Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>

Diagnóstico antropogeomorfológico das vertentes do baixo curso da bacia hidrográfica do córrego do Facão – município de Araras (SP).

Valéria Coghi Bernardelli, e-mail: valeriacbernardelli@hotmail.com Universidade Estadual Paulista - UNESP

Cenira Maria Lupinacci, e-mail: cenira.lupinacci@unesp.br Mestre em Geografia pela UNESP.

Artigo recebido em 14/06/2020 e aceito em 11/02/2021

RESUMO

As alterações provocadas pelo homem nas formas de relevo têm sido dinamizadas durante o processo de expansão da mancha urbana de vários municípios, acarretando distintos prejuízos ambientais, com destaque a intensificação dos processos erosivos, ao assoreamento dos cursos fluviais e consequentemente a ocorrência de enchentes. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é analisar as alterações do relevo provocadas pela expansão da mancha urbana do município de Araras (SP) nas vertentes do baixo curso da bacia hidrográfica do Córrego do Facão entre 1997 a 2016. Para compreender as implicações geomorfológicas oriundas da atividade antropogênica no cenário de estudo, utilizaram-se os princípios da Teoria Geral dos Sistemas, os quais proporcionaram a compreensão da área de estudo como um sistema controlado. A confecção das cartas geomorfológicas, de uso e ocupação da terra e de declividade assim como o trabalho de campo possibilitaram coletar dados cuja análise permitiu identificar as feições geomorfológicas ocasionadas pela expansão da mancha urbana na área de estudo. Assim, as principais mudanças constatadas referem-se à alteração na forma do canal em virtude do processo de canalização, a diminuição das rupturas topográficas naturais e o surgimento das feições erosivas lineares.

Palavras-chave: antropogeomorfologia; cartografia geomorfológica; dinâmica do uso e ocupação da terra; declividade.

Slopes anthropogeomorphological diagnosis of low course of Facão's stream watershed – Araras city, São Paulo (SP)

ABSTRACT

The alterations caused by the man in the landforms have been dynamized during the process of urban growth, resulting different environmental damages mainly intensification of erosive process, silting of rivers and consequently the occurrence flooding. Thereby, the aim of this work is to analyze the alterations caused by the urban growth of Araras city (SP) in the slopes of low course of Facão's stream watershed from 1997 to 2016. To understand the geomorphological implications coming from anthropogenic activities in the study area in this time, the principles of Systems General Theory which allowed the comprehension of area as controlled system due to anthropic interference. The confection of geomorphological map, land cover map and declivity map as well as fieldwork allowed to collect data whose analyses made it possible to identify the geomorphological features brought by the urban growth. Therefore, the main changes observed refer to alteration in the feature of waterway due to process of channeling, decrease natural topographic breaks and advent erosive features.

Keywords: anthropogeomorphology; geomorphological cartographic; land cover dynamics; slope.

Introdução

As alterações provocadas pelo homem nas formas de relevo têm sido dinamizadas durante o processo de expansão da mancha urbana de municípios, acarretando distintos prejuízos ambientais.

A partir da Revolução Industrial, essas transformações no sistema geomorfológico se intensificaram em função da expansão das cidades

no mundo, atividades agrícolas e, também, da exploração/extração dos recursos naturais em grande escala (Goudie, 1981; Nir, 1983). Atualmente, o processo de urbanização ocorre de forma acelerada no Brasil. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2011), o grau de urbanização chega a 84,4%, sendo que todas as regiões do país

apresentam crescimento na taxa de urbanização com destaque para a região sudeste (92%).

Assim, o sistema geomorfológico sobre o qual se assenta o meio urbano vem passando por grandes transformações por meio de obras de engenharia (cortes e aterros), terraplenagem impermeabilização das superfícies e canalizações dos rios. Tais modificações podem ocasionar consequências como enchentes, assoreamentos dos cursos fluviais e processos erosivos de pequena (sulcos erosivos, ravinas) e grande magnitude (voçorocas), principalmente quando não se considera as características físicas do local no estabelecimento do padrão urbano. Além disso, o crescimento urbano rápido e a falta de planejamento ambiental adequado provocam a ocupação de áreas instáveis do ponto de vista geomorfológico e geológico, gerando impactos e desastres ambientais.

Todas essas mudanças impostas pelo homem no sistema ambiental “[...] alteram o equilíbrio de uma natureza que não é estática, mas que apresenta quase sempre um dinamismo harmonioso em evolução estável e contínua, quando não afetada pelos homens.” (Ross, p. 2012, p. 12)

Portanto, constata-se que o homem pode ser considerado, nessas situações, como um agente geomorfológico capaz de mudar as formas do relevo e, conseqüentemente, os fluxos de energia e matéria do sistema.

Segundo Nir (1983), o reconhecimento do homem como agente geomorfológico aconteceu em meados da década de 1960, em conjunto com as preocupações ambientais que surgiam neste período. Nir (1983) demonstrou como as distintas atividades antropogênicas alteram o equilíbrio do sistema e suas conseqüências em diferentes ambientes, com destaque para o meio urbano.

No Brasil, as pesquisas sobre a geomorfologia antrópica iniciam-se nos anos 2000 e encontram-se em crescimento principalmente em áreas urbanas. Rodrigues (2005) desenvolveu pesquisas na região metropolitana de São Paulo para identificar a morfologia original (pré-urbana: não sofreu alterações significativas) e a antropogênica (fase de perturbação), buscando compreender as alterações e suas conseqüências para o sistema geomorfológico. Pellogia (2005) estudou as mudanças do relevo provocadas pelo homem, comparando o relevo antropogênico com a morfologia original do município de São Paulo. Fujimoto (2005) analisou as alterações antropogênicas no relevo de uma sub-bacia que pertence a bacia hidrográfica do arroio Dilúvio na região metropolitana de Porto Alegre (RS), as quais promoveram “[...] a criação, indução,

intensificação ou modificação dos processos geomorfológicos.” (Fujimoto, 2005, p. 78), criando uma nova morfodinâmica.

Os estudos da geomorfologia antrópica também são aplicados a cidades médias. Simon e Cunha (2007) identificaram e analisaram as transformações ocorridas nas formas de relevo, na rede hidrográfica e na cobertura original através do uso e ocupação da terra em diferentes cenários na bacia do Arroio Santa Bárbara, em Pelotas no estado do Rio Grande do Sul (RS). Machado e Cunha (2014) analisaram as modificações provocadas pela urbanização na bacia hidrográfica do Córrego Conduta nos de 1962 e 2010, detectando processos erosivos, nascente aterrada e canalização, caimentos topográficos antrópicos, rupturas topográficas antrópicas e retificação do curso fluvial.

Assim, a análise do relevo deve ser considerada na estrutura de propostas de planejamento urbano a fim de amenizar os possíveis impactos vindouros e promover o equilíbrio do sistema geomorfológico.

Nessa perspectiva, as vertentes do baixo curso da bacia hidrográfica do Córrego do Facão, localizada no município de Araras (SP), foram escolhidas tendo em vista que os diferentes usos da terra vêm provocando alterações nessas e, também, nas formas de relevo e dos cursos fluviais. Tais vertentes posicionam-se no setor próximo a foz desse sistema fluvial, distribuindo-se no terço inferior da bacia hidrográfica do córrego mencionado.

Dessa forma, este artigo teve como objetivo identificar e analisar as implicações geomorfológicas que a expansão da mancha urbana do município de Araras (SP) provoca na área de estudo. Para atingir esse objetivo, foram obtidos dados mediante a confecção dos seguintes produtos cartográficos: carta de declividade, cartas geomorfológicas e cartas de uso e ocupação da terra nos cenários de 1997 e 2016. Os resultados adquiridos por meio desses produtos cartográficos e as características físicas da área foram analisados de forma sistêmica, visando compreender os fatos identificados nesse período.

Considera-se que o exemplo estudado tem padrões que muito se assemelham a outras áreas urbanas de porte médio do interior paulista, podendo ilustrar o cenário urbano dessa região.

Área de estudo

As vertentes do baixo curso da bacia hidrográfica do Córrego do Facão posicionam-se numa área de 9,73 Km², entre as coordenadas geográficas de 22° 23’ 30’’ e 22° 22’ 30’’ de

latitude S e 47° 24' 30'' e 47° 22' 30'' de longitude W, no município de Araras-SP (Figura 1). O acesso à área de estudo pode ser feito pela Rodovia Anhangüera (SP-330/BR-050) ou, ainda, pela Rodovia Wilson Finardi (SP-191).

A área de estudo encontra-se na Depressão Periférica Paulista, na Zona do Mogi-Guaçu conforme a proposta de Almeida (1974). Tal autor caracteriza o relevo dessa região da seguinte maneira:

O relevo predominante na zona é de campos extremamente uniformes, com vales amplos, poucos profundos, abrigando cursos d'água em cujas margens são frequentes pequenas planícies aluviais arenosas, bem como alguns terraços. As variadas litologias do Grupo Tubarão quase nada se refletem nesse relevo suave, cuja monotonia só é rompida, em alguns lugares, pela presença de morros de modesta altura, indicando sítios de maiores intrusões de diabásio. (Almeida, 1974, p. 75).

O relevo do cenário de estudo está assentado sobre as formações geológicas de diversos períodos conforme informações contidas no mapa de Formações Geológicas de Superfície, folha de Araras, executado pelo Governo do Estado de São Paulo (1987b). As formações geológicas do período Permiano, da era Paleozoica são: Formação Tatuí (siltitos e arenitos) e Irati (siltitos e folhelhos). Registra-se, da era Mesozoica, do período Jura-cretáceo, a presença de intrusivas básicas (diabásios), enquanto da era Cenozoica, do período Terciário, se faz presente a Formação Piracurunga (areia e cascalhos). No que se refere à pedologia, ocorrem as seguintes classes de solos: Latossolo Roxo (Unidade Barão Geraldo), Latossolo Vermelho Escuro (Unidade Limeira), Latossolo Vermelho Amarelo (Unidade Mato Dentro) e Argissolo Vermelho Amarelo (Unidade Olaria) (São Paulo, 1987a).

Figura 1. Localização das vertentes do baixo curso da bacia hidrográfica do córrego do Facão, Araras SP.

A esculturação do relevo e a pedogênese são influenciados por um clima tropical com períodos chuvosos (primavera e verão) e secos (outono e inverno), o qual Monteiro (1973) denominou “clima tropical alternadamente seco e úmido (A2)” (p. 27).

O levantamento das características físicas do cenário de estudo foi de extrema importância, pois permitiu constatar as possíveis fragilidades para ocorrência de processos erosivos lineares. Como tais características naturais do meio não foram consideradas, as atividades antropogênicas, provocaram a intensificação do desenvolvimento

de feições erosivas, fato constatado pelos mapeamentos realizados neste estudo.

Métodos e técnicas

A orientação metodológica deste trabalho teve respaldo na Teoria Geral dos Sistemas aplicada aos diversos campos da Geografia. Essa teoria foi desenvolvida nos EUA por R. Defay e Ludwig von Bertalanffy em trabalhos relacionados à termodinâmica e à biologia (Christofolletti, 1979). Na geomorfologia, a introdução desse método foi realizada nos trabalhos de Arthur N. Strahler, John T. Hack, Richard J. Chorley e Alan D. Howard como aponta Christofolletti (1980).

De acordo com Christofolletti (1980), os sistemas podem ser classificados pela funcionalidade ou pela complexidade estrutural na geomorfologia. Levando em consideração o critério da complexidade estrutural, a área de estudo foi compreendida como um sistema controlado. Este sistema busca avaliar a influência do homem sobre o sistema processo-resposta (Christofolletti, 1980).

A análise sistêmica proporcionou a integração das informações obtidas através das técnicas cartográficas utilizadas e de trabalho de campo, permitindo analisar e entender como a atuação antrópica tem a capacidade de alterar a morfodinâmica da área de estudo.

Dessa forma, para atingir o objetivo deste trabalho, foram elaboradas as cartas geomorfológicas e de uso e ocupação da terra dos anos de 1997 e 2016, assim como a carta de declividade da área estudada. A seguir, apresenta-se a descrição das técnicas empregadas em cada carta, iniciando com a base cartográfica, documento que serviu de suporte aos demais produtos cartográficos mencionados.

Base Cartográfica

A malha urbana (quadras e o sistema viário) foi vetorizada a partir da planta cadastral da cidade de Araras (SP), cedida pela Secretaria de Planejamento, Gestão e Mobilidade do município em meio digital. Salienta-se que os dados da planta cadastral atualizada foram ajustados para o cenário de 1997 por meio das fotografias aéreas deste período. As curvas de nível, os pontos cotados e os cursos d'água (fluviais e pluviais) foram editados das cartas topográficas que compreendem a área de estudo (Araras I, Araras II, Araras III e Fazenda Santo Antônio) na escala 1:10.000, com equidistância das curvas de nível de 5 m, executadas pelo Governo do estado de São Paulo no ano de 1979. O processo de vetorização dessas

informações aconteceu no *software* ArcGIS® versão 9.2.

Carta de declividade

A elaboração desta carta foi realizada em ambiente digital (*software* ArcGIS® versão 9.2) com as informações de curvas de nível, pontos cotados, cursos fluviais e limite da área de estudo. A definição das classes seguiu as orientações de De Biasi (1992) e Herz e De Biasi (1989 como citado em De Biasi, 1992), sofrendo algumas modificações para se ajustar à atual legislação ambiental – código florestal (lei nº 12.652/2012) e, lei complementar municipal nº 3.902/2006 - e aos terrenos da área de estudo. Essas alterações podem ser visualizadas no quadro 1.

Quadro 1. Classes de declividade e seus parâmetros.

Declividade	Parâmetro
0% - 2%	Áreas planas sujeitas a inundação
2% - 5%	Urbanização com baixa restrição; favorável a prática agrícola.
5% - 12%	Urbanização permitida; limite máximo para mecanização agrícola.
12% - 30%	A lei 6.766/1979 (Lei Lehmann) define o limite máximo para urbanização sem restrição (até 30%) assim como a lei complementar municipal número 3.902/2006 que propõe o mesmo limite (ARARAS, 2006a).
30% - 45%	A lei 12.651/2012 permite o manejo florestal em terrenos com inclinação entre 25° e 45°, fazendo o uso de boas práticas agronômicas. Além de ser proibido a conversão de novas áreas (utilidade pública e interesse social)
≥ 45%	O atual código florestal pontua que é obrigatório preservar as áreas de preservação permanente (APPs) em encostas ou áreas com declividade superior a 45° (igual a 100%) na linha de maior declive.

Fonte: De Biasi (1992); Brasil (1979) e Brasil (2012). Elaborado e organizado pelas autoras.

Cartas geomorfológicas

As cartas geomorfológicas foram elaboradas com base na proposta de Tricart (1965) e Verstappen e Zuidam (1975). Para a construção da carta do ano de 1997, utilizou-se a

fotointerpretação de pares estereoscópicos de fotografias aéreas. O mapeamento das feições geomorfológicas ocorreu no software ArcGIS® (versão 9.2). Para as fotografias aéreas do ano de 1997, cedidas pela Secretaria de Planejamento, Gestão e Mobilidade do município, empregou-se a técnica de anáglifos para visualizar o relevo em três dimensões. Para gerar os mesmos, utilizaram-se as orientações de Souza e Oliveira (2012) e o aplicativo *Stereo Photo Maker 3D*. Esta técnica baseia-se na “[...] sobreposição de fotografias estereoscópicas em cores complementares (vermelho e azul-esverdeado), que observado com uso de óculos especiais de lentes coloridas provoca a percepção de profundidade (Souza e Oliveira, 2012, p. 1349).”

Tal procedimento não foi possível de ser aplicado nas ortofotos digitais de 2010, disponibilizadas pela Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S.A (EMPLASA), pois essas não apresentam estereoscopia, dificultando a identificação de algumas feições geomorfológicas, como por exemplo as rupturas topográficas. Para suprir essa deficiência, foram realizados trabalhos de campo, visando a identificação de alguns fatos geomorfológicos. Assim, a carta produzida data de 2016, fornecendo dados compatíveis com esse ano, no qual foi realizada a reambulação do mapeamento. Após o georreferenciamento das ortofotos e dos anáglifos,

a construção das simbologias seguiu as orientações de Paschoal et al. (2010) no ambiente ArcGIS® versão 9.2. As simbologias criadas podem ser visualizadas na figura 2.

Cartas de uso e ocupação da terra

A confecção dessas cartas também foi realizada no *software* ArcGIS (versão 9.2). A fotointerpretação dos produtos do sensoriamento remoto baseou-se na proposta de Ceron e Diniz (1966) por meio das chaves de interpretação (cor, textura, forma da parcela, dimensão dos campos de cultivo, altura, espaçamento, restos de colheitas e arranjo espacial). Após a interpretação, as classes identificadas foram criadas a partir das orientações do manual técnico de uso da terra do IBGE (2006) e adaptadas para a área de estudo, principalmente na parte urbana a fim de evidenciar os diferentes usos que esse meio apresenta e, consequentemente a sua evolução. A vetorização das classes ocorreu de forma manual, sendo os limites estabelecidos a partir da análise visual dos produtos utilizados, buscando maior precisão possível nos dois períodos mapeados. Cabe salientar que os dados do ano de 2010 foram reambulados em trabalhos de campo realizados em 2016 para que se aproximarem das condições mais atuais.

Formas de vertentes e interflúvios	Vertente	Convexa	
		Côncava	
		Retilínea	
	Formas localizadas	Marcas de erosão difusa	
		Sulco erosivo	
		Ravina	
		Voçoroca	
	Feições topográficas	Caimento topográfico	
		Curva de nível	
		Ponto Cotado	
Ação das águas correntes	Feições hidrográficas	Canal fluvial	
		Canal pluvial	
	Modelado de entalhe	Fundo de vale encaixado (V)	
		Fundo de vale plano (I)	
		Ruptura topográfica suave	
		Ruptura topográfica abrupta	
Modelado Antrópico	Modelado Antrópico	Aterro	
		Corte	
		Ruptura topográfica antrópica	
		Canal fluvial retificado	
		Canal fluvial canalizado	
		Canal artificial para escoamento de águas pluviais	
		Saída de drenagem	
		Vertente convexa antrópica	
		Vertente côncava antrópica	
		Terraço agrícola	
Elementos Cartográficos	Elementos Cartográficos	Bacia de contenção	
		Lagos	
		Limite da área de estudo	
		Arruamentos	
		Rodovia Anhangüera (SP - 330, BR - 050)	
		Rodovia Wilson Finardi (SP - 191)	
		Rodovia Gilberto Carlos P. da Silva Telles (SP - 165)	

Figura 2. Simbologias criadas para as cartas geomorfológicas. Elaborado pelas autoras.

Resultados e discussão

A declividade do relevo da área de estudo encontra-se, principalmente, entre 2% a 12% Bernardelli, V. C., Lupinacci, C. M.

(Tabela 1), sendo favorável ao desenvolvimento da urbanização e, também, da agropecuária que

emprega maquinários (De Biasi, 1992; Mascaro, 2005).

Tabela 1. Área ocupada em % em cada intervalo de declividade.

Intervalos: declividade	Área em %
0% - 2%	11,26%
2% - 5%	36,46%
5% - 12%	43,78%
12% - 30%	8,12%
30% - 45%; $\geq 45\%$	0,38%

Fonte: carta de declividade.

O processo de urbanização tanto da margem esquerda quanto direita do córrego do Facão acontece em áreas com declividade favorável para o seu estabelecimento, tais como 2% | - 5% e 5% | - 12% (Tabela 1). Essas classes de declividade dominam as altas e médias vertentes, podendo se estender até as baixas vertentes, as quais podem chegar até o limite do fundo de vale. Nota-se pela figura 3 que a infraestrutura urbana dos bairros se situa predominantemente nessas classes.

Figura 3. Carta de declividade das vertentes do baixo curso da bacia hidrográfica do córrego do Facão-Araras (SP).

Constatou-se que 8,12% da área apresenta declives entre 12% | -30%, em setores tanto na margem esquerda, como direita do córrego do Facão (Figura 3), na média e baixa vertente. Neste intervalo, os bairros que apresentam estrutura urbana são Jardim Santa Catarina, Jardim Bela Vista, Narciso Gomes, Condomínio Residencial Arnaldo Mazon, Bosque de Versalles, Jardim Dalla Costa, Jardim Esplanada, Jardim 8 de Abril e Bernardelli, V. C., Lupinacci, C. M.

Jardim Flamboyant (Figura 3) os quais atingem o limite máximo para urbanizar sem restrições conforme o art. 3º da Lei Federal de nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979 (Brasil, 1976) e também de acordo com a lei complementar municipal 3.902 de 2006 (Araras, 2006a). Ainda, neste intervalo se posicionam as nascentes dos afluentes do Córrego do Facão (Figura 3).

A classe de menor declividade (0% |- 2%) localiza-se principalmente na margem esquerda do curso principal (Córrego do Facão). Essa declividade está associada a um topo bem plano próximo à rodovia Anhangüera-BR 050/SP-330 (Figura 3). Tal classe também é encontrada em fundos de vales (Figura 3). Cabe salientar que nesta classe de declividade o escoamento superficial das águas é difícil, favorecendo à alagamentos.

Em cerca de 0,38% da área registraram-se intervalos de maior declividade (30% |- 45% e $\geq$ 45%) os quais ocorrem nas baixas vertentes da margem esquerda, próximo à rodovia Anhangüera (BR-050/SP-330), que drenam para o curso principal.

É sobre este relevo, com declividade favorável (Tabela 1), que o uso da terra teve mudanças consideráveis do ano de 1997 para o ano de 2016, conforme pode ser visualizado na figura 4. As classes de uso que apresentaram maior acréscimo no espaço urbano foram as áreas parcialmente edificadas (2,77%) e sem edificação (1,74%), estando atreladas à zona de expansão urbana, as quais estão de acordo com o zoneamento de uso e ocupação do solo do município de Araras (Araras, 2006b). A classe de áreas edificadas merece ser destacada também, pois no período selecionado houve um aumento considerável (2,20%) assim como as indústrias que exibiram aumento na ordem de 0,34% (Figura 4; Tabela 2). As classes de uso como área verde urbana e cobertura herbácea (vinculados a canteiros centrais, rotatórias e margem de rodovias) tiveram aumento de 0,58% e 1,95%, respectivamente, enquanto pasto sujo e limpo tiveram acréscimos (1,67% e 1,30%, respectivamente) e a classe chácaras (propriedades com áreas verdes e construção tanto na parte urbana e quanto rural) esboçou uma diminuição na ordem 0,59% (Tabela 2). Cabe salientar que a classe sistema viário exibiu aumento (3,83%) em decorrência do surgimento da rodovia Gilberto Carlos Penteado da Silva Telles (SP-165) (Figura 4), a qual serve de contorno rodoviário do município, além dos arruamentos dos novos loteamentos: Jardim Santa Catarina, Condomínio Arnaldo Mazon, Jardim Bosque dos Ipês, Jardim Dalla Costa, Jardim Planalto e Jardim Esplanada (Figura 4).

Tabela 2. Dinâmica do uso e ocupação da terra nas vertentes do baixo curso da bacia hidrográfica do córrego do Facão-Araras (SP) em porcentagem (%)

Uso da terra	1997 (%)	2016 (%)
Área edificada	9,97%	12,17%
Área parcialmente edificada	7,25%	10,02%
Área sem edificação	1,35%	3,09%
Indústria	5,75%	6,09%

Chácaras	4,25%	3,65%
Cemitério	0,53%	0,50%
Construção rural	0,40%	0,66%
Área verde urbana	0,90%	1,48%
Cobertura herbácea	7,42%	9,37%
Solo exposto	1,18%	1,03%
Cana-de-açúcar	30,95%	20,91%
Cultura Anual	0,53%	2,30%
Citricultura	0,99%	0%
Silvicultura	3,05%	2,67%
Pasto limpo	4,35%	5,65%
Pasto sujo	4,05%	5,72%
Vegetação	4,82%	4,09%
Vegetação de áreas úmidas	1,67%	1,32%
Lagos e represamentos	0,06%	0,17%
Sistema viário	4,53%	8,36%

Fonte: cartas de uso e ocupação da terra 1997 e 2016.

A figura 4 demonstra que a cultura da cana-de-açúcar é bem expressiva nas vertentes do baixo curso da bacia do córrego do Facão em ambos os anos, porém houve uma diminuição de 10,04 % (Tabela 2) em 2016 devido ao avanço da urbanização (áreas parcialmente edificadas e não edificadas – novos loteamentos). O cultivo de cana-de-açúcar tem grande importância regional a partir da década de 1950, a qual se deve a expansão da agroindústria, representada no município pelas Usinas São João e Santa Lúcia, conforme apontou Pitton (1997).

No decorrer dos 19 anos, a classe de vegetação exibiu diminuição na ordem de 0,73% (Figura 4; Tabela 2) na área de estudo. Tal redução ocorreu em função do avanço do processo de urbanização, representado no mapeamento pela classe área sem edificação. Outro fato que pode ser constatado pela análise da figura 4 é a falta de áreas de preservação permanente (APP) de forma contínua, conforme lei federal 12.651/2012 (Brasil, 2012), tendo em vista que diversas classes de uso ocupam as APPs dos cursos fluviais.

Figura 4. Cartas de uso e ocupação da terra das vertentes do baixo curso da bacia hidrográfica do córrego do Facão-Araras (SP)

Ressalta-se que a vegetação é de extrema importância, pois evita processos erosivos nas vertentes, assoreamento dos cursos fluviais, além de aumentar a permeabilidade no espaço urbano, desacelerando a chegada de grande quantidade de água aos cursos fluviais nos períodos de maior pluviosidade.

O conjunto de alterações no uso e ocupação da terra nas vertentes do baixo curso do Córrego do Facão provocou mudanças na morfologia do relevo. A tabela 3 e a figura 5 permitem a visualização desses dados.

Tabela 3. Quantificação de parâmetros das feições geomorfológicas nas vertentes do baixo curso da bacia hidrográfica do córrego do Facão em 1997 e 2016.

	Feições	Anos	
	(calculadas por comprimento km, por unidade)	1997	2016
Formas de vertentes e interflúvios	Sulco erosivo (números; extensão em Km)	97; 6,138 Km	102; 5,627 Km
	Ravina (números)	5	5
	Voçoroca (números; extensão em Km)	-	1; 2,138 Km
Ação das águas correntes	Canal fluvial (extensão em Km)	10,173 Km	10,204 Km
	Canal pluvial (extensão em Km)	3,520 Km	3,556 Km
	Fundo de vale encaixado (V) (extensão em Km)	3,789 Km	3,292 Km
	Fundo de vale plano (I) (extensão em Km)	5,054 Km	2,140 Km
	Ruptura topográfica suave (extensão em Km)	5,991 Km	3,260 Km
	Ruptura topográfica abrupta (extensão em Km)	3,320 Km	0,857 Km
	Lagos (em Km ²)	0,005 Km ²	0,017 Km ²
Modelado Antrópico	Aterro (extensão em Km)	4,100 Km	5,317 Km
	Corte (extensão em Km)	4,031 Km	7,340 Km
	Ruptura topográfica antrópica (extensão em Km)	6,343 Km	11,561 Km
	Terraço Agrícola (números)	11	12
	Cursos canalizados (extensão em Km)	1,330 Km	4,732 Km
	Cursos retinizados (extensão em Km)	-	0,040 Km
	Saídas de drenagem dos cursos fluviais (números)	-	2
	Canal artificial para escoamento das águas pluviais (extensão em Km)	0,078 Km	5,174 Km
	Bacias de contenção (números)	-	9
	Reservatório de retenção - "piscinão" (extensão em Km; área em Km ²)	-	1,541 Km; 0,042 Km ²

Fonte: cartas geomorfológicas 1997 e 2016.

As feições erosivas mapeadas em 1997 e 2016 foram sulcos e ravinas as quais estavam associadas às seguintes classes de uso e cobertura da terra: cultura canavieira, pastagem, cobertura herbácea, áreas parcialmente edificadas e não edificadas.

No cultivo de cana-de-açúcar, os sulcos erosivos surgiram mesmo com emprego de técnicas conservacionistas (terraços agrícolas). O surgimento dessas feições erosivas ocorreu também sobre pasto limpo e cobertura herbácea no setor urbanizado. Tais classes encontram-se no trecho final dos arruamentos impermeabilizados, os quais potencializam a velocidade das águas pluviais tanto da margem esquerda quanto direita do curso principal (Figura 5). Outro fator que colabora para o seu surgimento é a declividade do terreno (5% |- 12%; 12% |- 30%) da área de estudo. Ainda, convém destacar que, no cenário de 2016, foi identificada uma voçoroca de cabeceira na margem direita do Córrego do Facão, cuja ocorrência será discutida na análise setorizada da área de estudo.

Todavia, verificou-se também que nas áreas onde a urbanização está consolidada, tanto em 1997 como em 2016, houve registro de rupturas topográficas antrópicas ocasionadas pelas construções (Tabela 3). Tal fato demonstra como a ação antropogênica muda o processo de evolução natural do relevo, provocando a diminuição dos degraus que naturalmente tendem a se esculpir em situações litológicas sedimentares, marcadas por diferentes resistências à atividade morfogenética. Na parte rural, estas se encontram próximas às nascentes em função de tais diferenças litológicas, principalmente vinculadas ao contato entre as formações Irati e Tatuí.

As feições hidrográficas também foram atingidas com as mudanças impostas pela urbanização (Figura 5; Tabela 3). A extensão total dos cursos d'água apresentou uma certa estabilidade (Tabela 3). Os cursos fluviais de fundo plano tiveram diminuição considerável na razão de 2,914 Km no período analisado em função da canalização de rios. Os vales em V, por sua vez, apresentaram diminuição de 0,497 Km devido à retinização e canalização de uma parte do curso fluvial (Figura 5).

As modificações antrópicas diretas foram constatadas por meio de aterros, cortes, canalização dos cursos fluviais, saídas de drenagem, canais artificiais para escoamento de águas pluviais, bacias de contenção, reservatório de retenção ("piscinão") e terraços agrícolas (Tabela 3). Os aterros aumentaram (1,217 Km) de 1997 para 2016 e se encontram próximos ao curso principal (Córrego do Facão).

Figura 5. Cartas geomorfológicas das vertentes do baixo curso da bacia hidrográfica do córrego do Facão – Araras (SP).

Os cortes (aumento de 3,309 Km) foram detectados nas margens das rodovias Anhanguera (SP-330/BR-050) e Wilson Finardi (SP-191). A canalização dos rios também aumentou (3,402 Km) neste período em função do avanço das diferentes classes de uso da terra vinculadas ao processo de expansão urbana, tais como: áreas não edificadas, áreas parcialmente edificadas, áreas verdes urbanas e indústrias (Figuras 4 e 5; Tabela 3). Nesta mesma tendência, as saídas de drenagem, os canais artificiais para escoamento de águas pluviais (Figura 6) e as bacias de contenção aumentaram (Tabela 3), além do surgimento do reservatório de retenção de águas pluviais, conhecido como “piscinão” (Figura 7). Essas obras evidenciam que a ação antrópica é capaz de alterar o escoamento natural das águas para um sistema “controlado”. Os terraços agrícolas, tradicionalmente vinculados ao cultivo de cana-de-açúcar com o objetivo de atenuar os processos erosivos nas vertentes não tem tido atuação eficiente, visto que as feições vinculadas a tais processos aumentarem durante o período analisado.

Figura 6. Canal artificial para escoamento de águas pluviais na Rodovia Anhanguera (SP-330/BR-050). Fonte: arquivo pessoal-trabalho de campo/2018.

Figura 7. Reservatório de retenção no bairro Narciso Gomes. Fonte: arquivo pessoal-trabalho de campo/2018.

De forma geral, admite-se que as vertentes do baixo curso da bacia hidrográfica do Córrego do Facão apresentaram alterações antropogênicas, as quais foram possíveis de se constatar por meio da identificação da morfologia original e antropogênica através de uma cartografia histórico evolutiva (RODRIGUES, 2005).

Análise detalhada da área de estudo

Com o objetivo de discutir os resultados de forma mais detalhada e localizar os problemas identificados através dos mapeamentos e trabalhos de campo, utilizou-se o nome dos bairros para denominar os afluentes do Córrego do Facão, dividindo a área de estudo em setores:

- ✓ **Setor um:** Córrego do bairro Narciso Gomes;
- ✓ **Setor dois:** Córrego da Vila Dona Rosa Zurita/Jardim Marabá;
- ✓ **Setor três:** Córrego Jardim dos Ypês
- ✓ **Setor quatro:** Córrego Jardim Dalla Costa/Jardim Esplanada.

O **setor um** é composto pelo córrego do bairro Narciso Gomes, afluente da margem esquerda do córrego do Facão, o qual se distribui tanto na parte rural (nascente e pequeno trecho do curso fluvial) como urbana. Este setor foi submetido às alterações antrópicas significativas em decorrência do uso da terra. A figura 5 mostra que os sulcos diminuíram, tendo em vista que houve aumento das áreas construídas e parcialmente construídas na margem esquerda do córrego do bairro do Narciso Gomes (constituição do bairro Jardim Santa Catarina), mascarando as feições erosivas lineares.

Os aterros presentes neste setor (1) estão vinculados a uma indústria (perto da rodovia Anhanguera – Figura 5) e as casas próximas ao curso principal, visando evitar alagamentos conforme detectado em trabalho de campo (Figura 9). Quando o curso d’água perpassa o urbano, ou seja, chega ao bairro Narciso Gomes, suas águas fluem por um conduto de concreto fechado que deságua no curso principal, o córrego do Facão (Figura 5). Esta modificação ocorreu em função de mudanças viárias e da expansão urbana ocasionada pelo Jardim Santa Catarina, provocando o surgimento de áreas verdes urbanas e, em consequência, diminuição da cobertura herbácea neste setor (Figura 10). Essas transformações antrópicas, nesse setor, aconteceram em terrenos com declividade favorável a ocupação urbana: 5% |- 12%, apresentando poucas áreas com declive no intervalo de 12% |- 30% (Figura 3).

Figura 8. Setorização da área de estudo.

Figura 9. Aterro próximo ao córrego do Facão no setor 1. Fonte: arquivo pessoal-trabalho de campo/2015.

Figura 10. Mudança viária e surgimento das áreas verdes urbanas em detalhes no setor. Fonte: carta de uso e ocupação das baixas vertentes do córrego do Facão-Araras (SP).

Bernardelli, V. C., Lupinacci, C. M.

O **setor dois** da área de estudo, localizado na margem esquerda do córrego do Facão, cujo curso fluvial foi denominado de Córrego Vila Dona Rosa Zurita/Jardim Marabá, apresentou alterações antropogênicas diferenciadas do setor um, as quais foram provocadas pelos diferentes usos da terra tais como pasto limpo, pasto sujo, chácara, cobertura herbácea, vegetação, e um domínio nos dois períodos analisados, do uso urbano. Assim, este setor teve poucas transformações no período de 19 anos analisados. As classes pasto sujo, pasto limpo e vegetação se mantiveram estáveis, enquanto áreas edificadas e áreas verdes urbanas apresentaram um aumento pequeno. As ravinas e sulcos erosivos foram detectados em ambos os cenários, em uma área com declividade de 5% |-12%, nos limites dos setores impermeabilizados dos arruamentos, nas proximidades das classes de uso: pasto limpo/sujo e cobertura herbácea (Figuras 4 e 5). Em 1997, registrou-se uma ravina que se desenvolveu nas proximidades do bairro Vila Dona Rosa Zurita e Vila São Jorge (Figura 5), enquanto, em 2016, esta ravina desapareceu e surgiu outra no Jardim Marabá. No modelado antrópico, identificaram-se vertentes côncavas nos anos de

1997 e 2016, evidenciando como o uso urbano é capaz de modificar as formas de vertentes e sua evolução natural (Figura 5).

Na margem direita do córrego do Facão, onde se localizam os setores três e quatro das vertentes do baixo curso, também foram registradas transformações no sistema geomorfológico atreladas ao uso e ocupação da terra. Ressalta-se que esses setores são considerados zona de expansão urbana de acordo com o zoneamento de uso e ocupação do solo do município de Araras, lei complementar número 3.903/2006 (Araras, 2006b).

O setor três, drenado pelo Córrego Jardim dos Ypês, vem passando por alterações antrópicas as quais se vinculam principalmente ao estabelecimento do urbano. A silvicultura diminuiu para ceder espaço para a ampliação da indústria Dairy Partners Americas (DPA) por meio da construção de um centro de distribuição (CD). As áreas parcialmente edificadas, não edificadas e a cobertura herbácea aumentaram, provocando o desaparecimento do uso pasto limpo/sujo neste

setor. Em 1997, havia uma chácara e citricultura ao seu redor, porém este plantio não se faz mais presente. Atualmente, este espaço é um loteamento (Jardim Bosque dos Ipês) o qual está em conformidade com os parâmetros legais municipais (Araras, 2006b) e estaduais (Figura 11). É interessante salientar que esse empreendimento, o qual se iniciou em 2015, se encontra nos estágios pré-urbano e de construção, conforme a proposta de Savini e Kammerer (1967), Wolman (1967) e McPherson (1969 como citado em Nir 1983, p.117), ou seja, retirada da vegetação para instalar guias, galerias de águas pluviais, asfaltamento e construção das primeiras casas, acarretando alterações topográficas significativas. Nesses estágios, há mudança do escoamento natural das águas de superfície, além do aumento considerável dos sulcos erosivos e assoreamento do curso fluvial em função da retirada da vegetação (Figura 11). Neste caso, a vegetação preservada, tanto das margens quanto da nascente, poderá amenizar o processo de assoreamento do curso fluvial (Figura 11).

Figura 11. Modificações nas proximidades da nascente do córrego do Jardim dos Ypês. Fonte: Ortofoto da EMLASA (SF-23-Y-A-II-3-SO); Imagem do Google Earth, cartão de uso e ocupação da terra; arquivo pessoal-trabalho de campo/2015.

Neste setor evidencia-se ainda que o processo de urbanização provocou alterações no relevo, as quais podem ser constatadas pela grande quantidade de vertentes côncavas de origem antrópica e rupturas topográficas antrópicas relacionadas às áreas edificadas e à rodovia Wilson Finardi-SP 191 (Figura 5). Outros fatos detectados foram os cortes que estão associados à estrada

citada anteriormente e, por fim, a canalização e retificação do curso fluvial (Figura 12) quando atinge a rodovia SP-191 e o bairro Jardim dos Ypês. A canalização deste curso fluvial em manilhas de concreto ocorreu em consequência da expansão urbana (Jardim Oito de Abril) e das mudanças viárias para ligar os bairros, gerando o aparecimento das áreas verdes urbanas (Figura 10).

Figura 12. Córrego Jardim dos Ypês canalizado e retificado e área verde urbana. Fonte: arquivo pessoal-trabalho de campo/2015.

Nas vertentes do baixo curso da bacia hidrográfica do córrego do Facão, o **setor quatro**, vinculado ao Córrego Jardim Dalla Costa/Jardim Esplanada, apresenta as alterações mais significativas tanto no uso da terra como nas ações antropogênicas sobre o relevo. Entre os anos de 1997 e 2016, o cultivo de cana-de-açúcar e a vegetação diminuíram (Figura 4), enquanto a pasto sujo deixou de ser registrada (Figura 4). O decréscimo dessas classes ocorreu em função do avanço da urbanização por meio dos novos loteamentos, Jardim Esplanada e Jardim Planalto, os quais estão legalmente em conformidade com o zoneamento de uso e ocupação do solo do município de Araras (Araras, 2006b).

Os processos erosivos lineares foram detectados em 1997 e em 2016. No ano de 1997, o surgimento dos sulcos erosivos aconteceu sob o uso da cana-de-açúcar, mesmo com o emprego de terraços agrícolas que visa evitar o aparecimento deste tipo feição. Cabe ressaltar que a área ocupada pelos terraços agrícolas diminuiu de um cenário para o outro tendo em vista que o cultivo de cana-de-açúcar cedeu espaço para os empreendimentos imobiliários (Jardim Esplanada e Jardim Planalto). A partir do ano de 2015, os sulcos se desenvolveram em razão da retirada de vegetação para a instalação de guias, postes, asfalto e galerias de águas pluviais dos novos loteamentos (Figura 13).

Os fatores que contribuíram no desenvolvimento dessas feições erosivas foram a posição dos arruamentos no sentido do declive e as galerias de águas pluviais que potencializam a velocidade da água, tornando a dinâmica altamente erosiva. Em períodos chuvosos, esses processos

erosivos podem se intensificar ainda mais e a consequência disto é o avanço da erosão em direção aos bairros Jardim Dalla Costa, Jardim Bela Vista e Bosque de Versalles (Figura 14). Tal problemática fica evidente com a queda de árvores e o fechamento da ponte que liga o complexo de chácaras Santa Rosa ao bairro Bosque de Versalles (Figura 15), pois tem a possibilidade de rompimento da mesma (Tribuna do Povo, 2016). Segundo Tribuna do Povo (2016), a prefeitura vem realizando obras paliativas para evitar a queda e a erosão próxima da ponte por meio de taludes de pedra e muro de arrimo, realizadas no mês de junho de 2016. Além disso, os empreendedores responsáveis pelos loteamentos dos Jardins Esplanada e Planalto deverão construir piscinas para conter as águas pluviais (Tribuna do Povo, 2016).

Figura 13. Processo erosivo no Jardim Esplanada. Fonte: arquivo pessoal-trabalho de campo/2015.

Figura 14. Feição erosiva nas margens do curso fluvial do Jardim Esplanada/Jardim Planalto, localizados no bairro Bosque de Versalles. Fonte: arquivo pessoal-trabalho de campo/2016.

Figura 15. Ponte que liga os bairros com possibilidade de rompimento. Fonte: arquivo pessoal-trabalho de campo em 2016.

Neste setor, verificou-se a existência de cortes (Figura 16) e aterros (Figura 16) para nivelar o terreno e facilitar a construção dos imóveis, além da presença de materiais da construção civil no interior do curso fluvial, gerando sedimentação excessiva. Essa sedimentação excessiva está vinculada aos sedimentos que escoam pelas galerias de águas pluviais dos novos loteamentos, os quais podem ser visualizados tanto no córrego Jardim Dalla Costa (Figura 17) como no curso principal, Córrego do Facão (Figura 17). Nota-se, portanto, que este setor possui as características do estágio pré-urbano e de construção proposto por Savini e Kammerer (1967), Wolman (1967) e McPherson (1969 como citado em Nir 1983, p.117).

→ Corte → Aterro

Figura 16. Corte no Jardim Esplanada e aterro no Jardim Dalla Costa. Fonte: arquivo pessoal-trabalho de campo em 2015/2016

Figura 17. Sedimentação do Córrego Jardim Dalla Costa/Jardim Esplanada (A) e Córrego do Facão (B). Fonte: arquivo pessoal-trabalho de campo 2015/2016.

Conclusões

A análise dos dados obtidos com a elaboração dos produtos cartográficos e de trabalho de campo permitiu a constatação da interferência antrópica em morfologias da área de estudo no período de 1997 até 2016.

O surgimento de certas feições geomorfológicas está associado diretamente aos diversos tipos de uso da terra registrados na área de estudo. Nos terrenos com urbanização consolidada (áreas edificadas), não houve registro de processos erosivos, pois a impermeabilização do solo impede o aparecimento dos mesmos em superfície. Cabe destacar que sob este uso ainda foram detectados os seguintes fatos: ausência de rupturas topográficas, canalização do curso fluvial principal e transformação das formas de vertentes (formato côncavo) para estabelecer o urbano tanto no ano de 1997 como no ano de 2016. Ainda, no período de 19 anos, os aterros detectados próximos aos cursos fluviais aumentaram, pois se constituem em uma forma de amenizar os efeitos de possíveis alagamentos e enchentes (Figura 6).

Convém destacar que o setor que teve mais modificações foi o de número quatro. Neste setor, identificaram-se cortes, aterros e mudanças nas formas de vertente para estabelecer a construção de casas e arruamentos. Por ser uma área de expansão urbana (loteamentos Jardim Esplanada/Jardim Planalto), detectaram-se sulcos erosivos e o surgimento de uma voçoroca de cabeceira em litologia composta por areias e cascalhos

(Formação Piraçununga). Tal feição se deve também a posição dos arruamentos no sentido do declive e às galerias de águas pluviais que contribuem com mais água para o curso fluvial, gerando aumento da velocidade das águas e, com isso, acelerando ainda mais o processo erosivo. Tal problemática traz diversas consequências como o avanço da erosão em direção ao urbano, queda de árvores e o fechamento da ponte que liga o complexo de chácaras Santa Rosa ao bairro Bosque de Versalles.

Cabe salientar ainda que nas áreas não urbanizadas do setor estudado, que se encontram sob o domínio do cultivo de cana-de-açúcar, foram identificados sulcos erosivos mesmo com o emprego de terraços agrícolas que, teoricamente, deveriam diminuir o desenvolvimento dessas feições nas vertentes e a perda de solo. Essas ocorrências contribuem para o assoreamento do sistema fluvial da baixa bacia e colaboram para os problemas de alagamentos no meio urbano.

Assim, considera-se que as características de declividade, uso e ocupação da terra, litologia e solos devem ser consideradas no planejamento urbano e ambiental a fim de evitar os problemas [erosão (ravinas, voçoroca), alagamentos e assoreamento] e prevenir prejuízos à população e à municipalidade. O reconhecimento dessas características para o uso do terreno é de extrema importância, pois pode promover um equilíbrio do sistema geomorfológico próximo do natural.

Por fim, ressalta-se que o emprego da cartografia geomorfológica de detalhe demonstrou ser eficiente na identificação das transformações provocadas pela atuação antrópica.

Referências

- Almeida, F.F.M.de, 1974. Fundamentos geológico do relevo paulista. USP – Instituto de Geografia (Série teses e monografias, 14), São Paulo.
- ARARAS, 2006a, Lei complementar municipal nº 3.902, de 06 de outubro.
- ARARAS, 2006b Lei complementar municipal nº 3.903, de 06 de outubro.
- BRASIL, 1979, Lei Federal nº 6.766, de 19 de dezembro.
- BRASIL, 2012, Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio.
- Ceron, A.; Diniz, J.A., 1966. O uso de fotografias aéreas na identificação das formas de utilização agrícola da terra. *Revista Brasileira de Geografia*. Rio de Janeiro, 28, 161-172.
- Christofolletti, A., 1979. Análise de sistemas em Geografia-Introdução, HUCITEC, São Paulo.
- Christofolletti, A., 1980. *Geomorfologia*, 2ª ed. Edgard Blucher, São Paulo.
- De Biasi, M., 1992. A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. *Revista do Departamento de Geografia (USP)*, São Paulo, 6, 45-60. <https://doi.org/10.7154/RDG.1992.0006.0004>
- Fujimoto, N.S.V.M., 2005. Considerações sobre o ambiente urbano: um estudo com ênfase na geomorfologia urbana. *Revista do Departamento de Geografia (USP)*, São Paulo, 16, 76-80. <https://doi.org/10.7154/RDG.2005.0016.0008>
- Goudie A., 1981. *The Human impact: man's role in environmental change*, Basil Blackwell Publisher Limited, Oxford.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2011. Sinopse do Censo Demográfico 2010. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv49230.pdf> > Acesso em: 04 de outubro de 2015.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2006. *Manual Técnico de Uso da Terra*. 2. ed. Rio de Janeiro.
- Machado, A.C.P.; Cunha, C.M.L., 2014. Modificações Morfológicas na bacia do Córrego Conduta (Rio Claro-SP): análise comparativa entre 1962 e 2010. 10º SINAGEO: Geomorfologia, ambiente e sustentabilidade. Anais. Disponível em: <http://www.sinageo.org.br/2014/trabalhos/3/3-46-137.html> >
- Mascaró, J.L., 2005 *Loteamentos Urbanos*. 2ª ed. Masquatro Editora, Porto Alegre.
- Monteiro, C.A. de F., 1973. A dinâmica climática e as chuvas no estado de São Paulo: estudo sob forma de atlas. USP – Instituto de Geografia, São Paulo.
- Nir, D., 1983. *Man a geomorphological agent*. Keter Publishing House, Jerusalém.
- Paschoal, L. G.; Conceição, F.T.; Cunha, C.M.L., 2010 Utilização do Arcgis 9.3 na elaboração de simbologias para mapeamentos geomorfológicos: uma aplicação na área do Complexo Argileiro de Santa Gertrudes/SP. *Simpósio Nacional de Geomorfologia*, 8, Recife, UGB, 2010.
- Pellogia, A.U.G., 2005. A cidade, as vertentes e as várzeas: a transformação do relevo pela ação do homem no município de São Paulo. *Revista do Departamento de Geografia (USP)*. São Paulo, 16, 24-31. <https://doi.org/10.7154/RDG.2005.0016.0002>
- Tribuna do Povo, 2016. Começa obra emergencial para conter voçoroca em APP. Araras, 16 de junho de 2016. Disponível em: <http://www.tribunadopovo.com.br/comeca-obra-emergencial-para-conter-vocoroca-em-app/> >
- Pitton, S.E.C., 1997. As cidades como indicadores de alterações térmicas. Tese (Doutorado). São Paulo, Universidade de São Paulo (USP).
- Rodrigues, C., 2005. Morfologia original e morfologia antropogênica na definição de unidades espaciais de planejamento urbano: exemplo na metrópole paulista. *Revista do Departamento de Geografia (USP)*. São Paulo, 17, 101-111. <https://doi.org/10.7154/RDG.2005.0017.0008>
- Ross, J.L.S., 2012. *Geomorfologia: Ambiente e Planejamento*. 9ª ed. Contexto, São Paulo. (Coleção Repensando a Geografia).
- SÃO PAULO, 1979. *Plano Cartográfico do estado de São Paulo*. 4 mapas. Escala 1:10.000.
- SÃO PAULO, 1987a. *Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo*. 1 mapa, color. Escala 1:100.000.
- SÃO PAULO, 1987b. *Formações Geológicas de Superfície*. 1 mapa, color. Escala 1:50.000
- Simon, A.L.H.; Cunha, C.M.L., 2007. As alterações na dinâmica fluvial da bacia hidrográfica do Arroio Santa Bárbara-Pelotas (RS). *Geografia*, Rio Claro, 32, 629-644.
- Souza, T.A.; Oliveira, R.C., 2012. Avaliação da potencialidade de imagens tridimensionais em meio digital para o mapeamento geomorfológico. *Revista Geonorte*, Manaus,

Edição Especial, 2, 1348 – 1355. Disponível em:
<https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/2193/2064>.
Tricart, J., 1965. Principes et methods de la geomorphologie. Masson, Paris.

Verstappen, H.T.; Zuidan, R.A. van, 1975. ITC System of Geomorphological survey. In Verstappen, H.T.; Zuidan, R.A. van. ITC Textbook of Photo-Interpretation. International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences, Enschede.