialmente aberta, de modo que permite integrar elementos novos ao esquema (“modelo”, para os que assim consideram), e responde as preocupações dos poderes públicos em proteger o meio ambiente, em salvaguardar os recursos ecológicos, cada vez mais indispensáveis para fazer face à explosão demográfica mundial contemporânea.

A utilização da Teoria Geral dos Sistemas para análise da área de estudo deste trabalho, e mais precisamente da geomorfologia do mesmo, abrange a importante necessidade de utilizar o critério de formas, processos e fluxos, sendo que, conforme Cunha (2001, p. 35)

[...] é impossível compreender o relevo sem considerar os fluxos de matéria e energia responsáveis por sua gênese e esculpuração. Desse modo, entendendo-se as formas de relevo como fruto da interação da estrutura geológica, do clima, atual e passado, e, atualmente da atividade antrópica, cujas relações interferem nas características pedológicas e na cobertura vegetal, verifica-se que a visão sistêmica possibilita estabelecer e analisar tais inter-relações, assim como compreender os vínculos de dependência entre estes fatores.

Chorley (1971) também afirma que a relação entre os processos e as formas coloca-se no âmago da geomorfologia e, na prática, as duas estão ligadas como causa e efeito. Assim, o conhecimento da forma auxilia a compreensão dos processos, e os estudos sobre os processos ajudam a entender os aspectos significantes das formas.

A abordagem das variáveis forma, processo e fluxo e também da influência externa, fatores fundamentais para entender a gênese e esculpuração do relevo, é enfatizada pelos sistemas controlados, que, de acordo com Christofolletti (1979), examinam a intervenção humana nas relações entre o processo e as formas e, conseqüentemente, as modificações produzidas na distribuição da matéria e energia,

dentro dos sistemas.

A influência do homem, conforme Cunha (2001), pode acarretar o desequilíbrio nos fluxos de matéria e energia e nas inter-relações das variáveis, fatores vitais para compreensão da gênese e esculturação do relevo.

Então, como o objeto de estudo deste trabalho é um espaço urbano e os impactos na dinâmica erosiva decorrentes da urbanização, torna-se importante a relação com o sistema controlado, pela abordagem que o mesmo realiza ao enfatizar as ações antrópicas, e também por abranger os sistemas de processos-respostas que abordam as variáveis gênese e esculturação do relevo.

### **3.2 Técnicas**

Para a realização de uma abordagem integrada da geomorfologia e dos processos erosivos, é imprescindível, além dos fluxos, processos e forma, o uso da cartografia, pois, de acordo com Carpi Junior (1996), ela permite a elaboração de documentos cartográficos que representam espacialmente os processos erosivos e os fatores que o influenciam. Nesta pesquisa foram elaborados documentos cartográficos referentes ao uso da terra e à geomorfologia da área urbana de São Pedro. As técnicas utilizadas, apresentadas a seguir, foram baseadas em autores como Tricart (1965), para elaboração das cartas geomorfológicas e Anderson (1979), para criação das cartas de uso da terra.

#### **3.2.1 Base Cartográfica**

A base cartográfica georeferenciada, de escala 1:5.000, utilizada para o georeferenciamento das cartas geomorfológicas e de uso da terra do espaço urbano de São Pedro/SP, foi obtida junto à Secretaria de Obras da Prefeitura Municipal de São Pedro/SP. A base cartográfica ofereceu alguns aspectos importantes para o desenvolvimento da pesquisa, como a informação do perímetro urbano, as curvas de nível, a dimensão da urbanização e a drenagem urbana.

Vale ressaltar, que a base cartográfica datada do ano de 1995, já mostrava que o processo de urbanização ultrapassava os limites estabelecidos; no entanto, porém este trabalho leva em consideração apenas o espaço urbano do referido perímetro.

Assim, para abranger todo o espaço contido no perímetro urbano do município de São Pedro/SP, foram utilizados quatro, três e sete fotografias aéreas, respectivamente, para os cenários de 1972, 1988 e 2000, na realização da fotointerpretação dos pares estereoscópicos de fotografias aéreas.

A partir desse procedimento foram realizadas a interpretação e a identificação das feições geomorfológicas e também das classes de uso da terra, em papel do tipo overlay para cada cenário e também para cada tipo de carta (geomorfológicas e de uso da terra). Os overlays foram scaneados e realizou-se a sobreposição destes com a base cartográfica, por meio das ferramentas Insert – Raster Image do programa Auto Cad Map 2004. A base cartográfica, já georeferenciada, serviu de apoio ao georeferenciamento dos overlays. Após esse procedimento, realizou-se a digitalização e edição final das cartas no programa Auto Cad Map 2004.

### **3.2.2 Cartas Geomorfológicas**

Em relação aos mapeamentos geomorfológicos, conforme Cunha (2001), ele tem por finalidade ajudar a resolver uma série de problemas geomorfológicos práticos, como também indicar áreas favoráveis ou desfavoráveis ao desenvolvimento das atividades humanas, fato que, de acordo com Tricart (1977), é indispensável para que se decida e se aplique, com sucesso, uma política de organização e gestão do território, que forneça ao homem o máximo de recursos da natureza, sem degradá-la.

A elaboração das cartas geomorfológicas foi realizada com base na proposta de Tricart (1965), tendo como fonte de dados a fotointerpretação de fotografias aéreas, de escala 1: 25.000, 1: 40.000 e 1:30.000, datadas, respectivamente, de 1972, 1988 e 2000.

Segunda a proposta de Tricart (1965, apud Cunha, 2001), a carta geomorfológica, baseada em escalas de maior detalhe, constitui-se documento de alto grau de complexidade, por apresentar grande quantidade de informações registradas.

As fontes de dados necessárias, na proposta de Tricart (1965), baseiam-se na interpretação de pares estereoscópicos de fotografias aéreas, mapeamentos geológicos, base cartográfica, para fornecimento de uma análise de todos os elementos do relevo, enfatizando, principalmente, conforme os princípios dos sistemas controlados, as ações antrópicas.

A carta geomorfológica detalhada, conforme Tricart (1965, apud Cunha, 2001), precisa ter quatro tipos de informações: morfometria, morfografia, morfogênese e cronologia, com as características do relevo registradas através de símbolos e agrupamentos de processos que indicam os agentes responsáveis pela esculturação do relevo. A tabela 1 apresenta as formas e respectivos símbolos utilizados nas cartas geomorfológicas do espaço urbano de São Pedro/SP.

**Tabela 1: Formas e símbolos da morfologia do relevo do Espaço Urbano de São Pedro/SP.**

| FORMA                                     | SÍMBOLO |
|---|---------|
| Sulco erosivo                             |         |
| Ravina                                    |         |
| Voçoroca                                  |         |
| Aterro de Estrada                         |         |
| Urbanização                               |         |
| Fundo de Vale em V                        |         |
| Fundo de Vale Plano                       |         |
| Forma de Vertente Convexa                 |         |
| Formas de Vertente Côncava                |         |
| Forma de Vertente Irregular               |         |
| Forma de Vertente Retilínea               |         |
| Linha de Cumeada - Suave                  |         |
| Linha de Cumeada - Abrupta                |         |
| Colo Topográfico                          |         |
| Ruptura Topográfica                       |         |
| Caimento Topográfico                      |         |
| APTF - Área de Planície e Terraço Fluvial |         |
| Leque Aluvial                             |         |

Assim, a classificação dos símbolos para o cenário de 1972 foi a seguinte: formas de origem denudativa (ruptura topográfica, colo topográfico, sulcos erosivos, ravinas e voçorocas); formas de origem fluvial (área de planície e terraço fluvial, fundo de vale plano e fundo de vale em v); morfometria (linha de cumeada suave e abrupta e caimento topográfico); formas de vertentes (convexa, côncava e retilínea); formas de origem antrópica (aterro de estrada); convenções cartográficas (perímetro urbano, urbanização, drenagem perene e intermitente).

Em relação à carta geomorfológica apresentada no cenário de 1988, a classificação das feições do relevo desse período, apresentou semelhanças com as características do período de 1972, salvo por algumas mudanças, como o surgimento da forma de origem fluvial (leque aluvial); formas de vertente irregular e também o terraço agrícola como forma de origem antrópica.

Em relação à carta geomorfológica apresentada no cenário de 2000, a classificação das feições geomórficas do espaço urbano de São Pedro/SP, em comparação ao cenário de 1988, acrescentou o curso fluvial canalizado como forma de origem fluvial. Vale ressaltar, que as características obtidas nesse cenário de 2000, foram também complementadas por meio de observações *in loco*.

### **3.2.3 Cartas de Uso da Terra**

Para a realização das cartas de uso da terra foram usadas fotografias aéreas de escala 1:25.000, 1:40.000 e 1:30.000, referentes, respectivamente ao período de 1972, 1988 e 2000, da área urbana do município de São Pedro/SP. As fotografias foram interpretadas de acordo com os princípios propostos por Anderson (1979).

A elaboração das cartas de uso da terra, de acordo com Anderson (1979), é uma maneira de conhecimento necessária para a análise de processos e problemas ambientais, auxiliando a compreensão dos modelos existentes de uso dos solos e as mudanças ocorridas no decorrer do tempo. Ainda segundo ele, há inúmeras diferentes fontes de informação a respeito do uso da terra, do revestimento do solo e das alterações que estão ocorrendo, sendo as fotografias aéreas largamente utilizadas para esse fim.

Para o autor, a utilização de técnicas de sensoriamento remoto, têm sido de grande importância para o desenvolvimento de sistemas para classificação de dados sobre o uso da terra, uma vez que, nos últimos 40 anos, essa técnica foi usada com sucesso para diversos levantamentos de estudo de mapeamento de uso da terra e revestimento do solo.



Esse procedimento, conforme Anderson (1979), visa à prática de ações de planejamento, de avaliação do impacto ambiental resultante da exploração do homem, da formação de um sistema de classificação para atender a necessidades específicas, uma vez que não existe uma classificação única, ideal, padrão, isto é, cada classificação visa a atender a necessidade do usuário e complementar os levantamentos baseados em observações e registros feitos em terra.

Assim, por meio dessa técnica, a classificação do uso da terra e as respectivas colorações para cada classe, referentes ao espaço urbano de São Pedro/SP no cenário de 1972, foram as seguintes: área construída (rosa claro), área de expansão urbana (rosa escuro), área urbana (vermelho), cultura anual (marrom), espaço livre urbano (verde claro), mata (verde), pasto limpo (laranja), pasto sujo (laranja escuro), silvicultura (amarelo) e solo exposto (cinza claro). As convenções cartográficas desse período foram drenagem, perímetro urbano e estrada.

Em relação ao cenário de 1988, as classes de uso da terra identificadas e as respectivas colorações foram equivalentes ao período de 1972. A classificação do uso da terra referente ao cenário de 2000 acrescentou a classe cobertura herbácea (verde água) como a única alteração em comparação à do período de 1988.

Vale ressaltar que a coloração destinada à silvicultura, conforme Anderson (1979), é o verde, mas, como a coloração dessa classe ficou muito semelhante à da classe mata, foi preciso alterar a coloração da primeira para amarelo.

#### **4. Análise dos Resultados**

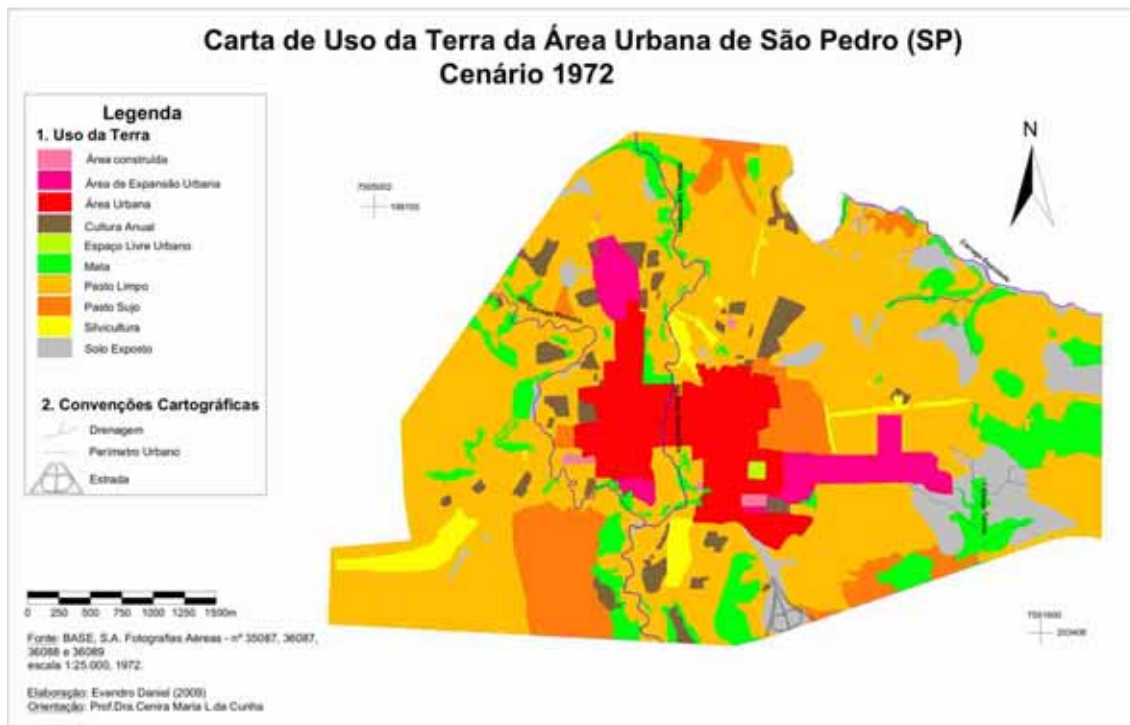
Esta análise dos resultados é fruto da avaliação dos dados obtidos com as cartas geomorfológicas e do uso da terra, a partir de uma perspectiva histórico comparativa e correlacionada em diversos cenários (1972, 1988 e 2000), e também das informações obtidas através do trabalho *in loco* no espaço urbano de São Pedro.

Nestas circunstâncias, apresenta-se, em princípio, uma leitura cuidadosa das informações adquiridas com as cartas de uso da terra nos cenários de 1972, 1988 e 2000, e a discussão das mudanças operadas no uso e ocupação dela em cada cenário, bem como a dinâmica das formas de uso da terra no espaço urbano de São Pedro/SP. Em seguida, aparece a análise comparativa das cartas geomorfológicas dos cenários nos anos referidos e dos dados obtidos com os trabalhos de campo, para avaliação, das mudanças morfológicas do relevo e de sua relação com a dinâmica do uso da terra ocorrida na área durante o período estudado.

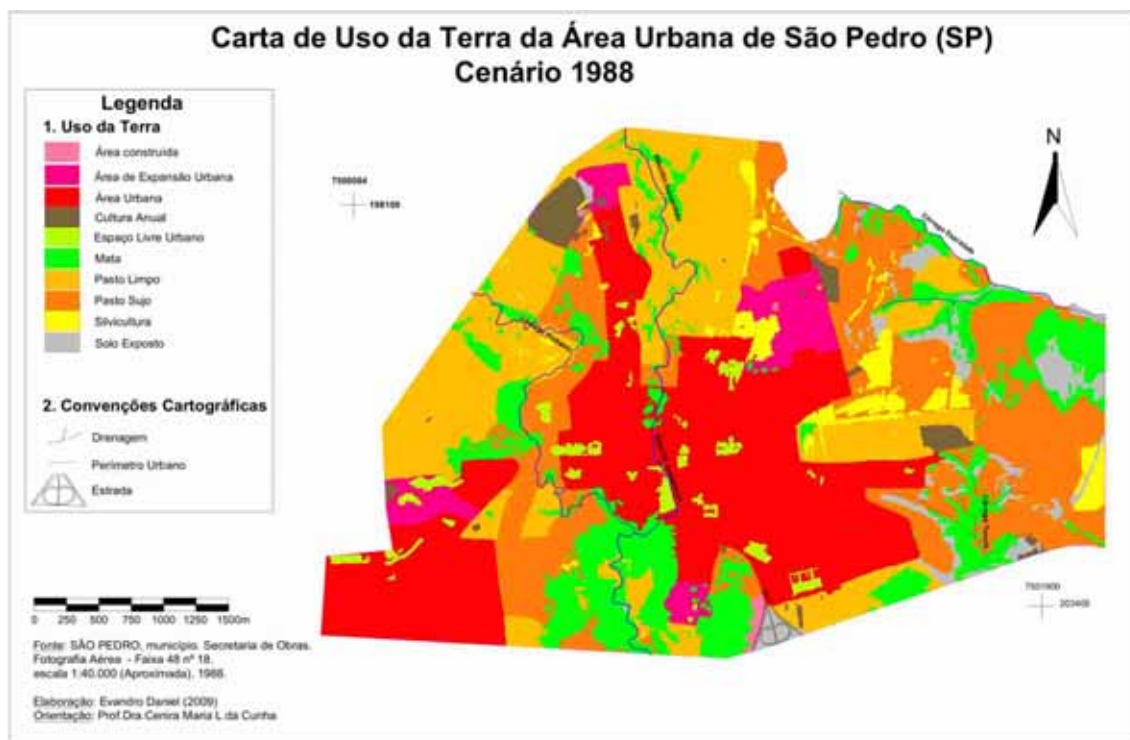
A análise das cartas de uso da terra (Figuras 02, 03 e 04) revelou a ocorrência das classes pasto limpo, pasto sujo, silvicultura, área urbana, área de expansão urbana, área construída (construção rural), mata, cobertura herbácea, cultura anual, espaço livre urbano e solo exposto.

Os gráficos a seguir apresentam os dados percentuais de área ocupada pelas respectivas classes de uso da terra no interior do perímetro urbano de São Pedro/SP, nos diferentes cenários 1972, 1988 e 2000.

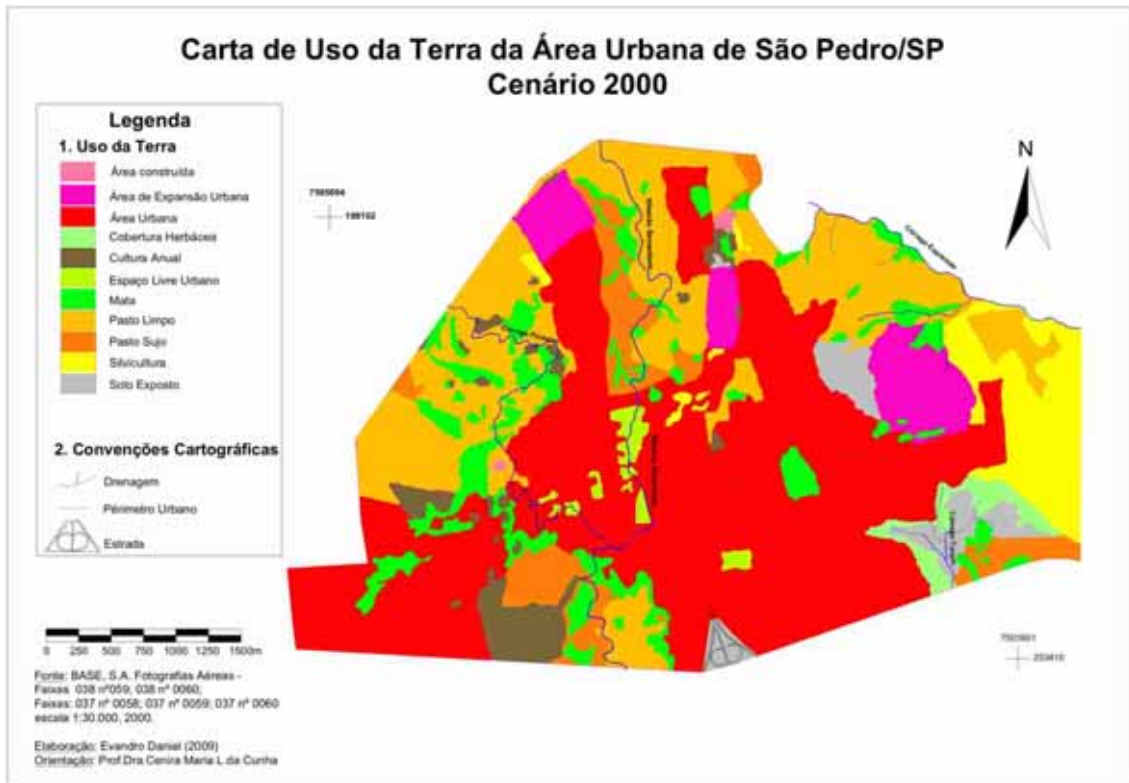
O gráfico de uso da terra do cenário de 1972 (gráfico 01) apresenta uma nítida ocupação destinada à classe pasto limpo, com 53,79% da área total, com larga vantagem sobre a segunda, (mata), que possui 10,20%. É preciso ressaltar que o uso e ocupação da terra destinada à urbanização nesse período era de 9%, complementado com mais 4% pela área de expansão urbana.



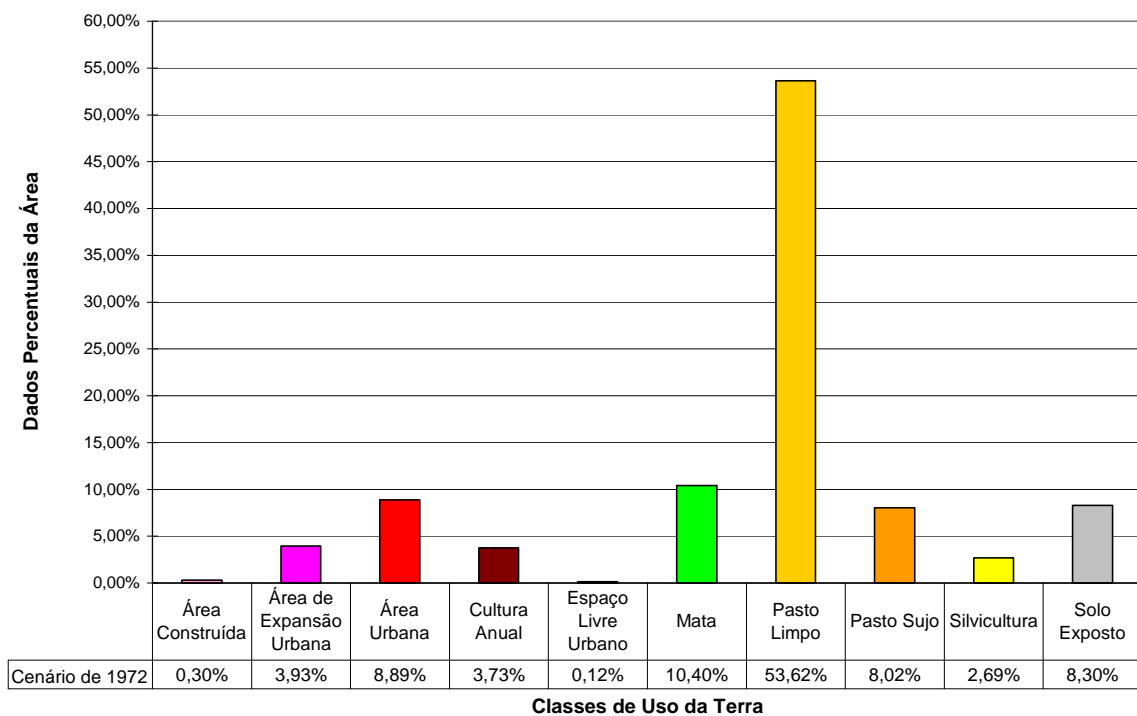
**Figura 02: Carta de Uso da Terra – Cenário 1972 – Espaço Urbano de São Pedro (SP)**



**Figura 03: Carta de Uso da Terra – Cenário 1988 – Espaço Urbano de São Pedro (SP)**

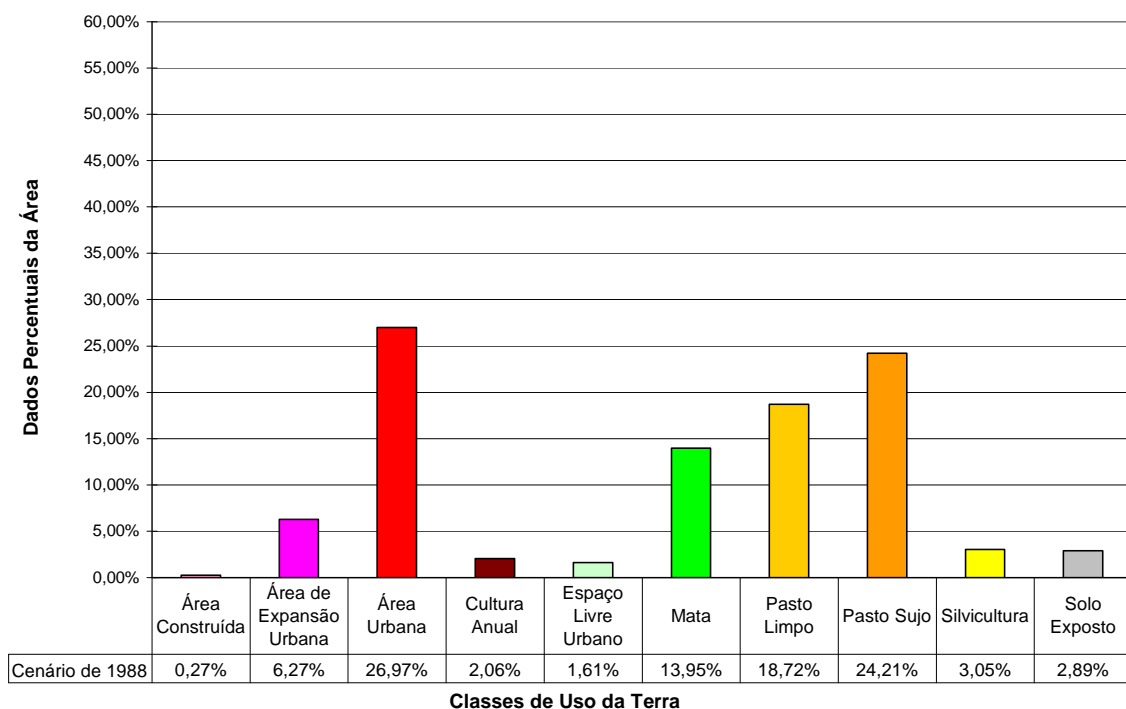


**Figura 04: Carta de Uso da Terra – Cenário 2000 – Espaço Urbano de São Pedro (SP)**



**Gráfico 01: Distribuição do uso da terra no espaço urbano de São Pedro (SP)  
Cenário de 1972**

As classes de uso da terra, identificadas no cenário de 1988 (gráfico 2), equivalem às apresentadas no cenário de 1972. Assim, o gráfico 02 apresenta, em dados percentuais, a distribuição dessas classes na área de estudo, em 1988.

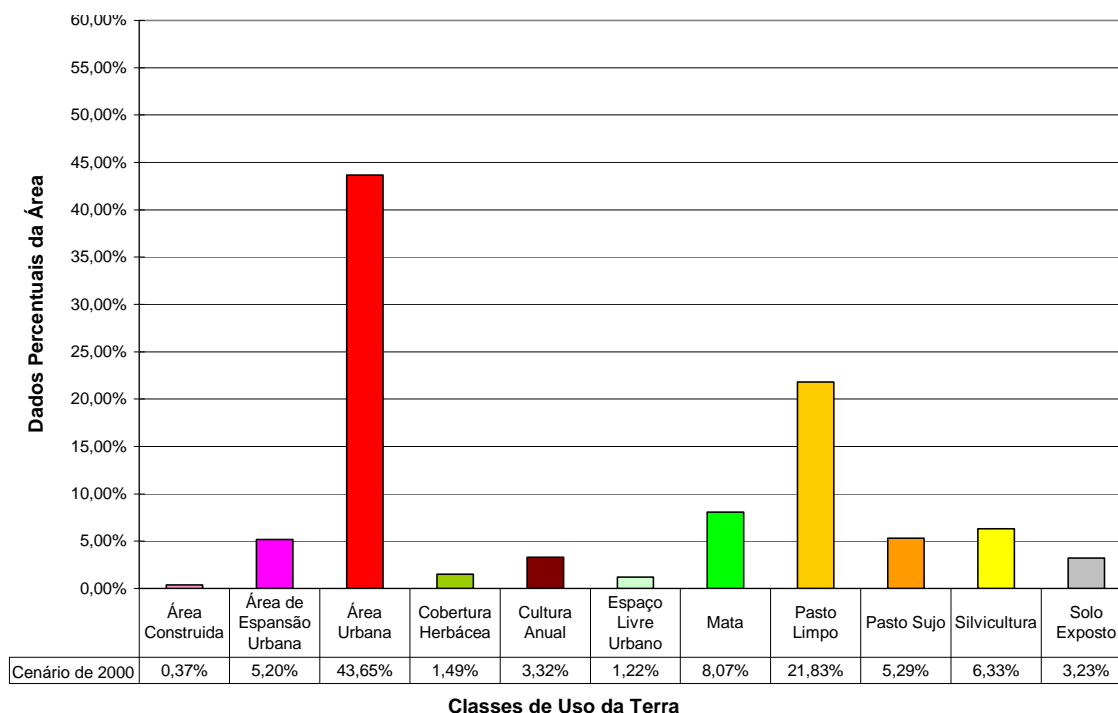


**Gráfico 02: Distribuição do uso da terra no espaço urbano de São Pedro (SP)  
Cenário de 1988**

No cenário de 1988, houve expansão do uso e ocupação destinada à urbanização, passando de 9% em relação ao cenário anterior, para, aproximadamente, 28% da área total. Nessas circunstâncias, a classe pasto limpo diminuiu de 53,79% para 21% em relação ao cenário anterior. No entanto, é preciso ressaltar que a mata teve um aumento, passando de 10,20% para cerca de 14%.

Ainda nesse período, outra classe que merece comentário é a do pasto sujo, que aumentou de 8,03% (cenário de 1972) para, aproximadamente, 20%.

Na análise da carta de uso da terra da área de estudo, cenário de 2000, (gráfico 03), foi identificada, além das classes de uso da terra apresentadas anteriormente, o surgimento da classe de cobertura herbácea. O gráfico 03 mostra em dados percentuais a distribuição das classes, na área de estudo.



**Gráfico 03: Distribuição do uso da terra no espaço urbano de São Pedro (SP)  
Cenário de 2000**

No cenário de 2000 houve a expansão do uso e ocupação destinado à urbanização, passando de 28% (cenário de 1988) para 43,70%, em substituição ao pasto sujo, que ocupava, aproximadamente, 20% no cenário de 1988, reduzindo-se para cerca de 6%. Vale ressaltar que o aumento do uso urbano pode ser, o responsável, também, pela diminuição da mata de 14% (cenário de 1988) para 8,60%. Outro fato que chama atenção é a redução de cerca de 4% para 2,85%, nas áreas de solo exposto.

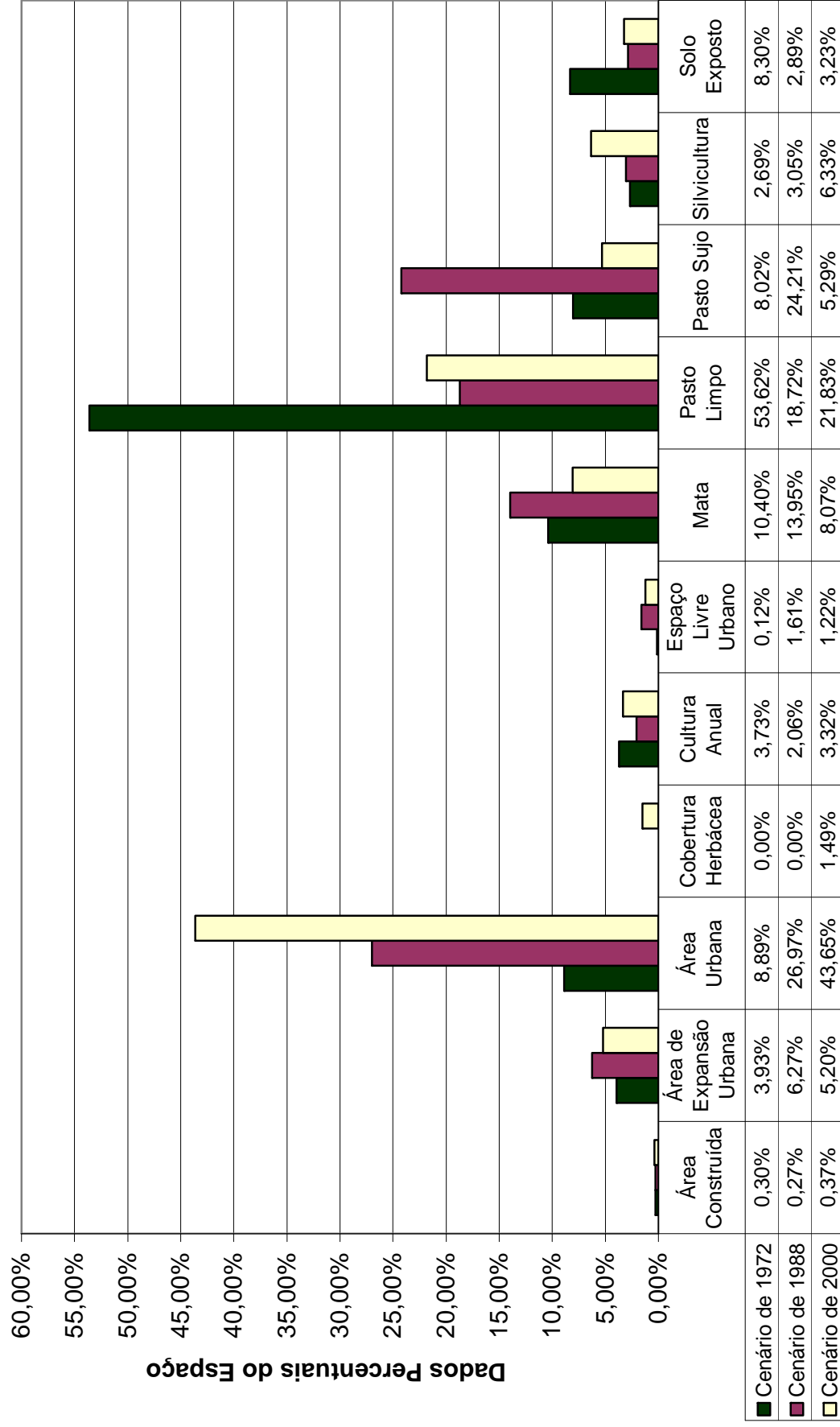
Os dados resultantes das análises das cartas de uso da terra dos cenários de 1972 (Figura 02), 1988 (Figura 03) e 2000 (Figura 04) da área de estudo de São Pedro/SP, possibilitaram verificar a dinâmica do uso e ocupação da terra. O (gráfico 04) auxilia a verificação, apresentando a variação na distribuição das classes de uso da terra identificadas na área de estudo em todo o período analisado.

Os dados apresentados permitem afirmar que há uma grande variação do pasto limpo, como também, do pasto sujo e uma significativa expansão do uso urbano.

Para desenvolvimento desta análise e apresentação dos dados obtidos da forma mais compreensível e objetiva possível, o espaço urbano de São Pedro/SP foi dividido em sete setores (Figura 05): setor norte correspondente a parte superior da área urbana; setor central, correspondente à área central da área urbana; setor sul, correspondente à estrada SP – 191 e também os bairros Recantos das Águas, Jardim Santa Mônica; setor sudoeste, correspondente ao bairro Vale do Sol; setor leste, correspondente à bacia do

córrego do Espreado; setor oeste, correspondente a bacia do córrego Pinheiro; setor sudeste, correspondente a bacia do córrego do Tucum.

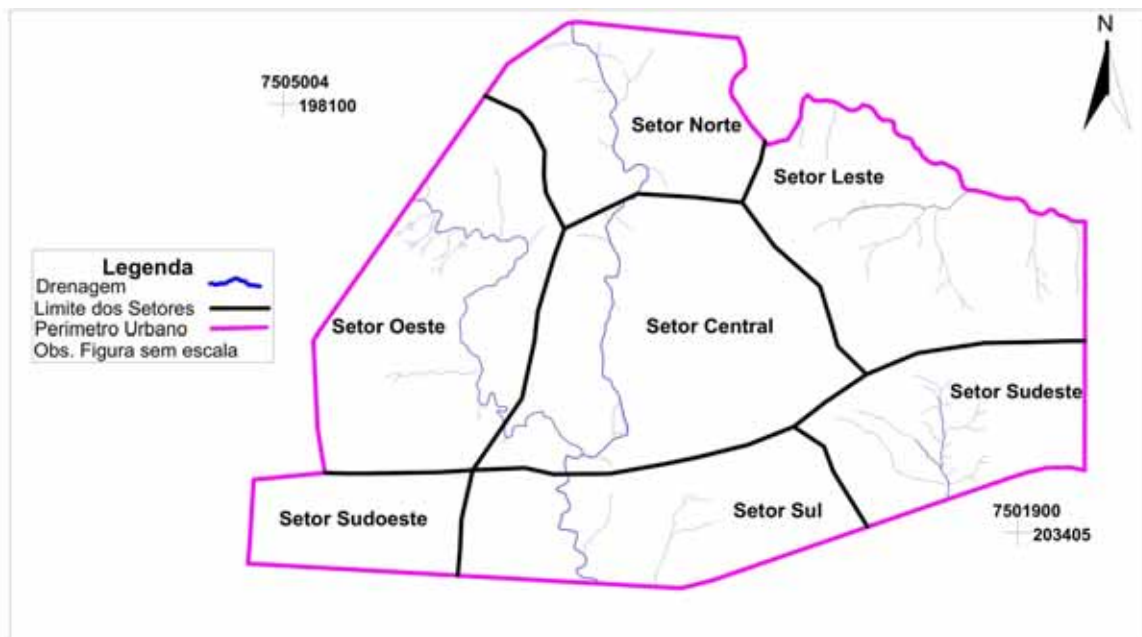
É preciso ressaltar que essa divisão foi feita para fins estritamente analíticos. A (figura 05) ilustra a área de estudo com os respectivos setores adotados para a análise comparativa das cartas geomorfológicas e do uso da terra nos cenários de 1972, 1988 e 2000.



### Classes de Uso da Terra

Gráfico 04: Comparação dos cenários de uso da terra no Espaço Urbano de São Pedro (SP)





**Figura 05 – Distribuição dos setores de análise da área de estudo.**

Desta forma, iniciando a apresentação dos dados do mapeamento do uso da terra na ordem de divisão apresentada acima, o setor central, no cenário de 1972, era ocupado, em grande parte, pelo uso urbano da seguinte forma: alguns resquícios de espaço livre urbano; área construída (construção rural); cultura anual e solos expostos. Outra classe de uso da terra identificada refere-se ao pasto limpo e também à mata, registrada sempre próxima ao córrego Samambaia que ocorre no setor.

Nesse mesmo setor, no cenário de 1988, foram constatadas algumas mudanças, sendo que área ocupada pela pastagem foi substituída por área urbana; as áreas de matas diminuíram. No cenário de 2000, o setor encontrava-se totalmente urbanizado, com apenas alguns resquícios de espaço verde.

No setor sul da área de estudo registrou-se, no cenário de 1972, solo exposto margeando a estrada SP – 304 (conexão entre São Pedro/SP e Piracicaba). Quase toda área do setor, ocupada pelo pasto limpo, cultura anual e pasto sujo em menor proporção. Registrava-se, ainda, a presença de matas próximas à estrada e também no vale do córrego Samambaia.

Então, no cenário de 1988 foi possível identificar algumas mudanças, como o aumento da ocupação de área urbana em substituição à pastagem, o surgimento de espaço livre urbano, a permanência do solo exposto e a diminuição significativa da classe pasto sujo. Essas mudanças continuaram no cenário de 2000, com o aumento da área urbana e o desaparecimento do solo exposto.

No setor sudeste, em 1972, predominava o uso de pasto limpo, pasto sujo, solo exposto margeando a vertente do córrego Tucum e a presença de mata no vale do mesmo. Em 1988 identificou-se substituição do pasto limpo pelo uso urbano e também pelo pasto sujo, próximo às vertentes do córrego Tucum. Foi possível registrar, também, uma diminuição do solo exposto em substituição ao uso da classe pasto sujo e surgimento da classe silvicultura e cultura anual (margeando a SP –191, conexão entre os municípios de São Pedro/SP e Charqueada/SP), que deixa de existir no cenário posterior (2000). Em relação ao uso destinado à mata, ele manteve-se idêntico, tanto no cenário de 1972 como no de 1988.

No entanto, em 2000, o solo exposto voltou a aumentar, ocupando quase toda área do vale do córrego Tucum, em substituição à mata, que diminuiu significativamente em relação ao cenário anterior (1988). Em 2000 foi possível identificar, ainda, o surgimento da classe cobertura herbácea nas vertentes do córrego Tucum e o crescimento do uso urbano (Foto 01) e da prática de silvicultura (Foto 02) próxima às vertentes desse mesmo córrego.



**Foto 01: Área de uso urbano em vertente que drena para o córrego Tucum. (Bairro São Dimas)**



**Foto 02: Prática de Silvicultura na bacia do córrego do Tucum.**

O setor leste, mapeado no cenário de 1972, caracterizou-se pelo predomínio do pasto limpo, com solo exposto margeando toda a extensão do córrego Espraiado e alguns de seus afluentes, além de mata, cultura anual e pasto sujo margeando outros afluentes da bacia.

No cenário de 1988, registrou-se a substituição de grande parte do pasto limpo pelo pasto sujo, aumento da ocupação da área urbana e da área de expansão urbana. Surgiram a classe cultura anual á margem dessa expansão urbana, áreas de silvicultura dispersas pelo setor. Registrou-se também o aumento de matas nas margens dos afluentes do córrego Espraiado e uma sensível redução do solo exposto.

No cenário de 2000 identificou-se o aumento do uso urbano (Foto 03) próximo ao córrego Espraiado; diminuição do pasto sujo e aumento do pasto limpo com surgimento de área construída. A mata sofreu uma sensível redução, acompanhada do aumento intensivo da silvicultura (Foto 04) na margem do córrego Espraiado e no setor leste do perímetro urbano. Em relação ao solo exposto (Foto 05), desapareceram resquícios deles pela área, porém verificou-se concentração significativa dele à margem da área urbana.



**Foto 03: Expansão do uso urbano próximo ao córrego Espraiado.**



**Foto 04: Prática de Silvicultura próxima ao córrego Espraiado**



**Foto 05: Presença de solo exposto próximo à margem da área urbana.**

O setor norte do perímetro urbano apresentava, no cenário de 1972, área ocupada pelo pasto limpo, com alguns resquícios de silvicultura, cultura anual e solo exposto. O pasto sujo também ocupava uma área considerável do setor. Registrou-se a presença de mata margeando alguns trechos do córrego e do vale do Samambaia.

No cenário de 1988 identificou-se uma área de expansão urbana em substituição ao pasto limpo, e com aumento dessa classe no cenário de 2000. Ainda em 1988, identificou-se diminuição da mata, tanto no vale do córrego como na margem do mesmo, situação que se manteve no cenário de 2000. Registrou-se também, nesse período, o surgimento da cultura anual, que desapareceu no cenário de 2000, em decorrência do aumento da classe pasto limpo e da área de expansão urbana.

No cenário de 1988 identificou-se uma considerável área destinada ao uso do pasto limpo, incluindo a margem do córrego Samambaia. No entanto, no cenário de 2000, ocorreu a substituição em grande parte do pasto limpo registrado nos cenários anteriores pelo pasto sujo e também pela área de expansão urbana (Foto 06), na margem do córrego.



**Foto 06: Urbanização a margem do córrego Samambaia.**

O setor oeste, no cenário de 1972, apresentava grande parte de sua área destinada ao pasto limpo, com alguns resquícios de cultura anual e a presença de solo exposto, pasto sujo e mata margeando alguns trechos do córrego Pinheiro e o vale de alguns afluentes.

No cenário de 1988 identificou-se o desaparecimento da cultura anual, do pasto sujo, e do solo exposto, com aumento da área urbana à margem do córrego, como também do vale do mesmo. Nesse cenário registrou-se o surgimento do espaço livre urbano distribuído na área de ocupação urbana. Observou-se diminuição da mata, mas ainda alguns resquícios dela margeando o córrego Pinheiro.

No cenário de 2000 registrou-se o surgimento da cultura anual, do pasto sujo e predomínio do pasto limpo, como registrado nos cenários anteriores. Ocorreu, também, um sensível aumento da área destinada à mata, cuja presença foi identificada em alguns trechos às margem do córrego Pinheiro, como também no vale do mesmo.

O setor sudoeste, mapeado no cenário de 1972, registrava área destinada ao pasto limpo, pasto sujo e, em alguns locais, a silvicultura, cultura anual e alguns resquícios de solo exposto. Essa situação se modificou no cenário de 1988, registrando-se a substituição do pasto limpo pelo uso urbano, o desaparecimento da silvicultura e o surgimento de espaço livre urbano. O cenário de 2000 mostrou-se semelhante, com exceção da alteração em relação a área urbana, cuja abrangência aumentou.

As mudanças no uso da terra influenciaram direta e indiretamente as alterações morfológicas do espaço urbano de São Pedro/SP, a seguir avaliadas. Essa avaliação advém de uma análise comparativa das cartas geomorfológicas dos cenários de 1972 (Figura 06), 1988 (Figura 07) e 2000 (Figura 08) e também de observações *in loco*.

Assim, é preciso ressaltar que, através dos estudos realizados, identificou-se uma dinâmica do relevo da área de estudo. Dessa forma, mapeou-se a existência de variadas situações, decorrência da fragilidade litológica, retirada da cobertura vegetal para a prática de atividade agropastoril, da expansão urbana e, conseqüentemente, da impermeabilização do solo, do aumento do escoamento superficial e da atuação dos processos erosivos em diversos estágios evolutivos. Essas circunstâncias refletem-se em situações diferenciadas, sejam feições que sofreram dinamização, estabilização ou contenção.

Desse modo, o setor central no cenário de 1972, apresenta uma área com significativa urbanização, consideradas as proporções para uma população total de 10678, conforme São Paulo, (2009).

Assim, o relevo do setor (Figura 06), caracteriza-se pela passagem, no centro da área urbana, o córrego Samambaia (Foto 07), cuja drenagem apresentou, em alguns pontos, forma de fundos de vale plano e outros trechos de fundo de vale em v, sendo que a primeira forma indica dinâmica de deposição de sedimentos.

Essa situação, conforme o estudo dos cenários de 1988 e 2000, apresentou modificações, referentes à substituição dos trechos do formato do fundo de vale em v pelo plano. A dinamização de deposição de sedimentos ao longo da extensão do córrego Samambaia resultou, provavelmente, do uso e ocupação do setor pela urbanização desordenada no decorrer dos anos, o que acarretou, de acordo com trabalho *in loco*, diversas ações antrópicas de contenção, sem resultado. Constatou-se, através dos trabalhos *in loco*, a presença de restos de construção civil (Foto 08) em vários trechos da drenagem Samambaia.

## Carta Geomorfológica da Área Urbana de São Pedro (SP) Cenário de 1972

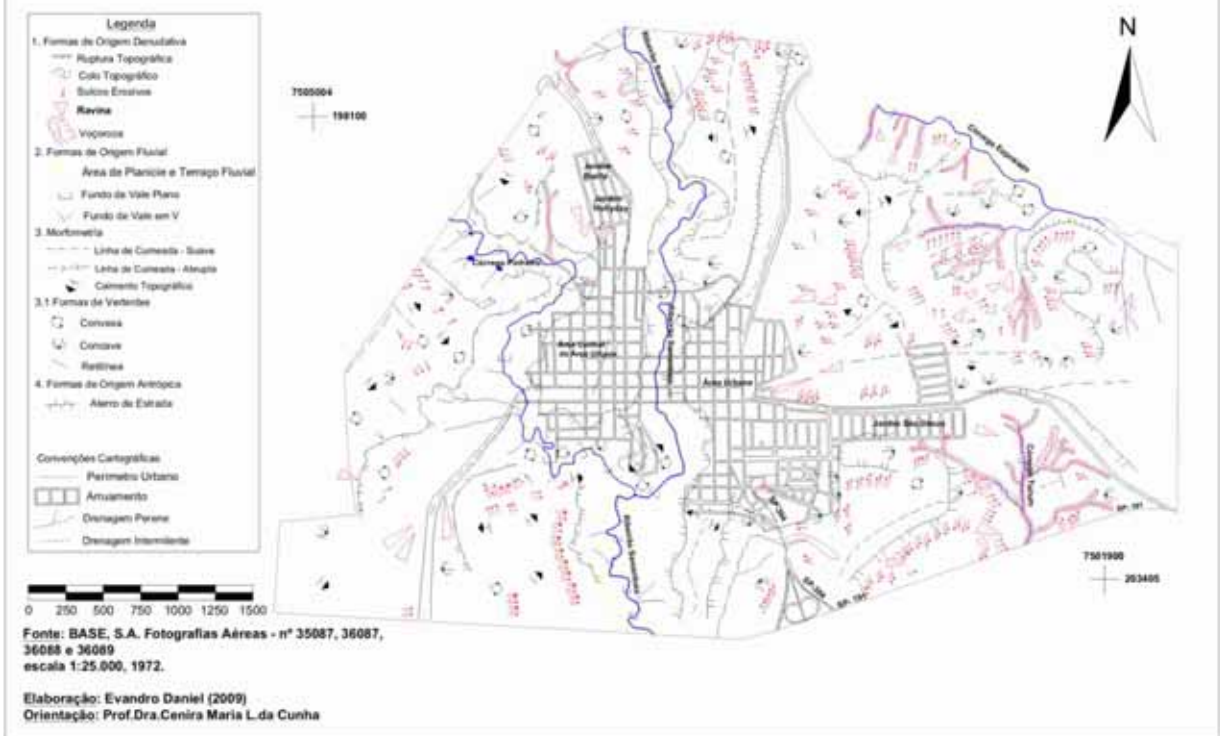
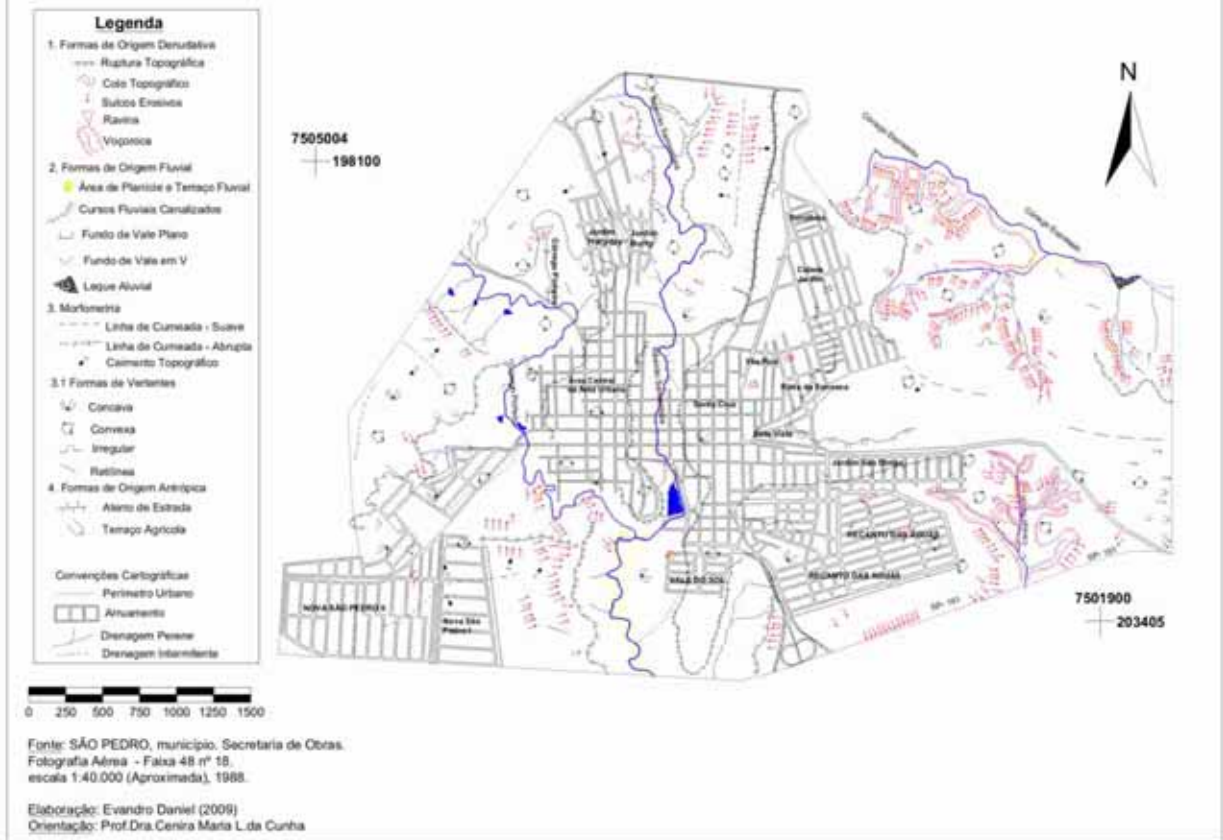


Figura 06: Carta Geomorfológica – Cenário 1972 – Espaço Urbano de São Pedro/SP



## Carta Geomorfológica da Área Urbana de São Pedro (SP) Cenário de 1988



**Figura 07: Carta Geomorfológica – Cenário 1988 – Espaço Urbano de São Pedro/SP**



**Figura 08: Carta Geomorfológica – Cenário 2000 – Espaço Urbano de São Pedro/SP**



**Foto 07: Trecho do córrego Samambaia, com forma de fundo de vale plano.**



**Foto 08: Obras de Construção Civil no córrego Samambaia.**

O setor central se constituía por 3 bairros no cenário de 1972, denominados Santa Cruz, São Benedito e Centro. No cenário de 1988, esse número aumentou com a inclusão dos bairros Jardim Bela Vista e Vila Rica, situação que permaneceu equivalente em 2000. Assim, o uso e ocupação desse setor, decorrente da expansão urbana, ocasionaram, conseqüentemente, o desaparecimento de drenagens intermitentes, mapeadas no cenário de 1972, e que não foram mais registradas nos períodos seguintes.

A expansão urbana não alterou as rupturas topográficas registradas nos três cenários estudados, sendo, respectivamente, uma ruptura topográfica próxima ao bairro Santa Cruz e uma outra, próxima ao centro. No entanto, o uso e ocupação do setor central, por meio da intensificação da urbanização, acarretaram alterações topográficas que deformaram a linha de cumeada no bairro São Benedito (registrada no cenário de 1972), no cenário de 1988.

Em relação aos prejuízos ambientais, os diversos estágios dos processos erosivos lineares se destacam na área de estudo com a presença, em 1972, de ravinas e sulcos erosivos à margem do bairro Santa Cruz, mas que a desapareceram nos cenários posteriores, resultado do aterramento e também da expansão urbana. Alguns sulcos erosivos se mantêm no cenário de 1988 em alguns locais do bairro Vila Rica, devido à concentração do escoamento superficial, justificado pela identificação da forma de vertente côncava. Mas, no cenário de 2000, esses processos erosivos lineares de estágios

iniciais desapareceram, consequência da prática de aterramento e construção de residências.

Em toda a área do setor central do espaço urbano de São Pedro/SP, verificou-se o predomínio de formas de vertentes convexas e côncavas, porém com significativas mudanças entre os diversos cenários. Essas alterações devem-se às ações antrópicas, por meio do aumento da ocupação urbana no setor, que altera significativamente a topografia local.

No setor sul do perímetro urbano identificou-se, no cenário de 1972, o aterro da estrada SP – 191 (que faz conexão entre os municípios de São Pedro/SP e Charqueada/SP), e que esteve presente em todos os cenários.

Em relação às áreas próximas ao aterro da SP – 304, (que faz a conexão entre os municípios de São Pedro e Piracicaba), registraram-se, no cenário de 1972 e de 1988, formas de vertentes côncavas. Assim, a concentração do escoamento superficial causou o surgimento de processos erosivos em estágios iniciais (sulcos erosivos) próximos à mesma, em ambos os cenários; e também o surgimento de uma voçoroca (processo erosivo linear em estágio avançado) no primeiro cenário citado, graças à presença de solo exposto e uso referente ao pasto limpo. No entanto, esse processo erosivo linear em estágio avançado desapareceu no segundo cenário (1988), decorrente do uso e ocupação do setor pela expansão urbana, em substituição às classes de uso citadas anteriormente.

A consolidação do uso e ocupação urbana identificado no cenário de 2000, resultou na substituição da forma de vertente côncava pela irregular e, também, no desaparecimento dos sulcos erosivos.

As formas de vertentes nesse setor sofreram alterações que, provavelmente, estão vinculadas a expansão urbana, à fragilidade litológica e, também, à atuação dos processos erosivos lineares em estágios iniciais.

No córrego Samambaia, também presente no setor sul, foi identificado, em todos cenários estudados, a presença de APTF – Área de Acumulação de Planície e Terraço Fluvial, que pode ser provavelmente resultado da dinâmica fluvial natural, uma vez que não houve aumento significativo dessa feição geomórfica de origem fluvial nos cenários posteriores.

A ruptura topográfica do setor sul sofreu mudanças como o aumento da extensão da mesma na passagem do cenário de 1972 para o de 1988, com a manutenção delas no cenário de 2000. Nas rupturas e também em áreas próximas à margem do córrego Samambaia, registrou-se, no cenário de 1972, grande quantidade de sulcos erosivos,

situação equivalente em todos os cenários. Assim, os processos erosivos lineares e também as mudanças de uso da terra do local, com substituição de silvicultura, pasto limpo, cultura anual pela urbanização, provavelmente podem ser considerados responsáveis pelas mudanças das características (extensão, localização) das rupturas.

Em decorrência do crescimento do uso urbano e também da ação dos processos erosivos lineares no setor sul, a linha de cumeada, identificada no cenário de 1972, sofreu sensíveis alterações, tanto em 1988 como em 2000.

O aumento do uso por meio da urbanização do setor sul também causou contenção dos processos erosivos lineares iniciais, identificados no cenário de 1972 devido à realização de aterros e do surgimento do Bairro Recanto das Águas.

Em relação ao setor sudeste, registrou-se no cenário de 1972, intensa ação de processos erosivos lineares de estágios variáveis, em toda margem do córrego Tucum, ou seja, desde a formação de sulcos erosivos, e ravinas até voçorocas. A situação foi dinamizada pelo solo exposto em grande parte da margem de drenagem. A atuação dos processos erosivos aproximou-se, perigosamente, da estrada SP-191, limite da área urbana desse setor.

Em relação ao mapeamento dos processos do setor sudeste no cenário de 1988 e 2000, identificou-se uma situação de dinamização dos mesmos em decorrência da expansão do uso e ocupação urbana próxima à margem do córrego (Foto 09). A dinamização decorre da impermeabilização do solo, ocasionado pelo uso urbano e, também, do arruamento dos loteamentos, direcionados para o ramo principal do talvegue. Tais fatos geraram, conseqüentemente, o aumento da concentração do escoamento das águas pluviais e a aceleração da evolução remontante da voçoroca, com aumento da largura das margens e profundidade da voçoroca do córrego Tucum.



**Foto 09: A urbanização próxima a vertente do córrego Tucum.**

Em decorrência da situação, fato levantado, também, através de trabalho *in loco*, diversas casas (Foto 10) próximas ao voçorocamento foram consideradas em área de risco pela Defesa Civil. Assim, os moradores foram aconselhados a deixar as casas com destino a outros setores mais seguros da cidade.



**Foto 10: Residências em situação de risco próxima a vertente da voçoroca do córrego Tucum.**

Seguindo com a interpretação desse setor, no cenário de 1972 verificou-se a presença de ruptura topográfica, que desapareceu nos cenários posteriores, em decorrência do aumento do uso e ocupação urbana. A situação também considerada válida para a linha de cumeada, presente no cenário de 1972, mas impossível de ser registrada nos outros cenários.

A atuação dos processos erosivos lineares em diversos estágios identificados nos três cenários, mantém relação estreita com o fundo de vale chato que domina toda a extensão do córrego Tucum. Verificou-se, *in loco*, que este se encontra em processo nítido de assoreamento em todo o percurso (Foto 11). É preciso ressaltar que a dinamização na deposição de sedimentos (originados das encostas e áreas próximas que estão sendo erodidas) foi facilitada pela redução do uso da terra destinado à mata e pelo aumento da área de solo exposto.



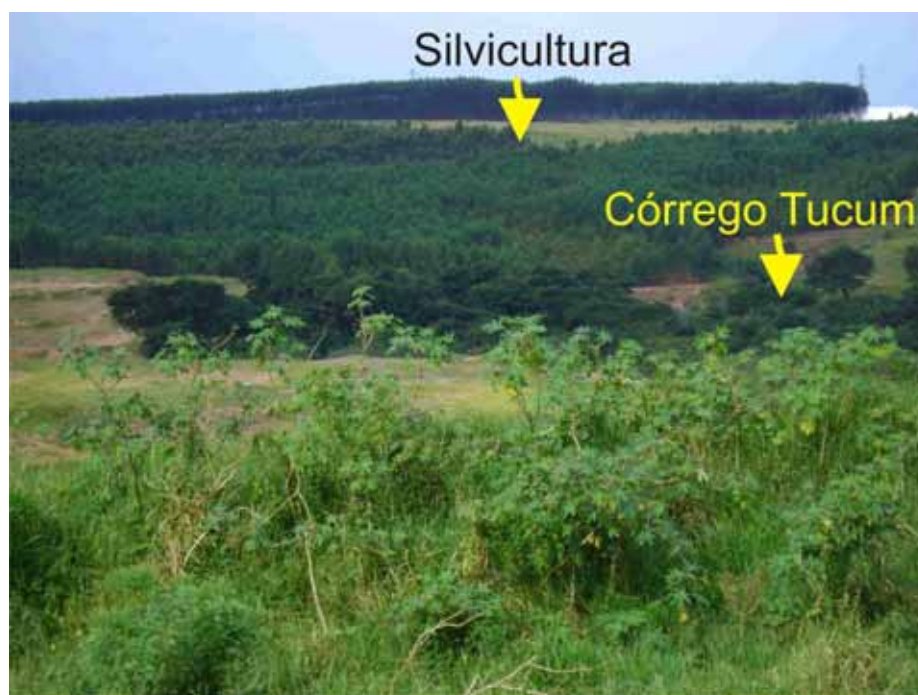
**Foto 11: Trecho do córrego do Tucum assoreado.**

As formas de vertentes no cenário de 1972, em quase toda a área do setor sudeste, mais precisamente na do córrego Tucum, caracterizaram-se pelo predomínio do formato côncavo, o que auxilia a concentração do escoamento superficial e, conseqüentemente, o surgimento dos processos erosivos lineares.

No entanto, conforme os registros realizados no cenário de 1988, foi possível identificar, em alguns locais, alterações nas formas das vertentes decorrentes da expansão do uso e ocupação urbana, do início de práticas de terraceamento e também do

uso destinado a silvicultura como forma de contenção dos processos erosivos identificados.

No cenário de 2000 identificou-se uma situação de intensa prática de terraceamento, assim como o aumento do uso e ocupação urbana próxima à margem do córrego Tucum. Em outros locais foram identificadas reduções nas formas de vertentes côncavas devido ao aumento da prática de terraceamento e da silvicultura (Foto 12). Ficou evidente, assim, que tais práticas foram eficientes na contenção de processos erosivos em estágios iniciais, mas a situação não se repetiu para conter a dinamização dos processos em estágios avançados.



**Foto 12: A prática de silvicultura próxima ao córrego Tucum como forma de contenção.**

O setor leste do espaço urbano de São Pedro/SP, que corresponde principalmente à área drenada pelo córrego Espraiado, caracterizou-se, no cenário de 1972, pela presença de rupturas topográficas, que no cenário de 1988 e 2000 apresentaram significativa redução. A mudança pode ser atribuída à redução de áreas destinadas à mata, substituídas pelo aumento do uso e ocupação urbana. (Foto 13) O aumento da ocupação urbana também ocasionou mudança da extensão e posição da linha de cumeada, cujas feições geomórficas, registradas no cenário de 1972, sofreram alteração no cenário de 1988 e mantiveram-se no cenário de 2000.





**Foto 13: Ocupação urbana próxima a ruptura topográfica.**

Ainda no setor leste, identificaram-se, no cenário de 1972, inúmeros processos erosivos lineares em estágios iniciais (sulcos erosivos), e, também, processos em estágios mais dinamizados, como a presença de onze ravinas e dezesseis voçorocas ao longo da área drenada pelo córrego Espriado, inserida nos limites do espaço urbano do município de São Pedro/SP. A situação, provavelmente, é facilitada pelo destino do uso da terra nesse período, por meio do registro de solo exposto e pasto limpo.

No cenário de 1988, notou-se uma sensível diminuição de feições relacionadas aos processos lineares, principalmente ravinas e sulcos erosivos, devido ao aumento do uso e ocupação urbana, visto que tais feições comumente são aterradas para a construção dos bairros. No entanto, houve a dinamização dos processos erosivos lineares em estágios avançados (voçorocas), justificados pelo aumento da largura, extensão e profundidade dos mesmos, ao longo da extensão e margem do córrego Espriado.

É relevante ressaltar que no cenário de 1988 inicia-se, nesse setor, a prática da silvicultura que, provavelmente, colaborou para a contenção, estabilização e até o desaparecimento de sulcos erosivos e ravinas, embora ela não tenha sido suficiente para conter a dinamização das voçorocas, já registradas no cenário de 1972, ao longo da extensão do córrego Espriado.

Assim, em 2000, no setor leste, constatou-se a ampliação da área ocupada pela silvicultura praticada com o uso do terraceamento. Teve-se, então, uma significativa

continuação na redução dos processos erosivos lineares em estágios iniciais (sulcos erosivos) e também de processos erosivos em estágio intermediários (ravinas). No entanto, as voçorocas presentes nos cenários anteriores (1972 e 1988) dinamizaram-se no cenário de 2000, fato constatado pelo aumento da largura e extensão da mesma. A situação decorre tanto da fragilidade litológica da área como da redução das matas ciliares existentes nos cenários anteriores. Além disso, a expansão da ocupação urbana ocasiona a impermeabilização do solo e o aumento da concentração do escoamento superficial, voltado para o ramo principal da voçoroca, o que dinamiza ainda mais o processo.

As formas de vertentes do setor leste, no cenário de 1972, caracterizavam-se pelo formato côncavo e convexo, distribuídas ao longo da área drenada pelo córrego Espreado. No entanto, no cenário de 1988, surge uma forma de vertente irregular e outra retilínea, assim como a diminuição da forma de vertente convexa e o predomínio da côncava. Essas alterações decorrem das ações dos processos erosivos lineares, tanto em estágio inicial como avançado, aliados à fragilidade litológica e a substituição do uso destinado ao pasto limpo, registrado no cenário de 1972, pela ocupação urbana em 1988.

A área, no cenário de 2000, sofreu outras mudanças, provavelmente vinculadas ao aumento do uso da terra destinado à silvicultura e ao aumento da ocupação urbana (Foto 14), que causou, conseqüentemente, o desaparecimento das formas de vertentes retilínea e irregular e o predomínio de formas de vertentes côncava e convexa.



**Foto 14: Processo Erosivo e de Urbanização próximo ao Córrego Espraiado.**

O estudo do mapeamento das características geomorfológicas do setor leste, também possibilitou a identificação do formato de fundo de vale plano (Foto 15), em vários trechos do córrego Espraiado, em todos os cenários estudados, fato justificado pela dinâmica de deposição de sedimentos do referido curso, e também do aumento da largura e da profundidade do córrego, conforme estudo da evolução dos cenários.

Dessa forma, a situação resulta, provavelmente, da atuação dos processos erosivos lineares em diferentes estágios (sulcos erosivos, ravina e voçoroca), da fragilidade litológica, da expansão do uso urbano de forma desordenada e do aumento da concentração do escoamento superficial para o talvegue do córrego. Vale ressaltar que, em todos cenários, registrou-se, em alguns trechos do córrego Espraiado, a presença de APTF – Área de Acumulação de Planície e Terraço Fluvial.



**Foto 15: Trecho de fundo de vale plano do Córrego Espriado.**

Assim, a elevada quantidade de feições erosivas nesse setor possibilitou a deposição de grande quantidade de material erodido nos fundos do vale, como também a identificação do surgimento de um leque aluvial no cenário de 1988, fato que desapareceu no cenário posterior (2000), provavelmente devido à intensificação da denudação da área onde este se encontrava.

No setor norte da área de estudo, identificou-se, no cenário de 1972, duas linhas de cumeada em área próxima ao Bairro Jardim Burity, sendo que uma delas registrou-se a leste do setor norte, estando circundada por grande quantidade de processos erosivos lineares em estágios iniciais (sulcos erosivos) e formas de vertentes convexas.

Próximo à outra linha de cumeada também se registrou o formato côncavo de vertente, uma quantidade menor de processos erosivos lineares de estágio iniciais (sulcos erosivos), mas a presença de uma voçoroca (processo erosivo linear de estágio avançado) em um dos afluentes do córrego Samambaia.

Nessas circunstâncias, as duas linhas de cumeada identificadas permaneceram presentes também nos cenários posteriores (1988 e 2000), salvo por algumas mudanças nas áreas que margeiam as linhas de cumeada. Constatou-se o desaparecimento da voçoroca próxima a uma das duas linhas de cumeadas, cuja alteração provavelmente

vincula-se ao surgimento da ocupação urbana no primeiro cenário citado e a expansão do processo no segundo.

É válido ressaltar que, no cenário de 1972, registrou-se a existência de colos topográficos em ambas as linhas de cumeada do setor norte, cuja feição geomorfológica não foi registrada nos cenários posteriores. A situação decorre, provavelmente, das mudanças de uso da terra, tais como a ocupação urbana que, ao deformar a topografia, impossibilitou a identificação dessa feição, e o desaparecimento da classe pasto sujo, identificado no cenário de 1972 e não registrado nos cenários seguintes.

Ainda no setor norte, foi possível identificar as mudanças em relação às formas de vertentes, cuja feição geomorfológica registrada no cenário de 1972 apresentou o predomínio de formatos côncavos e convexos. Em relação ao cenário de 1988, registrou-se o desaparecimento da forma de vertente côncava e o surgimento da retilínea. Assim, no cenário de 2000, registrou-se apenas a forma de vertente convexa, com o desaparecimento da retilínea. Assim, essas mudanças, decorrem provavelmente, das ações humanas, como o aumento do uso urbano.

Em afluentes do córrego Samambaia no setor norte registrou-se, no cenário de 1972, dois processos erosivos avançados (voçorocas) e também estágios iniciais desses processos (sulcos erosivos) ao longo das vertentes que drenam em sua direção. Assim, como consequência deles, constatou-se uma dinâmica de deposição de sedimentos muito intensa, que define formas de fundo de vale planas. Isso ocorria em 1972, apesar da extensão considerável da área ocupada pela mata, o que, teoricamente, dificultaria a atuação desses processos, já que proporciona boa cobertura do solo.

No entanto, o surgimento da ocupação urbana e a sua expansão em área próxima à drenagem Samambaia ocasionaram o desaparecimento de uma voçoroca no cenário de 1988, e da outra feição erosiva no cenário de 2000. Esse processo mapeado, no qual se registrou o desaparecimento da voçoroca no cenário de 1988 e que se concretizou no cenário posterior, resultou, provavelmente, do aterramento ocasionado pela ocupação urbana e também da interrupção da retirada da cobertura vegetal e da atividade de uso referente ao pasto limpo.

No setor oeste da área de estudo identificou-se, no cenário de 1972, a atuação de processos erosivos lineares em diversos estágios, sendo duas voçorocas, duas ravinas e grande quantidade de sulcos erosivos ao longo das vertentes que drenam para o córrego Pinheiro, inserido nesse setor. Um desses processos está inserido na área urbana, mais precisamente próximo ao bairro Jardim Hollyday.

Em decorrência de atuações antrópicas, registradas a partir do cenário de 1988, desapareceu a voçoroca inserida na área urbana, registrada no cenário de 1972; e também esse outro processo erosivo, no cenário de 2000. Tais atuações vinculam-se à prática da silvicultura com o uso de terraceamento, o que levou à contenção e desaparecimento dessas feições erosivas.

De acordo com os registros obtidos no cenário de 1972 do setor oeste, notou-se uma dinâmica de deposição de sedimentos em alguns trechos do córrego Pinheiro, fato justificado pela forma fundo de vale plano. Esses trechos estão próximos a áreas onde o uso da terra caracterizou-se como solo exposto. Em compensação, outros trechos não apresentaram deposição de sedimentos, sendo mapeados como forma de fundo de vale em v. Essa situação ocorreu principalmente em setores onde foi marcante a presença da mata.

No cenário de 1988, essa situação manteve-se, porém mudanças foram identificadas no cenário de 2000, que apresentou significativa diminuição de processos erosivos lineares de estágios iniciais (sulcos erosivos), o que acarretou o rompimento do processo de dinâmica de deposição de sedimentos, fato justificado pela forma de fundo de vale em v. Outro fato que colaborou com a redução na deposição dos sedimentos foi a diminuição das áreas ocupadas pelo solo exposto e o aumento daquelas destinadas à mata.

As formas de vertentes identificadas no cenário de 1972 do setor oeste foram bastante diversificadas, ocorrendo vertentes côncavas, convexas e retilíneas. Essas características são equivalentes para o cenário de 1988, enquanto no cenário de 2000, registrou-se o surgimento do formato de vertente irregular junto às outras formas citadas no cenário anterior. Isso se justifica, possivelmente, pelo aterramento para a construção de uma estrada, inexistente nos cenários anteriores, e também pelas mudanças de uso da terra, principalmente pelo aumento de áreas destinadas à urbanização.

Ainda nesse setor oeste, foram identificadas rupturas topográficas no cenário de 1972, próximas aos bairros Jardim Burity, Jardim Hollyday e também do córrego Pinheiro. As rupturas sofreram alterações nos cenários posteriores, como a redução de sua extensão e a fragmentação das mesmas em pequenas partes. As alterações podem ser provavelmente, resultados da atuação dos processos erosivos lineares de estágios iniciais, como também de ações humanas, com mudanças no uso da terra, aumento do processo de urbanização e da prática de cultura anual.

Por fim, em relação às características geomorfológica do setor sudoeste da área de estudo, identificou-se, no cenário de 1972, a presença de processos erosivos lineares de estágios iniciais (sulco erosivos) e também intermediários (duas ravinas), beneficiados pela presença de forma de vertente côncava. Nota-se nesse cenário que o uso do setor estava relacionado ao pasto limpo, à presença de alguns trechos de solo exposto, que podem ter colaborado com a formação das ravinas, e uso destinado à silvicultura, mas que não conteve o surgimento dos referidos processos erosivos.

No cenário de 1988, identificou-se o aumento intensivo do uso da terra destinado à urbanização, em substituição ao pasto limpo, solo exposto e silvicultura. Concomitantemente, ocorreu o desaparecimento das ravinas, o surgimento de uma linha de cumeeada, de ruptura topográfica e também de forma de vertente irregular. Tais feições podem estar relacionadas as deformações topográficas típicas do processo de urbanização.

No cenário de 2000 identificou-se, no setor sudoeste, o desaparecimento de processos erosivos lineares iniciais (sulcos erosivos) e também distorções que impediram o reconhecimento da linha de cumeeada traçada no cenário anterior. Vale ressaltar que, nesse cenário, o uso predominante da terra destinava-se à urbanização.

A análise apresentada mostra que as mudanças na morfologia do relevo do espaço urbano de São Pedro/SP e os processos a ela vinculados resultam, em sua maioria, da ausência de planejamento urbano e do possível desconhecimento do órgão público em relação à fragilidade litológica da área de estudo. Assim, vale ressaltar que as práticas de contenção dos processos surtiram resultado, embora, ainda longe de conter a grave situação dos prejuízos ambientais, que são as voçorocas.

## 5. Considerações Finais

Por meio dos dados levantados através da elaboração das Cartas Geomorfológicas e do Uso da Terra, nos períodos históricos de 1972, 1988 e 2000 e também de observações *in loco*, constatou-se que o espaço urbano de São Pedro apresentou um aumento da área destinada à urbanização, assim como outras alterações no uso da terra, relacionadas nitidamente às modificações da morfologia da área de estudo. Convém esclarecer que as modificações também se relacionam às fragilidades litológicas e pedológicas da área, as quais se vinculam à constituição arenosa desse substrato litosférico.

As alterações das classes de uso da terra apontam para a diminuição da área ocupada pelo pasto limpo, substituída pela expansão do uso urbano, prática de silvicultura, pasto sujo e também cultura anual. Ocorre o surgimento de cobertura herbácea, de solo exposto, espaço livre urbano, como também área construída, mata e área de expansão urbana.

Assim, a Carta Geomorfológica de 1972 (Figura 06) possibilitou identificar, em todo o espaço urbano de São Pedro/SP, a presença de sulcos erosivos, ravinas e também, em menor proporção, de voçorocas. Essas características do relevo, no cenário de 1988 (Figura 07), altera-se, ocorrendo diminuição dos sulcos erosivos e ravinas devido à expansão urbana e início da prática de silvicultura. No entanto, registrou-se a contínua dinamização dos processos de estágios avançados (voçorocas – cenário de 1988 - Figura 07), decorrente do surgimento de loteamentos próximos a esses processos que ocasionaram o aumento da concentração do escoamento superficial, decorrente da impermeabilização do solo, e também das ruas dos loteamentos direcionadas para as voçorocas.



No cenário de 2000 (Figura 08) os sulcos erosivos continuaram a se reduzir consideravelmente em relação aos períodos anteriores, como também as ravinas. Entretanto, os processos de estágios avançados (voçorocas) dinamizaram-se (aumento da extensão e da largura), causado pela expansão urbana em áreas próxima a esses processos, e as conseqüências já relatadas anteriormente, vinculadas ao aumento da concentração do escoamento superficial, através da impermeabilização do solo, e também das ruas dos loteamentos direcionadas para as voçorocas.

Dessa forma pode-se concluir que os processos erosivos de estágios avançados no espaço urbano de São Pedro/SP foram decorrentes tanto da fragilidade litológica, como também do mau uso e ocupação deste espaço, sendo que a urbanização pode ser considerada como um dos agentes mais importantes na dinamização desses processos.

Portanto, vale ressaltar a importância do conhecimento das condições naturais antes da implantação de qualquer tipo de loteamento em qualquer área a ser ocupada; assim esse estudo deve ser realizado por profissionais da área, como também contar com a participação do poder público para resolução da problemática.

Essa constatação advém das observações *in loco* no espaço urbano de São Pedro, onde se identificaram medidas paliativas de recuperação das áreas degradadas pelos processos, mas que conseqüentemente não conseguiram resolver o problema.

Assim, é preciso a realização de estudos (em parceria com a Prefeitura de São Pedro e profissionais da área ambiental) para recuperação ou estabilização dessas áreas prejudicadas pelos processos erosivos (voçorocas), com propostas de médio e longo prazo, para se chegar a melhorias nos procedimentos de contenção dos graves problemas ambientais identificados na área de estudo.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F.F.M. **Fundamentos geológicos do relevo paulista**. São Paulo: Universidade de São Paulo. Instituto Geográfico e Geológico, 1974.

ALMEIDA FILHO, G. S.; SANTORO, J.; GOMES, L. A. Estudo da dinâmica evolutiva da boçoroca São Dimas no município de São Pedro, SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004.p.73-86. Disponível em: <[http://www.cfh.ufsc.br/~gedn/sibraden/cd/EIXO%201\\_OK/1-6.pdf](http://www.cfh.ufsc.br/~gedn/sibraden/cd/EIXO%201_OK/1-6.pdf)>. Acesso em: 28 ago. 2007

ANDERSON, J.R. et al. **Sistema de classificação do uso da terra e do revestimento do solo para utilização com dados e sensores remotos**. Rio de Janeiro: IBGE, 1979.

ARAUJO, G.H.S. et al. **Gestão de áreas degradadas**. Bertrand Brasil: Rio de Janeiro, 2007.

BAPTISTA. G.M.M. Diagnóstico ambiental de Erosão Laminar: modelo geotecnológico e aplicação. Brasília: Universa, 2003.

BERTALANFFY, L.V. **Teoria geral dos sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1973.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 2. ed. Piracicaba: Livroceres, 1985.

BIGARELLA, J.J. **Estrutura e origem das Paisagens tropicais e subtropicais**. v.3. Florianópolis: UFSC, 2007.

BRAGA, R.; CARVALHO, P.F. **Recursos hídricos e planejamento urbano e regional**. Rio Claro: Laboratório de Planejamento Municipal, Deplan, Unesp IGCE,

2003.

CARPI JUNIOR, S. **Técnicas cartográficas aplicadas á dinâmica da bacia do Ribeirão Araquá – SP.** 1996. Dissertação (Mestrado em Geografia Área de Concentração do Espaço) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1996.

CHORLEY, R.J. A Geomorfologia e a Teoria dos Sistemas. **Notícia geomorfológica.** Campinas, v.11, n. 21, 1971.

CHRISTOFOLETTI, A. A significância da teoria dos sistemas em Geografia física. **Boletim de Geografia Teorética**, Rio Claro, v. 16/17, n. 31-34, p. 119-128. 1986/1987.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em Geografia.** São Paulo: Hucitec, 1979.

CHRISTOFOLETTI, A. A Teoria dos Sistemas. **Boletim de Geografia Teorética**, Rio Claro, n. 2, p.43-60. 1971.

CHURCHMAN, C.W. **Introdução à teoria dos sistemas.** Petrópolis: Vozes, 1972.

CLARKE, R; KING, J. **O atlas da água.** São Paulo: Publifolha, 2005.

CORRÊA, R. L. **Trajetórias Geográficas.** Rio de Janeiro: Afiliada, 1997.

CUNHA, M.L.C. **A cartografia do relevo no contexto da gestão ambiental.** 2001. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

DAEE. **Controle de Erosão:** bases conceituais e técnicas: diretrizes para o planejamento urbano e regional – orientações para o controle de boçorocas urbanas. São Paulo: DAEE/IPT, 1989.

DAEE. **Controle de Erosão:** bases conceituais e técnicas: diretrizes para o planejamento urbano e regional – orientações para o controle de boçorocas urbanas. 2 ed. São Paulo: DAEE/IPT, 1990.

DREW, D. **Processos interativos homem-meio ambiente.** São Paulo: Difel, 1986.

FACINCANI, E.M. **Influência da estrutura e tectônica no desenvolvimento das boçorocas da região de São Pedro/SP:** proposta de reabilitação e aspectos jurídico-institucionais correlatos. 1995. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1995.

FURQUIM, S. A.C. **Interações entre modelo e solo no transecto do Espreado - São Pedro/SP.** 2002. Dissertação (Departamento de Geografia) - Faculdade de Filosofia Letras, Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

GOUDIE, A. **Geomorphological Techniques.** London: Routledge 1990.

GUERRA, A.J.T; CUNHA, S.B. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B (org) **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

GUERRA, A.J.T; GUERRA, A.T. **Novo dicionário geológico geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

GUERRA, A.J.T.; MENDONÇA, J.K.S. Erosão dos solos e a questão ambiental. In: **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Orgs. Vitte, A.C. & Guerra, A.J.T. p. 225 – 251. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS - IAC. **Fotografias aéreas do município de São Pedro**. Escala 1:25.000, 1972.

INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA – IPT. **Fotografias aéreas do município de São Pedro/SP**. Escala 1:40.000, 1962.

MAURO, C.A. **Voçorocas: marcas das relações sociedade-natureza na bacia do Monjolinho, São Carlos (SP)**. Tese (Doutorado), Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

PERES FILHO, A.; NOGUEIRA, F. P.; SANCHEZ, M. C.; TAVARES, A.C. Erosão acelerada em Areias Quartzosas no município de São Pedro. In: **Encontro anual da sociedade brasileira para o progresso da ciência**. Anais da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. v. 24A. p. 12-12. Curitiba, 1986.

PICOLI, F. **O capital e a devastação da Amazônia**. São Paulo: Expressão Popular, 2006.

RISER, J. **Erosão e paisagens naturais**. Lisboa: Flammarion, 1995.

ROSS, J.L.S.; MOROZ, I.C. **Mapa geomorfológico do estado de São Pulo**. v. 1. São Paulo: Edusp, 1997.

ROSS, J.L.S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 2005.

SANCHEZ, M.C. **Os municípios de São Pedro e Charqueada: aspectos de sua geografia agrária**. 1969. Tese (Doutorado) - Faculdade de Filosofia Ciências e Letras, Rio Claro, 1969.

SANCHEZ, M.C. Contribuição ao conhecimento das bases naturais dos municípios de São Pedro e Charqueada (S.P). **Notícia geomorfológica**. Campinas, v.11, n. 21-22, p.47-60, 1971.

SÃO PAULO. Secretaria de Economia e Planejamento do Estado. Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. SEADE. **São Pedro**. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br/produtos/500anos/consulta.php>>. Acesso em: 02 mai. 2009.

SECRETARIA DE OBRAS – PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO (SP). **Base Cartográfica Digital da Área de Estudo**. Escala: 1:5000, 1995.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977.

TRICART, J. **Principes et méthodes de la géomorphologie**. Paris: Masson et c<sup>ie</sup>, 1965.

ZUQUETTE, L.V.; CARVALHO, J.A.R.; YAMANOUTH, G.R.B. Feições erosivas na bacia do córrego do Espraiado, São Pedro/SP seus tipos e evolução entre 1972- 2002. **Revista brasileira de geociências**. v.2, n.37, p.414-425, 2007.