

## **GEOMORFOLOGIA ANTROPOGÊNICA E SUA INSERÇÃO EM PESQUISAS BRASILEIRAS**

### **ANTHROPOGENIC GEOMORPHOLOGY AND ITS INSERTION IN BRAZILIAN RESEARCH**

**Letícia Giuliana Paschoal**

Universidade Estadual Paulista  
Instituto de Geociências e Ciências Exatas de Rio Claro  
[leticiagiulianapaschoal@gmail.com](mailto:leticiagiulianapaschoal@gmail.com)

**Adriano Luís Heck Simon**

Universidade Federal de Pelotas  
Instituto de Ciências Humanas  
[adriano.simon@ufpel.edu.br](mailto:adriano.simon@ufpel.edu.br)

**Cenira Maria Lupinacci da Cunha**

Universidade Estadual Paulista  
Instituto de Geociências e Ciências Exatas de Rio Claro  
[cenira@rc.unesp.br](mailto:cenira@rc.unesp.br)

#### **RESUMO**

A dinâmica de ocupação e uso da terra contribui para a organização de morfologias que adquirem caráter antropogênico. Assim, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de realizar uma revisão de literatura sobre os estudos do Homem enquanto agente geomorfológico, bem como apresentar dois estudos de casos que retratam as transformações ocorridas em tempo histórico: um deles em regiões agropastoris e outro em área vinculada a atividades de mineração. Estudos atrelados à antropogeomorfologia podem contribuir para o planejamento ambiental dos sistemas físico-ambientais, promovendo o mínimo impacto desencadeado pelo processo de ocupação sobre as formas do relevo e rede de drenagem, a fim de evitar situações de risco para as diferentes atividades antrópicas desenvolvidas.

**Palavras-chave:** Alterações geomorfológicas; uso da terra; ação antrópica.

#### **ABSTRACT**

Land use/cover dynamics contributes to the organization of anthropogenic morphologies. This work aims to carrying out a literature review that enables the analysis of the evolution of man as geomorphological agent and present two Brazilian case studies that depict transformations occurred in historical time scale: in agricultural regions and mining activities areas. Studies linked to anthropogenic geomorphology may contribute to the environmental planning of physical-environmental systems, promoting minimal impact triggered by the spatial occupation over the landforms and drainage net, to avoid risky situations for the different human activities developed.

**Keywords:** Geomorphological changes; land use; anthropic action.

## 1 - Introdução

A Geografia, e em especial a Geografia Física, sempre ocuparam papel de destaque entre as ciências que abordam questões vinculadas à análise dos sistemas físico-ambientais, bem como as consequências da intervenção antrópica sobre os elementos que compõem estes sistemas, resultando na alteração dos seus atributos.

A evolução tecnológica do sistema socioeconômico promoveu transformações graduais e intensas (em diferentes escalas e extensões espaciais) nos elementos dos sistemas físico-ambientais que se encontram em contato direto com as atividades humanas como a cobertura vegetal, as formas do relevo e a rede hidrográfica (CASSETI, 1994). Desta forma, a transformação inicial da cobertura vegetal estabelece o start de outros fenômenos verificados principalmente sobre as formas do relevo e sobre a hidrografia, alterando, conseqüentemente, a morfodinâmica e a dinâmica fluvial (NIR, 1983; DREW, 1986; CASSETI, 1994).

Christofoletti (1967) e Perez Filho et al. (2001) afirmam que a ação antrópica atribui características artificiais aos sistemas geomorfológicos e hidrográficos a partir de interferências na morfodinâmica e manifestam a necessidade em analisar as repercussões que a atividade humana desencadeia sobre os processos geomorfológicos. Tais estudos devem basear-se numa perspectiva histórica, ou seja, que se esforce em avaliar a evolução da intervenção antrópica, procurando compreender de que modo essas contribuíram para o controle da morfodinâmica, através da aceleração, estagnação ou eliminação de determinados processos evidenciados na atualidade.

Suertegaray e Nunes (2001) manifestam a importância de análises geomorfológicas que inserem o agente antrópico enquanto elemento ativo nas transformações do relevo, procurando analisar as alterações com enfoques veiculados para além de uma escala de tempo geológica, considerando, por conseguinte, a escala de tempo humana ou histórica, assimilando o “tempo que se faz” e a velocidade deste fazer humano sobre as formas e processos geomorfológicos.

Partindo destas considerações iniciais, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de realizar uma revisão de literaturas que possibilite a análise da evolução dos estudos atrelados a ação do Homem enquanto agente geomorfológico, bem como apresentar dois estudos de caso, oriundos de pesquisas desenvolvidas pelos grupos “Geomorfologia e

Planejamento Ambiental”, vinculado à UNESP de Rio Claro e “Geomorfologia e Meio Ambiente”, da Universidade Federal de Pelotas (UFPeL). Estes estudos de caso se desvinculam das áreas fortemente urbanizadas – as quais, tradicionalmente, são estudadas com esse viés científico em território brasileiro – e baseiam-se na utilização da cartografia geomorfológica evolutiva para a análise do relevo antropogênico em áreas agropastoris e com predomínio de atividades de mineração.

## **2 - A ação do Homem sobre sistemas geomorfológicos: Antropogeomorfologia**

A ação do Homem sobre a natureza se iniciou a partir da organização dos grupos nômades que conduziam práticas agrícolas incipientes, no médio Holoceno (ZALASIEWICZ et al., 2008). Entretanto, a intensificação das técnicas de apropriação e transformação da natureza pode ser considerada recente (ELORZA, 2007), com maior desenvolvimento a partir da Revolução Industrial (GOUDIE, 1977; 1986; 1993) a partir do aumento das áreas urbanas, da produção agrícola e da exploração dos recursos minerais que promoveram alterações na cobertura vegetal original (SIMON et al., 2010; SIMON; TRENTIN, 2009).

A mudança do revestimento da terra, geralmente se estabelece como o ponto de partida para a dinamização dos processos erosivos que ocorrem nas vertentes, pois intervém no equilíbrio dos elementos naturais e concede novas características ao funcionamento dos sistemas físico-ambientais que até então respeitavam lógicas naturais de manutenção do equilíbrio dinâmico (BROWN, 1971; LAMBIM et al., 1999; ELORZA, 2007; PEREZ FILHO; QUARESMA, 2011 ).

A interferência antrópica sobre as formas e processos do relevo pode ocorrer direta ou indiretamente. O controle direto é localizado, a exemplo da construção de reservatórios, das atividades de mineração, da retificação ou canalização de cursos fluviais, construção de estradas e da irrigação das lavouras. Ação antrópica indireta possui maior dimensão areal e encontra-se atrelada à dinâmica de ocupação e uso das terras, que expõe as formas do relevo à ação mais efetiva dos processos operantes (DREW, 1986; SIMON, 2007).

Os estudos sobre a ação humana no equilíbrio e funcionamento dos sistemas geomorfológicos tiveram espaço coadjuvante nas pesquisas em geomorfologia (BROWN, 1971; GOUDIE, 1993), pois as formas do relevo e os processos modeladores foram, por muito tempo, compreendidos exclusivamente sob o ponto de vista da operação

dos fatores naturais, desencadeados em uma escala de tempo geológica (BROWN, 1971; SUERTEGARAY; NUNES, 2001; ROSSATO; SUERTEGARAY, 2000 ).

Entretanto, a constatação de que as condições de controle direto e indireto impostas pelas atividades antrópicas poderiam conduzir a reorganização da morfodinâmica, originando situações de degradação ambiental e risco para as atividades socioeconômicas, possibilitou a ampliação de pesquisas que consideram o Homem enquanto agente geomorfológico independente (SZABÓ, 2010). Este posicionamento permitiu a evolução de um novo paradigma na geomorfologia: a Geomorfologia Antrópica ou Antropogeomorfologia (NIR, 1983; SIMON, 2010; PASCHOAL, 2011).

Os primeiros trabalhos dedicados a esta temática foram de caráter ambientalista (MARCH, 1894; STRAHLER, 1905) e não possuíam vínculo restrito com a geomorfologia, enfatizando questões vinculadas à retirada da cobertura vegetal original e aos desequilíbrios nos processos erosivos causados pelo aumento das áreas agrícolas desprovidas de técnicas de proteção do solo. O trabalho de Sherlock (1922) foi considerado como um esforço solitário na tentativa de admitir as influências da atividade humana sobre as formas da Terra, considerando que havia um interesse maior da geomorfologia no entendimento das estruturas do relevo (BROWN, 1971; GOUDIE, 1993).

Tricart (1956) e Brown (1971) procuraram definir as formas diretas e indiretas de intervenção antrópica sobre o modelado terrestre e as consequências destas práticas sobre os processos geomorfológicos. Embora de caráter empírico, os estudos destes autores trazem exemplos de situações nas quais a interferência humana pode ter sido irreversível, e questionam o fato destas possuírem maior amplitude e magnitude do que processos comandados pelos elementos naturais como a água, o vento e o gelo.

As concepções levantadas até o momento foram definidas como pertencentes a um período pioneiro no que tange as discussões sobre a antropogeomorfologia. Estes estudos influenciaram o desenvolvimento de pesquisas realizadas nas décadas seguintes, quando os trabalhos vinculados à geomorfologia antropogênica alcançam um patamar considerado de desenvolvimento/consolidação (SIMON, 2010).

A obra mais importante deste período foi escrita por Dov Nir (1983) e já no título evidencia a Geomorfologia Antrópica como o termo que caracteriza as distintas formas

de intervenção do homem sobre o relevo. O trabalho de Nir (1983) continua uma tendência anterior ao destacar as particularidades da ação humana em diferentes ambientes (áreas rurais, urbanas, florestas, mineração, entre outros), entretanto, se diferencia por apresentar um roteiro metodológico de análise destas intervenções, que considera a dinâmica do sistema socioeconômico e a veiculação das alterações morfológicas em uma escala de tempo histórica.

Nir (1983) propõe análises geomorfológicas que contemplem períodos pré e pós significativa intervenção humana, destacando a necessidade de um cenário base para a avaliação das derivações antrópicas sobre as formas do relevo. Assim, possibilita o desenvolvimento de análises sistêmicas nos estudos vinculados à geomorfologia antropogênica, pois conduz a compreensão da relação existente entre os elementos físico-ambientais e socioeconômicos ao longo do tempo, bem como as consequentes transformações espaciais decorrentes do controle humano sobre os processos naturais.

No início da década de 1990, Goudie (1993) destacou que as variações no clima atuam na evolução dos diferentes domínios morfoclimáticos, sendo que o relevo responde por alterações na cobertura vegetal, na precipitação e no escoamento superficial. Expôs ainda a necessidade de estudos geomorfológicos a longo prazo e propôs a utilização de técnicas de sensoriamento remoto e cartografia geomorfológica para identificar, mensurar e compreender os processos decorrentes dessas mudanças em escala local, dentro dos diferentes domínios morfoclimáticos globais.

Os estudos atuais atrelados à geomorfologia antropogênica evoluíram tanto no campo teórico como no campo metodológico. Técnicas de análise permitiram a avaliação de alterações espaciais na organização dos sistemas geomorfológicos bem como a compreensão das mudanças na escala temporal de ocorrência das taxas de erosão e a sedimentação.

No campo teórico, as discussões sobre a abrangência e consolidação deste novo posicionamento metodológico adquiriram destaque juntamente com as diferentes nomenclaturas derivadas da ação antrópica sobre o relevo (HAFF, 2001; CRUTZEN, 2002; LÓCZY, 2010; SLAYMAKER, 2009). Haff (2001) ressalta que as implicações antrópicas envolvidas nas taxas de denudação e de deposição variam a partir das distintas formas de organização das sociedades e estariam inseridas no escopo da

Neogeomorfologia, equivalente aos termos Geomorfologia Antrópica (NIR, 1983) e Antropogeomorfologia (GOUDIE, 1993).

As discussões a respeito do grau de interferência antrópica sobre as formas do relevo e sobre os processos modeladores também desencadearam novas proposições na Geologia. Phillips (1997); Crutzen (2005) e Zalasiewicz et al. (2008) ao abordarem a rápida evolução das paisagens sob a perspectiva de escalas de tempo influenciadas pela ação do Homem, questionaram as possibilidades do estabelecimento de uma nova era geológica, denominada de Antropoceno. Para os autores, o Antropoceno descreve o período mais recente da história da Terra e tem início com o aparecimento do Homem, abrangendo todas as alterações efetivadas pelo conjunto de técnicas antrópicas desenvolvidas ao longo da história.

Oliveira (1994) e Pellogia (1997, 1998, 2005) consideram que a interferência antrópica ocorre de forma significativa sobre as formas do relevo e o substrato geológico, a ponto de atuar no desenvolvimento de depósitos construídos, induzidos ou modificados (OLIVEIRA, 1994). Os autores citados explicam que a gênese antrópica e a velocidade da formação destes depósitos seriam alheias ao tempo geológico, respeitando o tempo histórico da ação das técnicas das sociedades. Assim, o conjunto de formas e processos derivados da ação antrópica deveria ser classificado dentro de um novo período: o Quinário ou Tecnógeno (PELLOGIA, 1998).

Questões a respeito do posicionamento teórico-metodológico da geomorfologia em face da aceitação do Homem enquanto agente geomorfológico também foram incorporadas pela Associação Internacional de Geomorfologia (IAG) a partir da criação do Grupo de Trabalho “Human Impact on the Landscape” (LOCZY, 2010).

As pesquisas aplicadas (JEAN-PIERRE, 2004; HOOKE, 2006; LATOCHA, 2009a, 2009b; LENTZ; HAPKE, 2011; REMOND, 2005; BANNA; FRIHY, 2009; LÓCZY; GYENIZSE, 2010) surgem como possibilidade de constatação das alterações desencadeadas pela ação antrópica, alavancando o desenvolvimento de estudos que possuem maior aceitabilidade pela ciência geomorfológica e desvinculam-se da excessiva carga empírica (HOOKE, 2000; URBAN, 2002; JAMES, 2006).

No Brasil, estudos vinculados à antropogeomorfologia foram realizados por Rodrigues (2005; 2007) e Silva (2005), na região metropolitana de São Paulo. Vieira e Cunha (2008)

avaliaram as alterações temporais de canais fluviais inseridos no contexto da microrregião serrana do Rio de Janeiro. Fujimoto (2002; 2005) e Penteado (2006) também inseriram elementos da geomorfologia antropogênica em suas análises sobre alteração ambiental urbana na cidade de Porto Alegre. Peggia (1997; 2005), em estudos realizados no município de São Paulo, constatou a modificação e a criação dos processos geomórficos e de formas de relevo pelo Homem.

Perez Filho et al. (2001), Rodrigues (2006), Simon e Cunha (2008), Simon (2010), Perez Filho e Quaresma (2011) realizaram análises históricas sobre o comportamento dos canais de drenagem em bacias hidrográficas controladas pela alteração do nível de base efetivado pela construção de reservatórios hidrelétricos e de captação de água e verificaram modificações nas densidades de rios e de drenagem em áreas de nascentes.

Constatam-se duas características em comum na maior parte das pesquisas em antropogeomorfologia realizadas no Brasil: a utilização da cartografia geomorfológica evolutiva para a diagnose destes fenômenos e a execução de estudos em áreas densamente urbanizadas. Em contrapartida, análises antropogeomorfológicas vinculadas à dinâmica do uso da terra em regiões agropastoris, às atividades de mineração e atreladas à interceptação de redes de drenagem por reservatórios de água são modestamente verificadas na literatura. A fim de evidenciar os estudos que consideram a ação do Homem sobre sistemas geomorfológicos desvinculados de áreas urbanizadas serão apresentados os resultados de investigações realizadas por Simon (2010) e Paschoal (2011) em áreas sob forte interferência da monocultura da cana-de-açúcar e com presença de atividades de mineração.

### **3 - Antropogeomorfologia em áreas com predomínio de monoculturas da cana-de-açúcar**

A cana-de-açúcar possui grande importância para a economia brasileira. O estado de São Paulo é um dos maiores produtores deste gênero agrícola sendo que o reaquecimento da produção de cana se deu concomitante ao retrocesso do ciclo do café a partir da década de 1930, segundo Bray (1998) e Sanchez (1969). O cultivo da cana-de-açúcar foi estimulado pela campanha Pró-álcool instituída pelo Governo Federal, em 14 de Novembro de 1975, após a crise do petróleo em 1973, o qual visava à substituição em grande escala do uso de combustíveis derivados do petróleo. No ano de 2002, os subsídios

à produção de álcool consolidaram esse programa energético, estimulando a expansão das áreas produtoras de cana-de-açúcar no Brasil.

Bray (1998) evidencia que a organização espacial da produção de açúcar nas usinas do estado de São Paulo teve um aumento considerável na região de Piracicaba, que hoje concentra uma das maiores áreas de cultivo de cana-de-açúcar e pode ser considerada como o vetor de expansão dessas lavouras.

O município de Santa Maria da Serra se localiza a 60 km de Piracicaba e está fortemente atrelado a esse processo de expansão do plantio de cana-de-açúcar. As condições naturais da área, onde ocorrem colinas alongadas e levemente convexas, com topos aplainados e amplos desníveis topográficos variando de 20 a 50 metros (PENTEADO, 1976), também facilitam a expansão desta monocultura que possui alto grau de mecanização.

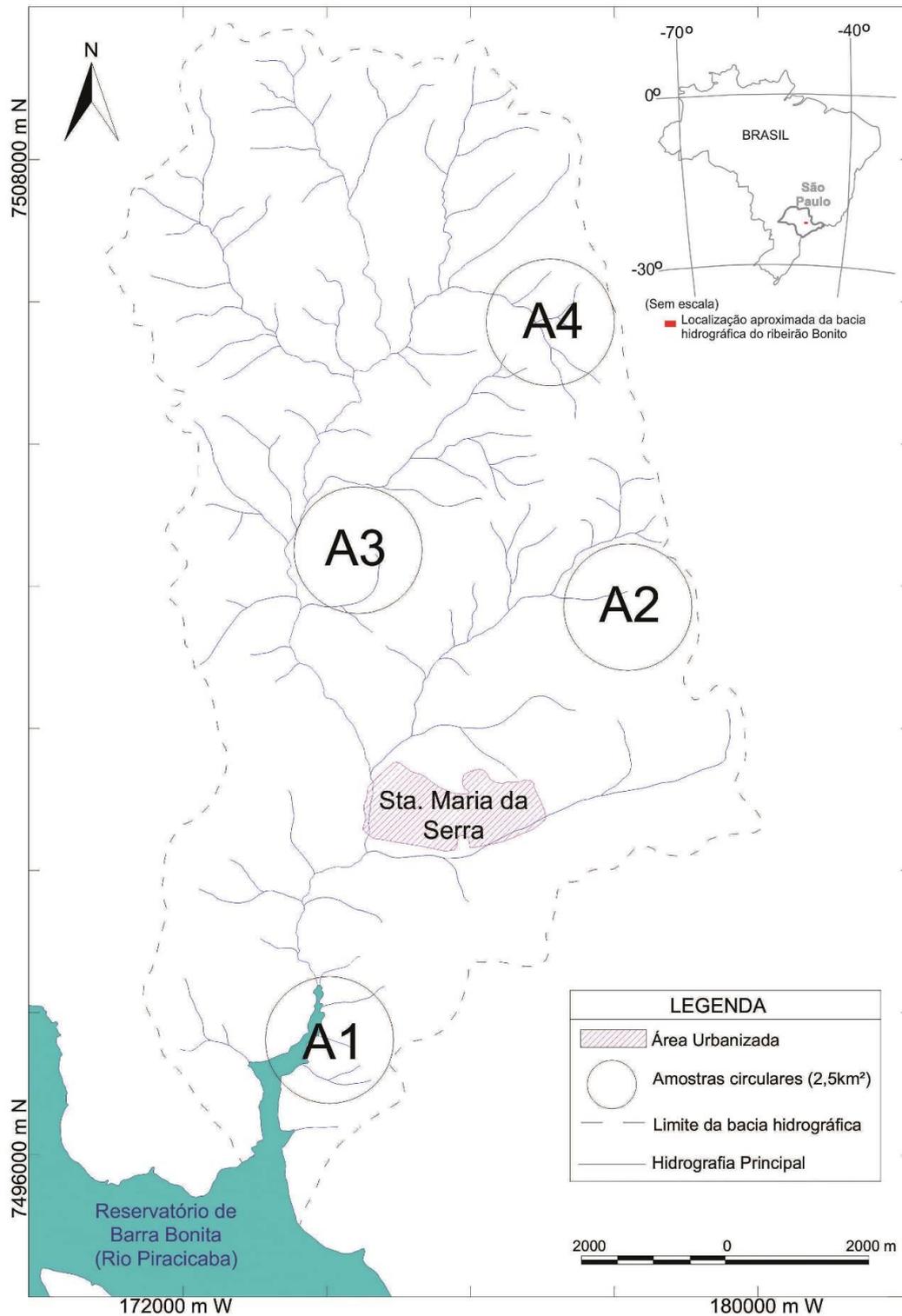
A bacia hidrográfica do Ribeirão Bonito é a principal área de captação pluvial do município de Santa Maria da Serra (Figura 1). Por este motivo foi escolhida para a realização de uma análise sobre as alterações no sistema geomorfológico vinculadas à dinâmica de ocupação e uso da terra marcada pela expansão significativa das áreas de cana-de-açúcar (SIMON, 2010). A bacia também teve sua foz alagada pela construção do reservatório de Barra Bonita no ano de 1963, situação que estabeleceu um novo nível de base para o sistema de drenagem.

A área em questão possui 92,3 km<sup>2</sup> e está situada, em sua maior parte, nas superfícies pertencentes à Depressão Periférica Paulista onde ocorrem formas do relevo mais suaves e passíveis de expansão de zonas agricultáveis. A bacia também possui extensões no setor cuestasiforme, demarcadas por elevado gradiente altimétrico, e no reverso cuestasiforme, onde as feições do relevo possuem características mais suavizadas.

Para avaliar a intensidade das alterações ocorridas na bacia do Ribeirão Bonito em face dos mecanismos de controle operantes sobre o sistema geomorfológico foram empregados os seguintes procedimentos metodológicos: 1) Mapeamento do uso da terra da bacia hidrográfica do Ribeirão Bonito, em escala 1:50.000, em três cenários: 1962, 1972 (com base na interpretação de pares estereoscópicos de fotografias aéreas em escala 1:25.000) e 2007 (interpretação de imagens orbitais do sensor PRISM, componente do sistema ALOS), utilizando o sistema de classificação proposto pelo IBGE (2006), a fim de analisar a dinâmica de uso da terra, bem como os setores de maior expansão das

lavouras de cana-de-açúcar; 2) Mapeamentos geomorfológicos da bacia hidrográfica do Ribeirão Bonito nos anos de 1962, 1972 e 2007 (a partir da utilização dos mesmas fontes de dados de sensores remotos empregados no desenvolvimento dos mapeamentos de uso da terra) em escala 1:50.000, de acordo com as orientações de Tricart (1965); Verstappen; Zuidan (1975) e Cunha (2001).

**Figura 1.** Localização da bacia hidrográfica do Ribeirão Bonito – São Paulo – Brasil.



Fonte: Elaboração dos autores (2015).

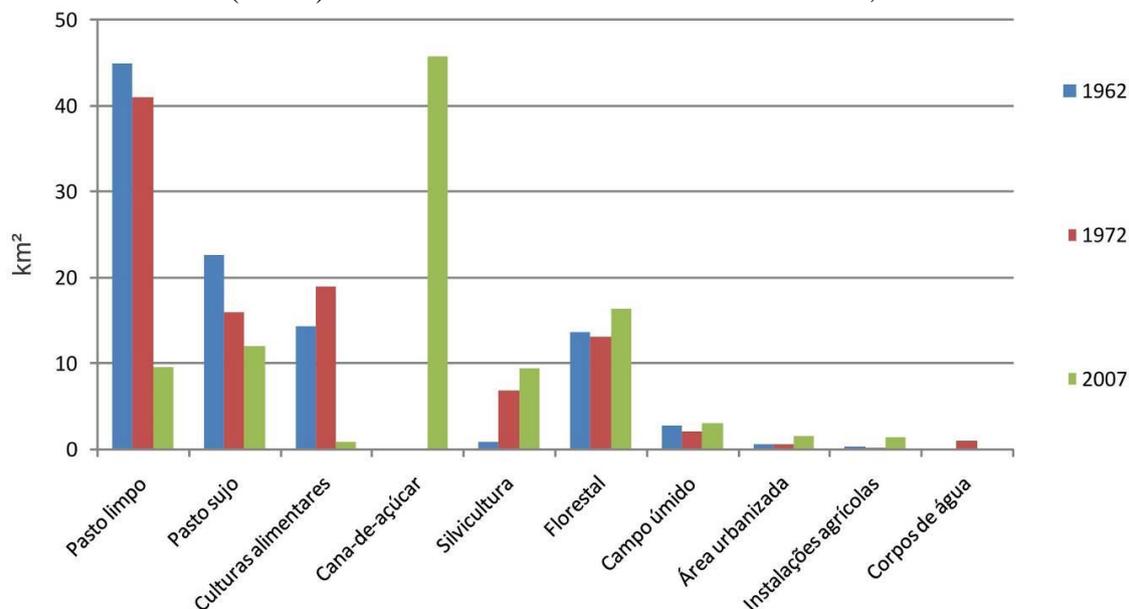
A partir dos mapas geomorfológicos foram avaliadas as alterações nos índices de densidade de rios (relação entre o número de canais de primeira ordem e a área da bacia)

e a densidade de drenagem (relação entre o comprimento total dos canais fluviais e a área da bacia). Estes dados possibilitaram análises sobre a alteração espacial dos canais fluviais em função do reajuste destes às mudanças no nível de base e nas taxas de erosão e sedimentação vinculadas às formas de uso da terra.

Também foram quantificadas as feições de origem denudativa correspondentes aos sulcos erosivos, ravinas, colos erosivos, voçorocamentos e rupturas de declive. Compreende-se que este conjunto de formas pode ter sua morfogênese e morfodinâmica potencializadas em sistemas fortemente controlados pela ação antrópica e, portanto, são indicadores da evolução de um relevo antropogênico.

A Figura 2 evidencia a evolução das classes de uso da terra na bacia do Ribeirão Bonito. A expansão da cana-de-açúcar desencadeou a diminuição das áreas de pasto limpo e pasto sujo que compõe o conjunto de coberturas vegetais primitivas destacadas por Troppmair (1969). Da mesma forma, as áreas destinadas ao plantio de culturas alimentares (feijão, milho, batata e hortaliças), passaram por grande retração, assinalando a intensificação das atividades voltadas à monocultura canvieira e à obtenção de renda em detrimento de gêneros agrícolas destinados à subsistência e comercialização local.

**Figura 2** - Evolução espacial das classes de uso da terra na bacia do Ribeirão Bonito – SP (Brasil). Área total da bacia do ribeirão Bonito 92,3 km<sup>2</sup>.



Fonte: Elaboração dos autores (2015).

As áreas de plantio de cana-de-açúcar também alteraram a configuração espacial das florestas de galeria localizadas nas áreas de relevo mais suave da bacia do Ribeirão Bonito (SIMON, 2010). Embora a Figura 2 aponte para o aumento do uso florestal, este ocorreu no setor cuneiforme da área em estudo num processo de sucessão ecológica sobre áreas de pasto sujo localizadas em terrenos de elevada declividade que não favorecem a expansão de usos agropastoris e urbanos.

A diminuição das matas de galeria contribuiu efetivamente para o processo de redução dos canais fluviais de primeira ordem, pois a conservação da vegetação ciliar condiciona a maior interceptação das águas das chuvas e a manutenção das taxas de escoamento subsuperficial que mantém os níveis do lençol freático.

Os mapeamentos geomorfológicos realizados na bacia do Ribeirão Bonito apontaram para o aumento no número de formas de origem denudativa, principalmente dos ravinamentos, colos e linhas de ruptura de declive (Tabela 1). A densidade de rupturas topográficas (km/km<sup>2</sup>) foi destacada pois esta feição é um importante indicador da ação dos processos erosivos na evolução das vertentes e o aumento da sua densidade espacial decorre da organização dos processos geomorfológicos às alterações nos canais fluviais e no escoamento superficial.

A diminuição do número de sulcos erosivos, no entanto, possui vínculo direto com o aumento das áreas de cana-de-açúcar e com as técnicas de alteração morfohidrográficas envolvidas no preparo dos terrenos para o plantio deste tipo de cultura, sobretudo o revolvimento do solo, a suavização e homogeneização do micro-relevo das vertentes, que transforma as superfícies a cada novo ciclo, maquiando a existência destas feições erosivas aceleradas em estágio inicial de organização. Situação semelhante também foi verificada por Paschoal (2011).

**Tabela 1** - Formas de origem denudativa identificadas na bacia do ribeirão Bonito

Feições de origem denudativa	1962	2007
Sulco erosivo	136	43
Ravina	02	43
Voçoroca	07	06
Colo	106	110
Rupturas Topográficas (km)	265,73	296,44
Rupturas Topográficas (km/km <sup>2</sup> )	2,88	3,21

Fonte: Elaboração dos autores (2015).

A avaliação temporal da rede de drenagem da bacia do ribeirão Bonito indica uma diminuição nas densidades de rios e de drenagem ao longo do período analisado, com ligeiro aumento do cenário de 1962 para 1972 (Tabela 2). Cabe salientar que a bacia do Ribeirão Bonito teve sua foz e trecho do curso final alagados pelo reservatório de Barra Bonita e que a redução dos índices de densidade de rios e de drenagem pode estar vinculada ao reajustamento da dinâmica fluvial diante das alterações positivas no nível de base. Porém, as transformações intensas nos compartimentos de fundo de vale decorrentes das práticas de uso da terra contribuíram para a alteração espacial dos canais de drenagem de primeira ordem na bacia.

**Tabela 2** - Alterações temporais nos índices de densidade de rios e densidade de drenagem na bacia hidrográficas do Ribeirão Bonito.

Valores da densidade de rios (Dr) na bacia do ribeirão Bonito em 1962, 1972 e 2007

	1962	1972	2007
N1	753	770	719
Dr	8,15	8,32	7,8

N1: número de canais de 1ª ordem. Dr: densidade de rios ou hidrográfica ( $Dr = N1/A$ ). Área total da bacia do ribeirão Bonito 92,3 km<sup>2</sup>.

Valores da densidade de drenagem (Dd) na bacia do ribeirão Bonito em 1962, 1972 e 2007

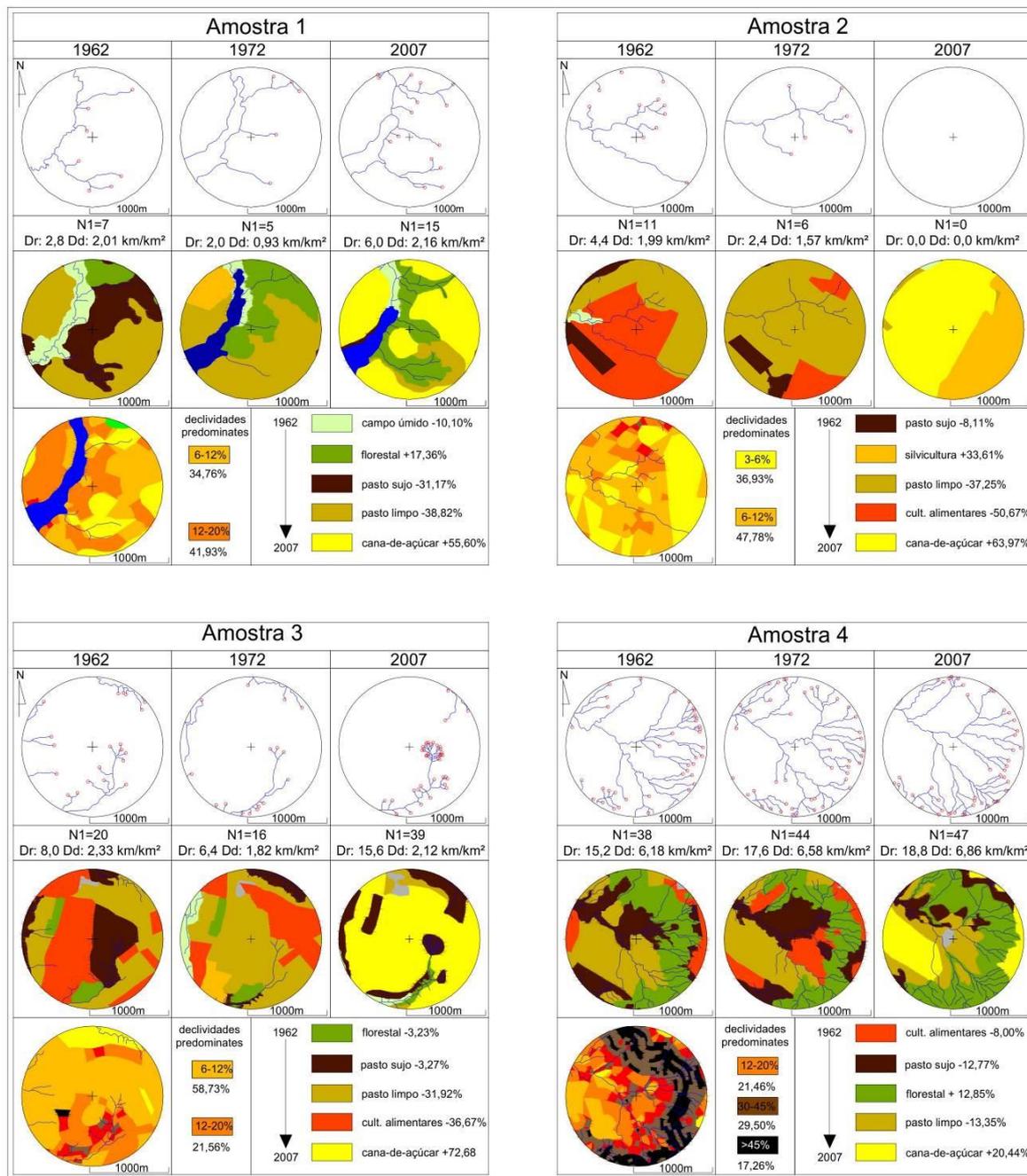
	1962	1972	2007
Lt (km)	305,83	336,52	272,01
Dd (km/km <sup>2</sup> )	3,31	3,65	2,95

Lt: comprimento total dos canais de drenagem. Dd: densidade de drenagem ( $Dd = Lt/A$ ). Área total da bacia do ribeirão Bonito 92,3 km<sup>2</sup>.

Fonte: Elaboração dos autores (2015).

Para compreender as relações existentes entre as alterações morfohidrográficas e a dinâmica de ocupação e uso das terras ocorrida na bacia do Ribeirão Bonito, foram escolhidas amostras circulares que representam situações de aumento e diminuição nos índices de densidade de rios e de drenagem, evidenciando que a resposta dos canais fluviais pode se dar de forma diferenciada e complexa dentro de um sistema influenciado por mecanismos de controle antrópico (Figura 3). Nessa figura são apresentados ainda os dados de declividade da área da amostra – possibilitando relações das alterações ocorridas com a geometria do relevo – bem como a evolução do percentual dos usos da terra com maior significado espacial em cada amostra avaliada.

**Figura 3 -** Amostras circulares representativas das alterações nas densidades de rios e de drenagem na bacia do ribeirão Bonito – SP



Nota: A localização das amostras circulares na bacia do Ribeirão Bonito pode ser verificada na Figura 1.

Fonte: Elaboração dos autores (2015).

A amostra circular 1 representa a área do baixo curso da bacia do Ribeirão Bonito alagada pelo reservatório de Barra Bonita (Figura 3). O avanço da cana ocorreu sobre superfícies com declividades suaves, sendo limitado pela existência de rupturas no declive que impediram a expansão até os compartimentos de fundo de vale. Entre os anos de 1962 e

1972 houve uma redução no número de canais de primeira ordem e na densidade de drenagem confirmando a teoria de que a elevação no nível de base causa uma diminuição das atividades erosivas dos canais fluviais. Já entre os anos de 1972 e 2007 estes índices aumentaram, atestando que os canais fluviais estão sofrendo retomadas erosivas em busca do equilíbrio em relação ao novo nível de base imposto. A evolução dos colos erosivos na área da amostra também comprova a dinamização nos processos erosivos desencadeados pelo aumento no número e extensão dos canais fluviais.

Na amostra circular 2 houve uma redução de 100% nas densidades de rios e de drenagem (Figura 3). Os canais fluviais verificados em 1962 consistiam em pequenos filetes organizados em compartimentos de fundo de vale em “V”, margeados por uma faixa restrita de pasto sujo. Em 2007 a cana-de-açúcar predomina na área de abrangência da amostra, tendo desencadeado o seccionamento das vertentes a partir da construção de terraços agrícolas. As estradas no interior das lavouras de cana-de-açúcar seguem o sentido dos terraços e também foram construídas nos compartimentos de fundo de vale, causando o aterramento dos canais fluviais principais. Nas encostas a ampliação da área destinada ao cultivo de cana causou o soterramento dos cursos de água.

A amostra circular 3 apresentou um aumento nas densidades de rios e de drenagem derivadas, sobretudo, do alargamento das linhas de voçorocamento entre os anos de 1972 e 2007, assim como da incisão de novas linhas que deram origem a um nicho de canais de primeira ordem. Sulcos erosivos se organizaram nos prolongamentos das incisões formadas pela voçoroca, tendendo ao desenvolvimento de ravinas. As áreas de cana-de-açúcar se expandiram nos terrenos marginais à ocorrência do voçorocamento, em superfícies com declive pouco acentuado, tendo contribuído para a dinamização do escoamento superficial que opera no desenvolvimento desta feição erosiva.

A amostra circular 4 apresentou aumento nas densidades de rios e de drenagem vinculadas, sobretudo, a ocorrência de superfícies com maior declive predominantes no front cuestasiforme e que impõem restrições ao avanço das lavouras de cana-de-açúcar, atuando na conservação dos usos florestais com consequente preservação dos nichos de nascentes. Cabe destacar que a amostra 4 localiza-se muito próxima do divisor de águas leste da bacia do ribeirão Bonito (Figura 1), limitando o espaço de organização dos canais fluviais a uma estreita faixa localizada entre amplitudes topográficas muito elevadas. As

diferenciações litológicas vinculadas ao contato entre arenitos e basaltos originam ressaltos topográficos caracterizados por elevadas declividades onde ocorre a ruptura na continuidade do lençol freático, efetivando sua exposição à superfície e contribuindo para a organização de novos canais fluviais em concavidades de vertentes.

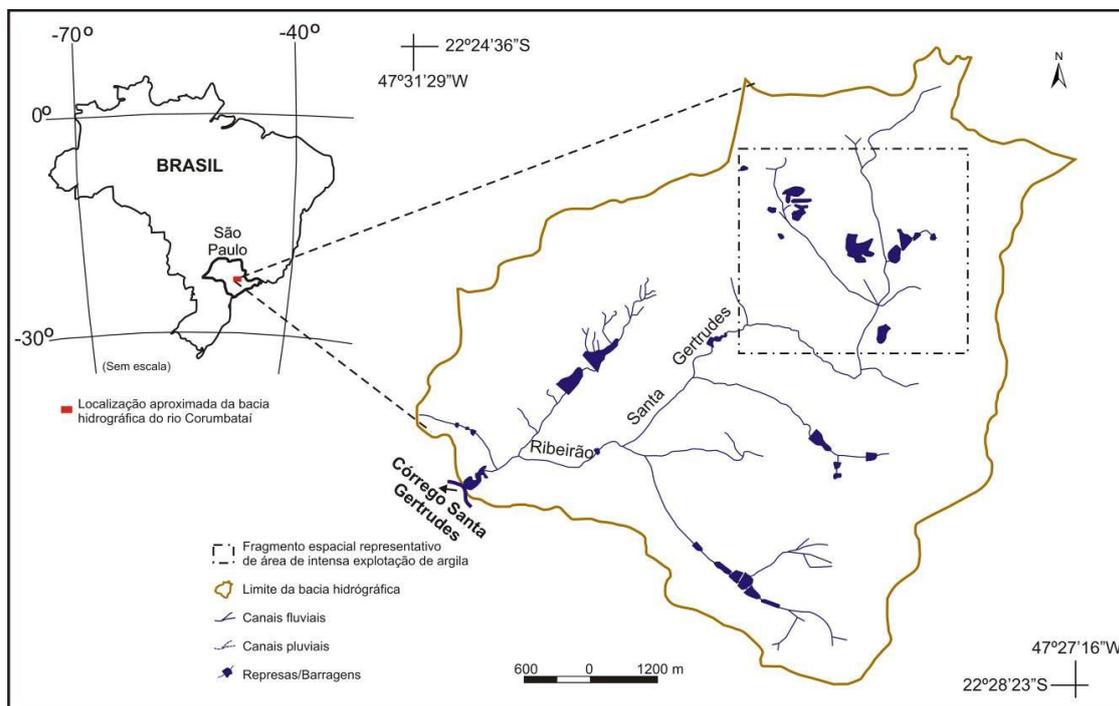
As alterações diretas e indiretas provocadas pela evolução da monocultura da cana-de-açúcar na bacia do Ribeirão Bonito podem ter atuado não somente na aceleração dos processos erosivos, mas também na descaracterização dos mesmos, pois: (a) os ciclos das lavouras de cana, ao mesmo tempo em que criam condições de estabelecimento de feições erosivas lineares no período de solo exposto, também competem para a camuflagem e extinção de algumas formas de origem denudativa, a partir de técnicas de revolvimento do solo, manutenção das curvas de nível e aragem; (b) nos fundos de vale e nas concavidades de vertentes, os contínuos soterramentos para a abertura de novas áreas de plantio de cana-de-açúcar determinaram a extinção de canais fluviais de primeira ordem e de linhas de escoamento dos canais pluviais, interferindo de forma significativa no transporte de água e sedimentos.

#### **4 - Geomorfologia antropogênica em áreas de mineração**

Atividades de mineração a céu aberto estão diretamente relacionadas à alteração das paisagens naturais (PASCHOAL, 2012a; 2012b). No Brasil, dos 24 principais bens minerais não metálicos extraídos, apenas 4 são responsáveis por 89,9% do total de minas existentes, sendo este montante composto por 792 minas de areia, 654 minas de rochas britadas e cascalho, 462 minas de argila e 274 de calcário (BRASIL, 2007). A concentração dessas minas (72,8%) ocorre nas regiões Sudeste e Sul, resultado do processo histórico de mineração e que influenciou no desenvolvimento industrial do país, sobretudo nessas áreas (BRASIL, 2007).

Paschoal (2011) realizou um estudo que evidenciou as alterações desencadeadas pela dinâmica de uso da terra sobre a morfohidrografia da bacia hidrográfica do Ribeirão de Santa Gertrudes, no intervalo de 44 anos (1962 e 2006). A bacia possui 27,87 km<sup>2</sup> e está situada no interior do estado de São Paulo (Figura 4). Nesta área o uso da terra predominantemente agrícola, e a evolução posterior das atividades minerárias de exploração de argila, impuseram novos mecanismos de controle aos sistemas ambientais físicos.

**Figura 4** - Localização geográfica da bacia hidrográfica do ribeirão Santa Gertrudes/SP (Brasil)



Fonte: Elaboração dos autores (2015).

As unidades geológicas que afloram dentro dos limites da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes/SP (Figura 7) correspondem às formações Corumbataí e Serra Geral. A Formação Serra Geral situa-se por todo o rebordo Leste, Noroeste, Norte e Nordeste da área de estudo, sendo formado por rochas intrusivas básicas. A Formação Corumbataí preenche a área restante da bacia e corresponde a siltitos, folhelhos e argilitos com intercalação de camadas carbonáticas e coquinhas. Os aluviões estão presentes em alguns trechos que margeiam, principalmente, o baixo curso do Ribeirão Santa Gertrudes, tratando-se de areias e argilas inconsolidadas com granulações variáveis.

A ocorrência de uma área de afloramento da Formação Corumbataí na bacia viabilizou a exploração de argila destinada ao fabrico de pisos e revestimentos nas indústrias do Pólo Cerâmico de Santa Gertrudes – reconhecido como o maior e mais importante das Américas – fato que o torna relevante para o desenvolvimento socioeconômico da região.

Desta forma, foram elaboradas cartas temáticas de uso da terra e geomorfológicas, referentes aos anos de 1962, 1988 e 2006, com base em pares de fotografias aéreas nas escalas aproximadas de 1:25.000, 1:40.000 e 1:30.000, respectivamente, reambuladas para a escala de detalhe 1:10.000.

A interpretação das fotografias aéreas, na elaboração das cartas de uso da terra, ocorreu de acordo com o estudo de Ceron e Diniz (1966), os quais utilizam a identificação dos elementos de interpretação, tais como: cor, textura, forma da parcela, dimensão da área cultivada, dimensão dos campos de cultivo, altura, espaçamento, restos de colheita e arranjo espacial.

As classes de uso da terra foram estabelecidas de acordo com a proposta de Anderson et al. (1979), que propõem uma estrutura de sistema de classificação do uso da terra baseada em produtos de sensoriamento remoto: imagens de satélite e fotografias aéreas. Essa proposta adapta-se às necessidades dessa pesquisa por se apresentar flexível e permitir, sobretudo para dados de sensoriamento remoto tomados de altitudes médias e baixas, a inserção de novas categorias de uso da terra em sua estrutura, além da exclusão de categorias pré-definidas, de acordo com as necessidades específicas do usuário (ANDERSON, et al. 1979).

As fotografias aéreas foram escaneadas em resolução de 300 dpi e georreferenciadas de acordo com a carta topográfica executada pela Secretaria de Economia e Planejamento do estado de São Paulo, no ano de 1979, na escala 1:10.000, o que permitiu gerar o mosaico da área de estudo. O procedimento operacional adotado nesta classificação constitui-se em identificar diretamente na tela do computador as classes de uso da terra passíveis de serem assinaladas; posteriormente foram utilizados pares estereoscópicos de fotografias aéreas para sanar eventuais dúvidas e realizados trabalhos de campo para averiguação das dúvidas atreladas à fotointerpretação.

As cartas geomorfológicas de detalhe, responsáveis por fornecer subsídios para uma análise minuciosa de todos os elementos que compõem o relevo, sejam esses naturais ou derivados da ação antrópica, foram elaboradas de acordo com a proposta de Tricart (1965), que afirma que esse tipo de mapeamento deve comportar quatro tipos de informações de naturezas diferentes, a saber: morfometria, morfografia, morfogênese e cronologia. Os dados morfométricos representam valores quantitativos e foram compilados da base cartográfica e representados por meio das curvas de nível e cotas altimétricas. As informações morfográficas foram obtidas a partir da interpretação de pares estereoscópicos de fotografias aéreas dos anos de 1962, 1988 e 2006, possuindo a finalidade de representar diferentes feições topográficas. Os elementos relacionados à

morfogênese encontram-se associados aos símbolos utilizados na morfografia, que além das formas indicam o agente responsável por sua origem. Informações referentes à cronologia foram representadas por meio dos dados que compõem a carta geológica e se remetem ao período em que se formaram as rochas que dão sustentação ao relevo.

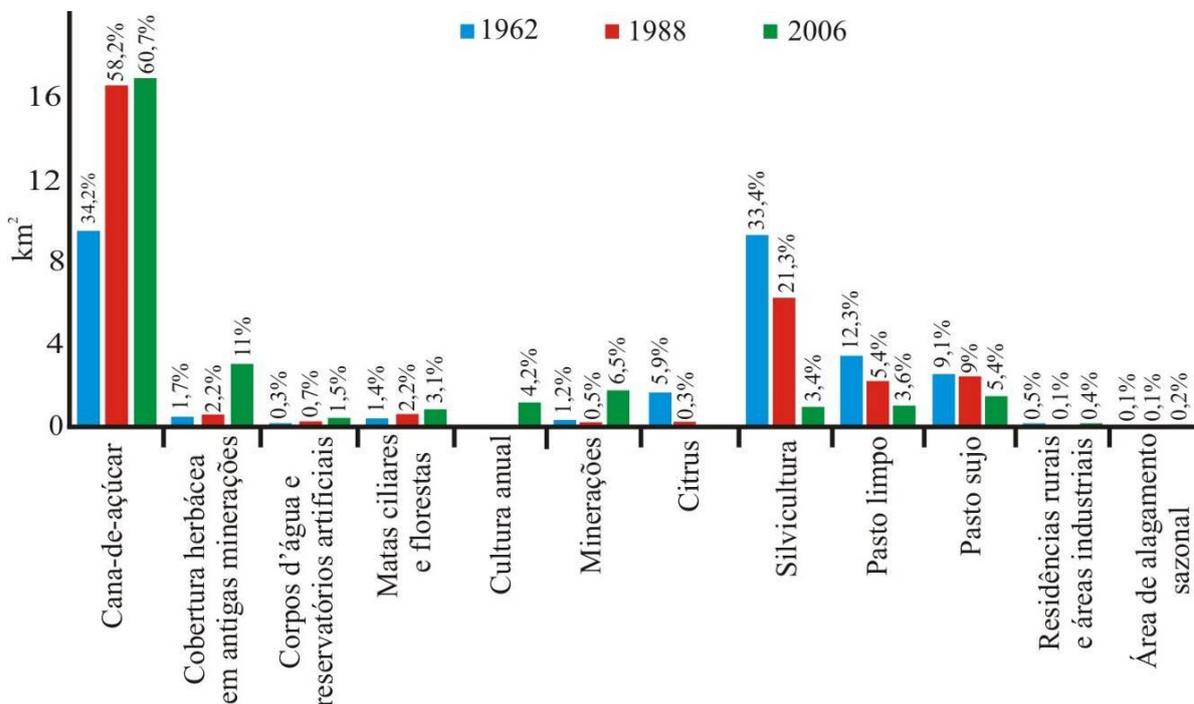
As simbologias que compõem a legenda das cartas geomorfológicas se pautaram principalmente na adaptação das propostas de Tricart (1965) e Verstappen e Zuidan (1975). Com relação à utilização de símbolos para a representação das feições antrópicas na área, recorreu-se a outras fontes como Simon (2007) e Paschoal et al. (2010).

A seleção de simbologias utilizadas por diferentes pesquisadores encontra respaldo nas considerações de Cunha (2001) sobre o mapeamento geomorfológico, e possui o propósito de facilitar a legibilidade das feições geomorfológicas mapeadas e contribuir com a análise ambiental.

As informações geradas pela carta geomorfológica do ano de 1962 retratam a paisagem da área em um cenário de pré-intervenção das atividades de mineração, anterior à exploração de grandes quantidades de argila, e os cenários de 1988 e 2006 são representativos de uma fase de perturbação ativa. A morfologia de pré-intervenção também é conhecida como morfologia original e respalda-se na concepção de Rodrigues (2005, p. 103), que relata que esta é uma “[...] morfologia cujos atributos como extensão, declividades, rupturas e mudanças de declives, dentre outros, não sofreram alterações significativas por intervenção antrópica direta ou indireta”. A fase de perturbação ativa, representada por cenários dos anos de 1988 e 2006, retrata um cenário onde há modificações expressivas e que implicam em alteração nas dimensões de elementos passíveis de serem mensurados, permitindo configurá-lo como representativo da geomorfologia antropogênica.

Os dados obtidos a partir do mapeamento de uso da terra para os anos de 1962, 1988 e 2006 são apresentados na Figura 5 e permitem a realização de considerações sobre a dinâmica de uso da terra ocorrido na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes.

**Figura 5** - Área ocupada por cada classe de uso da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes no período de 1962, 1988 e 2006



Fonte: Elaboração dos autores (2015).

Constata-se que as classes de uso da terra que apresentaram aumento nos três cenários foram a cana-de-açúcar, a cobertura herbácea em antigas áreas de mineração, os reservatórios artificiais, as matas ciliares e florestas de encostas e a cultura anual. Face ao crescimento das classes de uso da terra supracitadas, outras quatro registraram um declínio: citricultura, silvicultura, pasto limpo e pasto sujo. Usos da terra referentes às residências rurais e áreas industriais, minas a céu aberto e alagamento sazonal apresentaram uma dinâmica temporal pouco significativa.

Os dados extraídos do cenário de 2006 (Figura 5) revelam uma alteração no perfil da área. Embora a cultura da cana-de-açúcar predomine, as classes vinculadas à mineração mostram-se proeminentes. Ao agrupar as classes de cobertura herbácea em antigas áreas de mineração, minas a céu aberto e reservatórios artificiais, têm-se 19% da ocupação da área vinculada a atividades de mineração.

As condições de uso da terra, expostas anteriormente, influenciaram na dinâmica dos processos erosivos, de transporte e sedimentação dentro do sistema em questão e resultaram em alterações hidrogeomorfológicas que são apresentados no Tabela 3.

**Tabela 3** - Elementos geomorfológicos representativos de um cenário de pré-intervenção em relação às atividades de mineração (1962) e perturbação ativa (1988 e 2006)

Elementos Geomorfológicos	1962	1988	2006
Ruptura Abrupta	34,79 km	21,35 km	12,14 km
Ruptura Suave	22,46 km	32,63 km	44,77 km
Sulco	15,48 km	15,59 km	6,05 km
Patamares em cava de mineração – suave	-	-	12,09 km
Patamares em cava de mineração – abrupto	-	-	5,89 km
Ravina	0,01 km <sup>2</sup>	0,02 km <sup>2</sup>	0,01 km <sup>2</sup>
Represas artificiais	0,09 km <sup>2</sup>	0,18 km <sup>2</sup>	0,41 km <sup>2</sup>
Área de acumulação fluvial	0,09 km <sup>2</sup>	0,48 km <sup>2</sup>	0,79 km <sup>2</sup>

Fonte: Elaboração dos autores (2015).

Os dados que compõem o Tabela 3, permitem constatar que a somatória das extensões lineares das rupturas abruptas e suaves manteve-se praticamente constante entre os anos de 1962, 1988 e 2006. O diferencial entre estes valores está na evolução da extensão das rupturas suaves e recuo nas rupturas abruptas que se deram de forma progressiva. Outra forma indicativa de processos erosivos a ser considerada constitui-se na extensão dos sulcos erosivos, que apresentam pouca variação entre os cenários de 1962 e 1988 e uma brusca diminuição no cenário de 2006.

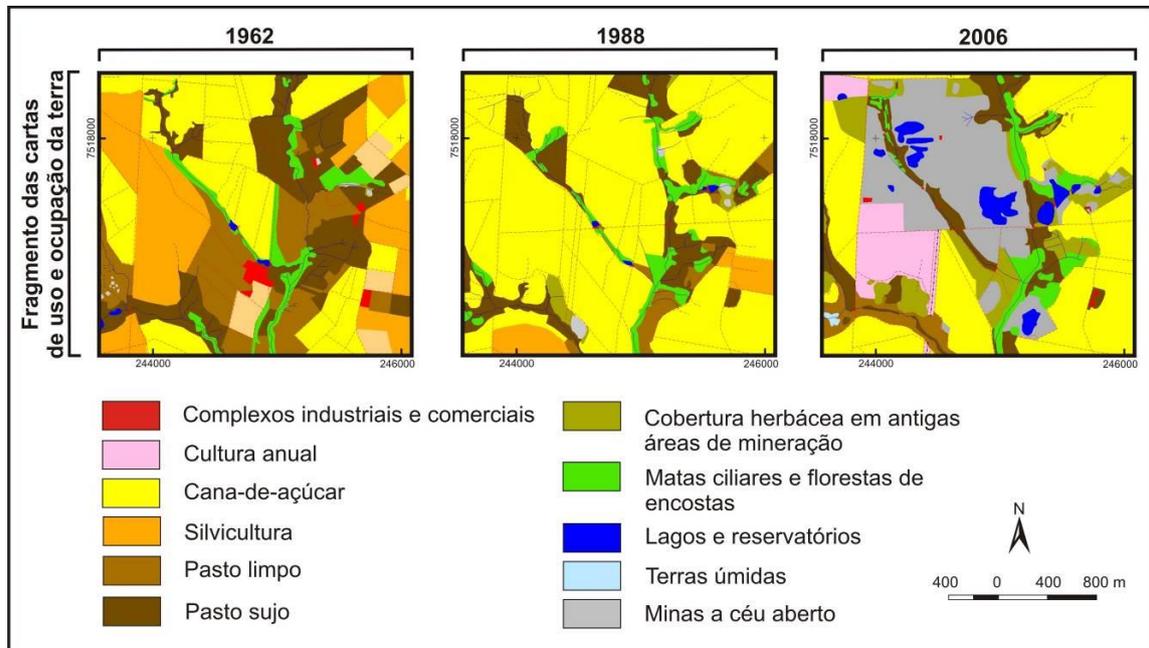
O aumento em extensão de rupturas suaves no relevo e o declínio na presença de sulcos erosivos encontram-se possivelmente relacionado ao emprego de técnicas de manejo ao uso da terra, como é o caso da implantação de terraços e curvas de nível para o cultivo da cana-de-açúcar.

Verifica-se o surgimento de patamares em cava de mineração no cenário de 2006, resultantes da intensa exploração de minas a céu aberto na área. O aumento registrado na área ocupada por represamentos artificiais é decorrente do abandono de cavas de mineração cuja profundidade ultrapassou o nível de afloramento do lençol freático (Tabela 3).

Para possibilitar uma melhor visualização das modificações que o uso da terra causou sobre as feições geomorfológicas na constituição de formas antropogênicas, foi escolhido um fragmento espacial inserido na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes/SP. A seleção desse fragmento, apresentado nas Figuras 6 e 7, permite evidenciar o controle antrópico, por meio da representação dos usos da terra, inicialmente vinculados a

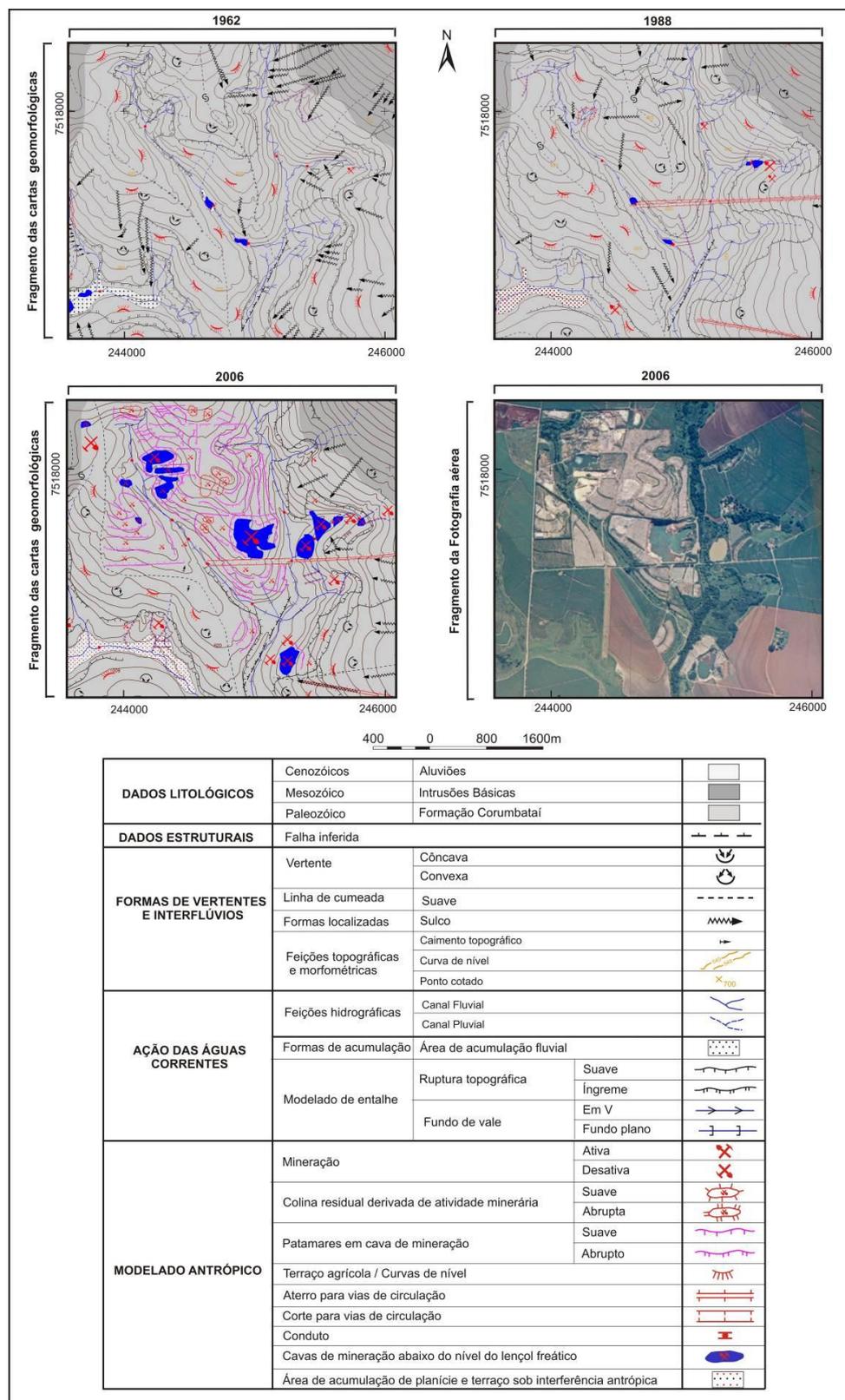
atividades agropastoris e posteriormente à exploração da argila (Figura 6), sobre a geomorfologia e rede de drenagem da área (Figura 7).

**Figura 6** - Fragmento espacial da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes/SP: condições de uso da terra em setor de intensa atividade de mineração de argila e monocultura de cana-de-açúcar



Fonte: Elaboração dos autores (2015).

**Figura 7** - Fragmento espacial da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes/SP: alterações morfohidrográficas em área de intensa atividade de mineração de argila e monocultura de cana-de-açúcar.



Fonte: Elaboração dos autores (2015).

A análise dos fragmentos espaciais permite constatar que as informações geradas pelo mapeamento geomorfológico do ano de 1962 (Figura 7), referem-se a um quadro com pouca intervenção em relação às atividades de mineração, no qual é possível identificar elementos da geomorfologia original da área. Os cenários de 1988 e 2006 (Figura 7) apresentam muitos setores em que o relevo foi nitidamente alterado pela ação antrópica, inicialmente vinculado às áreas de cultura da cana-de-açúcar e posteriormente à mineração de argila. Estas alterações podem ser constatadas a partir de dados mensuráveis de diversas feições do relevo (Tabela 3) e que diferem do cenário tido como representante da geomorfologia original, o que permite configurá-los como representativos da geomorfologia antropogênica.

O fragmento espacial apresentado na Figura 7 evidencia o surgimento de patamares em cavas de mineração no cenário de 2006, fruto da ação antrópica que explotou grandes quantidades de matéria-prima e descaracterizou um extenso interflúvio existente no setor norte da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes/SP. Neste caso é importante salientar que os valores das curvas de nível e pontos cotados não correspondem mais a realidade. Para uma leitura correta da carta em questão deve-se considerar a simbologia geomorfológica, que aponta que tais áreas hoje se constituem em setores depressionários do relevo, comprovando que as alterações já atingiram o nível de desenvolvimento de uma geomorfologia antropogênica.

A análise do fragmento espacial representativo das feições geomorfológicas no ano de 2006 (Figura 7) permite constatar que os patamares gerados nas cavas de mineração e que possuem ruptura suave, foram realizados de acordo com a orientação das curvas de nível, enquanto os patamares em cava de mineração classificados como abruptos ocorrem no geral no entorno das grandes cavas de mineração que atingiram e aprofundaram a exploração abaixo do nível do lençol freático.

Outro dado obtido por meio do mapeamento geomorfológico e que permite comprovar a existência de uma geomorfologia antropogênica vincula-se às áreas de acumulação fluvial (Figura 7), que apresentaram crescimento expressivo entre os cenários de 1962, 1988 e 2006 (Tabela 3). No ano de 1962, o acúmulo de sedimentos nos fundos de vale possivelmente relaciona-se à busca pelo perfil de equilíbrio da drenagem, configurando-se em um fenômeno natural que ocorre em áreas restritas e em escala de tempo geológico.

Porém, a partir do ano de 1962 foi possível constatar um significativo aumento das áreas de acumulação de sedimentos na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes (Tabela 3 e Figuras 7), devido às grandes quantidades de sedimentos depositados nos fundos de vale – principalmente no baixo e médio curso da bacia – provenientes da exploração das minas de argila e da erosão laminar das vertentes devido ao uso da terra fortemente atrelado à cana-de-açúcar. Este fato evidencia uma brusca interferência de ações realizadas pelo homem no sistema em questão e que tem dado origem a novas formas no relevo passíveis de serem mapeadas em escala de tempo histórica.

## **5 - Considerações finais**

Os estudos da Antropogeomorfologia se mostram atuais e significativos diante do intenso processo de ocupação e uso das terras em áreas agropastoris, urbano-industriais e de mineração. As questões abordadas permitem evidenciar o Homem enquanto agente geomorfológico independente, capaz de criar novas feições e alterar as camadas superficiais e subsuperficiais da crosta terrestre, contribuindo para a alteração da paisagem geográfica.

A geomorfologia é uma especialidade que contribui de forma efetiva para o planejamento da ocupação do espaço geográfico e não pode se manter alheia às alterações desencadeadas em função da ação antrópica, que promove a reorganização da morfodinâmica dentro da escala de tempo histórica.

A alteração das feições geomorfológicas é realizada para a organização das atividades do sistema socioeconômico, no entanto, é preciso compreender a dinâmica natural dos sistemas físico-ambientais para que a intervenção sobre os elementos que estão em contato direto com o processo de ocupação, em especial geomorfologia e hidrografia, ocorra de forma a promover o mínimo impacto, não se convertendo em situações de degradação ambiental e risco para as diferentes atividades antrópicas desenvolvidas. Além do mais, algumas formas de origem antrópica como terraços agrícolas e patamares em cortes podem ser consideradas como medidas conservacionistas que evitam a perda de solos e contribuem para a manutenção das taxas de erosão/sedimentação. Neste ponto a antropogeomorfologia pode estar aliada ao planejamento ambiental.

Assim, as investigações vinculadas à abordagem antropogemorfológica lançam mão de um conjunto de técnicas já empregadas pela geomorfologia tradicional, mas atuam no

sentido de promover sua integração com situações de ordem prática que envolvem a relação entre o sistema socioeconômico com o sistema físico-ambiental e que podem contribuir para o planejamento do processo de ocupação e uso da terra. Entretanto, alguns desafios e potencialidades teórico-metodológicas são apontados para os estudos futuros a ser desenvolvidos no escopo desta temática:

(1) A cartografia geomorfologia apresenta-se como principal técnica utilizada nos estudos vinculados à antropogeomorfologia, pois, quando aplicada em intervalos de tempo sobre um mesmo fragmento espacial concede respaldo a análise das formas e, por dedução, aos processos que atuam sobre determinado sistema subordinado aos mecanismos de controle antrópico. Os dados espaciais obtidos a partir dos mapeamentos geomorfológicos retrospectivos devem subsidiar a escolha de pontos adequados para a aplicação de outras técnicas que possibilitem a avaliação do relevo antropogênico, como por exemplo, a datação de sedimentos e a aplicação de experimentos em campo, auxiliando assim no aprofundamento das considerações sobre a complexa intervenção do homem em sistemas geomorfológicos.

(2) Análises sobre a dinâmica do uso da terra devem ser correlacionadas com as técnicas de cartográfica geomorfológica retrospectiva, pois fornecem subsídio para a avaliação da evolução do relevo antropogênico. Entretanto, considera-se importante o desenvolvimento de estudos experimentais que compreendam como as formas e processos do relevo respondem às distintas técnicas empregadas na consolidação dos padrões de uso da terra.

(3) Os mapeamentos de uso da terra e geomorfológicos vinculados à análise da evolução do relevo antropogênico devem abranger o maior número de cenários possível, sendo ideal sua distribuição a cada década do período total de análise.

(4) A abordagem antropogemorfológica encontra significativo respaldo na utilização dos geoindicadores para a definição do grau de intervenção antrópica sobre a morfologia hidrográfica. O COGEOENVIRONMENT (1994) define uma lista de 27 geoindicadores dos quais dois (erosão dos solos e sedimentos e morfologia dos canais fluviais) podem ser obtidos por meio de mapeamentos geomorfológicos. Assim, a evolução de rupturas de declive, sulcos erosivos, ravinas, voçorocas, colos erosivos, bem

como de áreas de deposição e terraços podem ser considerados como geoindicadores da dinamização dos processos de erosão dos solos e de sedimentação.

Dados sobre a densidade de rios, densidade de drenagem e variações nas características espaciais dos compartimentos de fundo de vale compõem o conjunto de geoindicadores vinculados à morfologia dos canais fluviais. Cabe salientar que outros geoindicadores, como extensão de cortes e aterros para a organização de obras de engenharia e ampliação de áreas urbanas, patamares em cavas de mineração, colinas residuais derivadas de atividades minerárias e segmentos retinizados de canais fluviais, podem ser obtidos por meio da cartografia geomorfológica e podem variar de acordo com a especificidade do processo de ocupação de cada área.

(5) Por fim, cabe salientar que embora exista uma gama de simbologias que podem ser utilizadas no desenvolvimento de mapeamentos geomorfológicos, surge a necessidade de discussão e desenvolvimento de uma simbologia específica para a identificação de feições antropogênicas. Soma-se a esta questão o fato de algumas morfologias de origem antrópica serem peculiares a determinados padrões de uso da terra e a contextos litomorfológicos específicos, o que dificulta a organização de uma legenda de caráter universal.

## REFERÊNCIAS

- 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.
- BANNA M. El M.; FRIHY O. E. Human-induced changes in the geomorphology of the northeastern coast of the Nile delta, Egypt. **Geomorphology**, v. 10, 2009, 72–78.
- BRASIL, Departamento Nacional de Produção Mineral. **Universo da mineração Brasileira**. Org. NEVES, C. A. R.; SILVA, L. R. Brasília-DF: DNPM, 2007, 80 p.
- BRAY, S. C. A expansão da cafeicultura e o desenvolvimento da agroindústria açucareira de São Paulo. p.45-56. **Sociedade & Natureza**, v.10, n.19, 1998.
- BROWN, E. H. O Homem modela a terra. **Boletim Geográfico**. Rio de Janeiro, v. 30, n. 222, p. 3 – 18, Mai/Jun. 1971.
- CASSETI, V. **Elementos de Geomorfologia**. Goiânia: Editora da UFG, 1994. 137 p.
- CERON, A. O.; DINIZ, J. A. F. O uso das fotografias aéreas na identificação das formas de utilização agrícola da terra. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 2, p. 161–173, 1966.

CHRISTOFOLETTI, A. Resenha de: THOMAS Jr. (Ed.). Man's role in changing the face of the earth. Chicago: The University of Chicago Press, 1966. 1194p. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 7, n. 13/14, p. 66-67, 1967.

CRUTZEN, P. J. Geology of Mandkind. **Nature**. v. 415, n. 3, 2002.

CUNHA, C. M. L. **A cartografia do relevo no contexto da gestão ambiental**. 2001. 128 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

DREW, D. **Processos Interativos Homem-Meio Ambiente**. Trad. SANTOS, J. A. do. Rio de Janeiro: Bertrand, 2. ed. 1989.

ELORZA, M. G. El papel del hombre en la creación y destrucción del relieve. **Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales**, v. 101, N. 1, 2007. p. 211-226.

FUJIMOTO, N. S. V. M. Implicações ambientais na área metropolitana de Porto Alegre – RS: um estudo geográfico com ênfase na geomorfologia urbana. **Geosp – Espaço e Tempo**, São Paulo: FFCLH/USP, n. 12, 2002.

FUJIMOTO, N. S. V. M. Considerações sobre o ambiente urbano: um estudo com ênfase na geomorfologia urbana. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo: FFLCH/USP, n. 16, p. 76-80, 2005.

GOUDIE, A. **Environmental Change**. New York : Clarendon Press, 1977. 244 p.

GOUDIE, A. Human influence in geomorphology. **Geomorphology**, v. 7, 1993, p. 37 – 59.

GOUDIE, A. **The human impact on the natural environment**. Cambridge: The MIT Press, 1986, 338 p.

HAFF, P. K. **Neogeomorphology, prediction, and the anthropic landscape**. Durham: Division of Earth and Ocean Sciences, Nicholas School of the Environment and Earth Sciences, Duke University, 2001, p. 1 – 22. Disponível em: <[http://www.duke.edu/~haff/geomorph\\_abs/neogeomorph%20paper/neogeomorphology.pdf](http://www.duke.edu/~haff/geomorph_abs/neogeomorph%20paper/neogeomorphology.pdf)>. Acesso em: 09 Jan. 2013.

HOOKE J.M. Human impacts on fluvial systems in the Mediterranean region. **Geomorphology**, n. 79, 2006, p. 311–335.

HOOKE, R. L. On the history of humans as geomorphic agents. **Geology**, September 2000, v. 28, n. 9. (p. 843–846).

JAMES, L. A., MARCUS, W. A. The human role in changing fluvial systems: retrospect, inventorying and prospect. **Geomorphology**, v. 79, 2006. (p. 152 – 171).

JEAN-PIERRE L. Morphodynamique fluviale actuelle d'origine anthropique: exemples dans le bassin de la Loire (France). **Géomorphologie: relief, processus, environnement**, n. 10, v. 2, 2004, p. 127-138.

LATOCHA, A. Land-use changes and longer-term human–environment interactions in a mountain region (Sudetes Mountains, Poland). **Geomorphology**, v. 108. 2009a. p. 48 – 57.

LATOCHA, A. The geomorphological map as a tool for assessing human impact on landforms. **Journal of Maps**, 2009b. p. 103 – 107.

LENTZ E. E., HAPKE. C. J. Geologic framework influences on the geomorphology of an anthropogenically modified barrier island: Assessment of dune/beach changes at Fire Island, New York. **Geomorphology**, n. 126, 2011, p. 82–96.

LÓCZY, D., GYENIZSE, P. Human impact on topography in an urbanised mining area: Pécs, Southwest Hungary. **Géomorphologie: relief, processus, environnement**, v. 3, 2010, p. 287-300.

LÓCZY, D. Introduction to thematic issue: “Human impact on the landscape” (HILS Working Group - International Association of Geomorphologists’). **Geomorphologie: relief, processus, environnement**, v. 3, 2010, p. 2 – 4.

MARCH, G. P. **Man and nature: physical geography as modified by human action**. New York: Charles Scribner, 1864. 580 p.

NIR, D. **Man, a geomorphological agent**. Jerusalém: Keter Publishing House, 1983.

OLIVEIRA, A. M. S. **Depósitos Tecnogênicos e Assoreamento de Reservatórios, exemplo do Reservatório de Capivari, SP/PR**. 1994. 211 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas/FFLCH/USP, São Paulo, 1994.

PASCHOAL, L. G. **Dinâmica do uso e ocupação da terra em área de mineração de argila: o caso da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes/SP**. 2010, 90 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2011, 90 p.

PASCHOAL, L. G.; Conceição, F. T.; Cunha, M. L. Alterações hidro-geomorfológicas devido à dinâmica de uso da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes/SP. **Revista Brasileira de Geociências**, Paraná, 42 (Suppl. 1), 2012 (a). (p. 69-82).

PASCHOAL, L. G.; Cunha, M. L. Conceição, F. T.; A cartografia geomorfológica como subsídio para a análise do relevo antropogênico em área de mineração. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.13, n.4, 2012 (b). (p.379-391).

PELLOGIA, A. U. G.. A cidades, as vertentes e as várzeas: a transformação do relevo pela ação do homem no município de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v.16, p. 24 – 31, 2005.

PELOGGIA, A. U. G. A ação do Homem enquanto ponto fundamental da geologia do Tecnógeno: proposição teórica básica e discussão acerca do caso do município de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**. Volume 27, n. 3, 1997. (p. 257 – 268).

PELOGGIA, A. U. G. **O homem e o ambiente geológico: geologia, sociedade e ocupação urbana no município de São Paulo**. São Paulo: Xamã, 1998.

PENTEADO, M. M. **Geomorfologia do Setor Centro Ocidental da Depressão Periférica Paulista**. São Paulo: USP, 1976. (Série Teses e Monografias, nº 22).

PENTEADO, A. F.; FUJIMOTO, N. S.V. Análise dos aspectos físicos e das intervenções antrópicas da bacia hidrográfica do Arroio Kruze – RS. **Revista Eletrônica Geografar**. Curitiba, v.1, n.1, 2006. (p. 01 – 19).

PEREZ FILHO, A.; QUARESMA, C. C. Ação sntrópica sobre as escalas temporais dos fenômenos geomorfológicos. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 12, n. 3, 2011, p. 83-90.

PEREZ FILHO, A.; SOARES, P. R. B.; ESPÍNDOLA, C. R. Processos erosivos e reativação de canais de drenagem no planalto ocidental paulista. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 9, 2001, Recife. **Anais...** Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2001. v. 1. p. 84-85.

PHILLIPS, J. D. Humans as geological agents and the question of scale. **American Journal of Science**, v. 297, 1997, p. 98 – 115.

REMOND J., et al. Human impact on geomorphic processes and hazards in mountain areas in northern Spain. **Geomorphology**, n. 66, 2005, p. 69–84.

RODRIGUES, C. Evolução da paisagem e problemas ambientais na cidade global: São Paulo. In: I ENCONTRO IALE-BRASIL, 1. 2007, Rio de Janeiro. **Anais...**Rio de Janeiro, 2007. p. 55 – 57.

RODRIGUES, C. Morfologia original e morfologia antropogênica na definição de unidades espaciais de Planejamento Urbano: exemplo da metrópole paulista. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 17, p. 101–111, 2005.

RODRIGUES, T. R. I. **Influência de reservatórios hidrelétricos na gênese e evolução da rede de drenagem no baixo curso do Rio São José dos Dourados**. 2006. 244 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola/UNICAMP, Campinas, 2006.

ROSSATO, M. S.; SUERTEGARAY, D. M. A. Repensando o Tempo da Natureza em Transformação. **Ágora**, v. 6, n. 2, p. 93-98, 2000.

SANCHEZ, M. C. **Os Municípios de São Pedro e Charqueada: aspectos de sua geografia agrária**. 1969. 135 p. Tese (Doutorado em Geografia). Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Rio Claro, Rio Claro, 1969.

SHERLOCK, R. L. **Man as a geological agent: an account of his action on inanimate nature**. London: High Holborn, 1922. 404 p.

SILVA, J. P. **Expansão urbana e evolução geomorfológica em remansos de reservatórios: análise comparativa de duas bacias hidrográficas em Guarapiranga – São Paulo**. 2005. 129 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – FFLCH/USP, São Paulo, 2005.

SIMON, A. L. H. **A dinâmica de uso da terra e sua interferência na morfohidrografia da bacia do Arroio Santa Bárbara - Pelotas (RS)**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.

SIMON, A. L. H. **Influência do reservatório de Barra Bonita sobre a morfohidrografia da baixa bacia do Rio Piracicaba – SP: contribuições à Geomorfologia Antropogênica**. 2010, 150f. Tese (Doutorado em Geografia) – IGCE/UNESP, Rio Claro, 2010.

SIMON, A. L. H.; CUNHA, C. M. L. Alterações geomorfológicas derivadas da intervenção de atividades antrópicas: análise temporal na bacia do Arroio Santa Bárbara – Pelotas (RS). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 9, n. 2, p. 29 – 38, 2008.

SIMON, A. L. H.; TRENTIN, G.; CUNHA, C. M. L. Avaliação da dinâmica do uso da terra na Bacia do Arroio Santa Bárbara – Pelotas (Brasil), no período de 1953 a 2006. **Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**, v. XIV, n. 327. 20 de junho de 2010. Disponível em: <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-327.htm>>. Acesso em: 12 dez. 2013.

SIMON, A. L. H.; TRENTIN, G. Elaboração de cenários recentes de uso da terra utilizando imagens do Google Earth. **Ar@cne. Revista electrónica de recursos en Internet sobre Geografía y Ciencias Sociales**. n. 116, 1 de janeiro de 2009. Disponível em: <<http://www.ub.es/geocrit/aracne/aracne-116.htm>>. Acesso em: 25 jun. 2012.

SLAYMAKER, O. The future of Geomorphology. **Geography Compass**, v.3, n. 1, 2009. (p. 329 – 349).

SUERTEGARAY, D. M. A; NUNES, J. O. R. A natureza da geografia física na geografia. **Terra Livre**, São Paulo, n. 17, 2 sem. 2001.

SZABÓ, J. Anthropogenic Geomorphology: Subject and System. In: SZABÓ, J.; LÓRANT, D.; LÓCZY, D. **Anthropogenic Geomorphology: a guide to man made landforms**. London: Springer, 2010. 260 p.

TRICART, J. La Geomorphologie et les hommes. **Rev. Geom. Dynamique**, v. 4, 1956, (p. 154 – 156).

TROPMAIR, H. A cobertura vegetal primitiva do Estado de São Paulo. **Biogeografia**, n. 1, Instituto de Geografia/USP, 1969, p. 1-11.

URBAN, M. A. Conceptualizing Anthropogenic Change in Fluvial Systems: Drainage Development on the Upper Embarras River, Illinois. **The Professional Geographer**, 54, n. 2, 2002. p. 204 – 217.

VERSTAPPEN, H. T.; ZUIDAN, R. A. van. **ITC System of geomorphological survey**. Manual ITC Textbook, Netherlands: Enschede, 1975, v. 1.

VIEIRA V.T.; CUNHA S. B. da. **Mudanças na morfologia dos canais urbanos: Alto curso do rio Paquequer, Teresópolis – RJ** (1997/98 – 2001). *Revista Brasileira de Geomorfologia*: n. 9, v.1, 2008, p. 3-22.

VIEIRA V.T.; CUNHA S. B. da. **Mudanças na morfologia dos canais urbanos: Alto curso do rio Paquequer**, Teresópolis – RJ (1997/98 – 2001). *Revista Brasileira de Geomorfologia*: n. 9, v. 1, 2008, p. 3-22.

ZALASIEWICZ, J. et al. **Are we now living in the Anthropocene?**. *GSA Today*. v. 18, no. 2, 2008. (p. 4 – 8).