
FRAGILIDADE FÍSICA E RESTRIÇÕES LEGAIS: UMA ANÁLISE COMPARATIVA EM SETOR DE EXPANSÃO URBANA

PHYSICAL FRAILTY AND LEGAL RESTRICTIONS: A COMPARATIVE ANALYSIS OF URBAN EXPANSION IN SECTOR

Leonardo da Silva Thomazini¹
Cenira Maria Lupinacci²

RESUMO: Com base nos conceitos teórico-metodológicos da teoria geral dos sistemas, este trabalho tem como objetivo avaliar as condições físico-ambientais, relacionando-as com as derivações e transgressões legais, oriundas da urbanização. A fim de alcançar tal objetivo, tomou-se como objeto de estudo a bacia hidrográfica do córrego do Castelo, localizada na cidade de Bauru, estado de São Paulo, sobre formações geológicas sedimentares do Grupo Bauru, e das feições geomorfológicas do Planalto Ocidental Paulista. Por meio das cartas de derivações ambientais e transgressões legais e de fragilidade física, foi possível identificar as áreas de maior fragilidade ao desenvolvimento dos processos erosivos, bem como as discordâncias da legislação vigente com as condições atuais da bacia, constituindo em importantes materiais cartográficos para a gestão urbano/ambiental.

Palavras-chave: Geomorfologia. Bacia Hidrográfica. Fragilidade Física. Antropogeomorfologia.

ABSTRACT: Based on the theoretical-methodological concepts of the General Theory of Systems, this work aims to evaluate the physical environmental conditions relating them with derivations and legal transgressions, arising from urbanization. In order to reach this objective, the area of the Castelo stream watershed, located in the city of Bauru, state of São Paulo, on sedimentary geological formations of the Bauru Group, and the geomorphological

1 Doutor em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus Rio Claro. E-mail: leothomazini@hotmail.com.

2 Prof^ª. Dr.^ª do Departamento de Planejamento e Geoprocessamento do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da UNESP, campus Rio Claro. E-mail: cenira@rc.unesp.br.

Artigo recebido em junho de 2019 e aceito para publicação em agosto de 2019.

features of the Western Plateau of São Paulo were taken as object of study. Through Legal Violations and Environmental Derivations map and map of Physical Fragility, it was possible to identify the areas of greatest fragility to the development of erosive processes, as well as the disagreements of the current legislation with the current conditions of the watershed, constituting important cartographic materials for the urban environmental management.

Keywords: Geomorphology. Watershed. Physical Fragility. Anthropogeomorphology.

INTRODUÇÃO

O objeto de estudo da geografia tradicional naturalista, personificada em Alexandre Von Humboldt, constituía-se na paisagem física e visual, com seus elementos bióticos e abióticos (MORAES, 2007; SPOSITO, 2004). Já no final do século XIX e início do XX, eclodindo o pensamento humano/social na geografia, a paisagem ganha uma nova perspectiva relacionada às atividades socioeconômicas. Este novo movimento geográfico, difundido tanto pela escola francesa, por meio de Vidal de La Blanche, como pela russa, através de Dokoutchayev (CHRISTOFOLETTI, 1999), passa a integrar o humano no espaço geográfico, tornando-se como elemento essencial no objeto de estudo. Segundo Christofolletti (1999), o objeto de estudo da geografia constitui-se na interação entre os sistemas físicos e os socioeconômicos. Assim, “a Geografia não é o estudo do espaço nem simplesmente dos lugares, mas sim da organização espacial” (CHRISTOFOLETTI, 1999, p. 41).

Dentre os ambientes de interação de tais sistemas, destaca-se o urbano, pela intensa ação antrópica na implantação das estruturas urbanas, transformando a paisagem na qual estão sendo inseridas. Os espaços, agora, urbanizados, outrora eram regidos pela morfodinâmica natural, mas neste momento, possuem alterações morfogênicas regidas em escala de tempo humano, caracterizando o alto poder transformador do homem sobre a paisagem.

A urbanização no Brasil, apresentou elevado crescimento nas últimas décadas, principalmente das médias cidades (SANTOS, 1996; MARICATO, 2002), mas com um desenvolvimento desordenado, sem considerar as características dos recursos naturais do meio e sem a implantação das infraestruturas necessárias e adequadas (MOTA, 2011), refletindo a característica perversa do ponto de vista da sustentabilidade ambiental (SCHVASBERG, 2011)

Os primeiros estudos geomorfológicos relacionados ao ambiente urbano no Brasil, se remetem aos trabalhos de doutoramento de Aziz Ab’Saber (1957, 2007) intitulado *Geomorfologia do sítio urbano de São Paulo*. Contudo, o desenvolvimento dos estudos geomorfológicos em ambientes antropomorfizados exigiu amadurecimento na compreensão da ação humana sobre a morfogênese e a morfodinâmica do relevo, ou seja, a relação e os efeitos da ação humana sobre o relevo, de forma integradora.

A este exercício holístico, destaca-se a obra de Dov Nir (1983), intitulado *Man, A Geomorphological Agent*, o qual apresenta o homem como agente geomorfológico, responsável não apenas pela transformação da paisagem, mas na morfogênese do relevo, alterando a concepção do tempo geológico e, conseqüentemente, a relação espaço-tempo da dinâmica geomorfológica, fundamentando as concepções da Antropogeomorfologia. Quando associadas ao ambiente urbano, deriva-se a Antropogeomorfologia Urbana, ou até mesmo a Geomorfologia Urbana, sendo esta, de acordo com Goudie e Viles (1997 *apud* JORGE, 2011, p. 131) “uma compreensão da relação existente entre fatores do meio físico e os impactos provocados pela ocupação humana”.

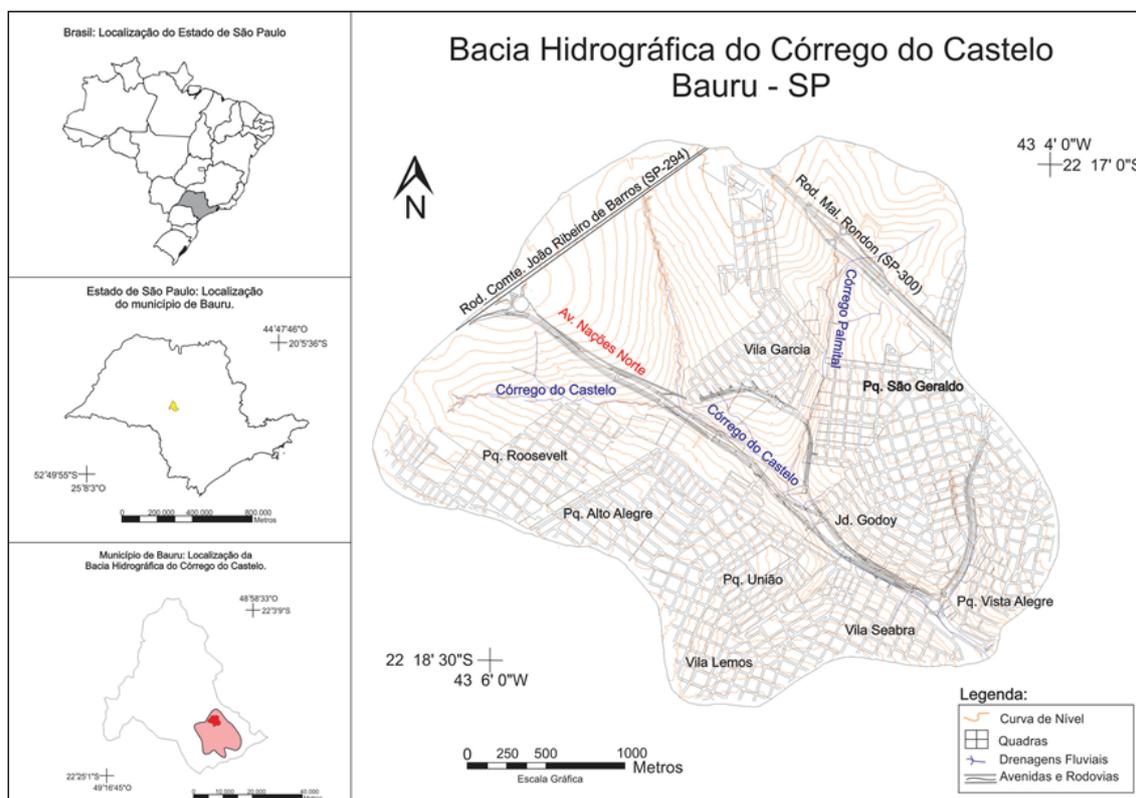
Assim, o estudo das ações antrópicas sobre o relevo, oriundos do processo de urbanização, propiciam a compreensão de sua morfodinâmica, a qual é, então, regida pelo tempo do homem, tornando-se objeto de estudo da Geografia.

Como escala de análise no ambiente urbano, destacam-se as bacias hidrográficas, as quais se constituem em sistemas abertos, integrando todos os elementos capazes de alterarem as características morfológicas, possibilitando uma análise holística dos fenômenos que a compõem. Assim, o conhecimento das características físico-ambientais das bacias urbanas, abarca os princípios da Geomorfologia, evidenciando as áreas propícias ao desenvolvimento de processos erosivos, auxiliando no planejamento e gestão urbana, sob o viés da conservação ambiental.

Deste modo este trabalho tem por objetivo avaliar as condições físico-ambientais da Bacia do Córrego do Castelo (Figura 1), relacionando-as com as derivações e transgressões legais, oriundas da urbanização.

A bacia hidrográfica do Córrego do Castelo, objeto de estudo deste trabalho, é afluente do principal rio que perpassa a cidade de Bauru - SP e está localizada no setor Norte do perímetro urbano. Contudo essa área não possui todos os elementos urbanos consolidados, podendo ser caracterizada como área de expansão urbana.

Com isso, são intensas as atuações antrópicas sobre o relevo, modificando a paisagem e a morfodinâmica da bacia, como observado *in loco*.



Fonte: Base cartográfica fornecido pela Prefeitura de Bauru.

Figura 1. Localização da área de estudo.

MÉTODO

O presente trabalho pautou-se no arcabouço teórico-metodológico da Teoria Geral dos Sistemas, o qual vem sendo utilizado nas mais diversas pesquisas geográficas.

Alvitrada pelo biólogo Ludwig Von Bertalanffy, no início do século XX, a Teoria Geral dos Sistemas, “visava tanto à investigação científica dos sistemas em várias ciências

quanto sua aplicação tecnológica e, ainda, a própria filosofia dos sistemas, no sentido de promover a discussão desse novo paradigma científico” (RODRIGUES, 2001, p. 72).

Deste modo, de acordo com Miller (1965 *apud* CHRISTOFOLETTI, 1979, p. 1), “um Sistema é um conjunto de unidades com relações entre si. A palavra ‘conjunto’ implica que as unidades possuem propriedades comuns. O estado de cada unidade é controlado, condicionado ou dependente do estado das outras unidades”, criando assim, o mecanismo *output* e *input* de trocas de energia.

A Teoria Geral dos Sistemas, também, salienta a visão holística na análise científica, buscando compreender o objeto de estudo em seu todo e auxiliando no alcance do objetivo proposto.

TÉCNICAS

Com o intuito de alcançar o objetivo proposto, foram elaborados os seguintes materiais cartográficos de síntese: a Carta de Fragilidade Física e a Carta de Transgressões Legais e Derivações Ambientais.

Estas cartas pautaram-se na base cartográfica fornecida pela Prefeitura Municipal de Bauru, na escala de 1:10.000, a qual apresentava as deformações do relevo oriundas da urbanização, tais como cortes e aterros topográficos, o que se mostrou de suma importância para a análise dos dados e realização do objetivo.

A partir da base cartográfica, levantamentos em campo e fotografias aéreas da área (indicar o ano e escala das fotos aqui), realizou-se os mapeamentos da Declividade, do Uso da Terra e Cobertura Vegetal, da Concentração do Escoamento Superficial, Geomorfológico e do Esboço Morfo-Pedológico, os quais forneceram dados para a confecção das cartas de síntese em questão.

Carta de Fragilidade Física

A carta de Fragilidade Física pautou-se na proposta metodológica de Ross (1990, 1994 e 2001), a qual busca identificar as fragilidades estabelecidas segundo o conceito de Unidades Ecodinâmicas preconizadas por Tricart (1977), sendo definidas unidades instáveis, ou de instabilidade emergente, e as estáveis, ou de instabilidade potencial. Como a área de estudo se enquadra num ambiente de expansão urbana, toda a sua extensão apresenta algum tipo de alteração antrópica, sendo, então, necessárias as adaptações recomendadas por Silveira (2009), para o qual não se utiliza do conceito de instabilidade potencial, mas apenas a hierarquização em classes da instabilidade emergente.

Deste modo, Ross (1990, 1994 e 2001) propõe uma classificação de instabilidade que vai desde muito fraca até muito forte, tendo como parâmetros os dados obtidos nas cartas de declividade, geomorfológica, pedológica e de cobertura vegetal e uso da terra.

Para este trabalho, foram avaliadas as condições de declividade e interferência antrópica, por meio da Carta de Concentração do Escoamento Superficial, a qual considera os dados de declividade e alteração do relevo presentes nas curvas de nível como principal parâmetro para modelar a concentração do escoamento superficial. Este material cartográfico foi confeccionada no software ArcGis, segundo as orientações de Fontes (2009), a qual utilizou o método de *fluxo múltiplo* (*multiple flow*), permitindo quantificar a concentração do escoamento superficial pluvial.

Diante da falta de dados detalhados dos solos para a área de estudo, optou-se pela identificação dos materiais inconsolidados, conforme proposta de Zuquette e Gandolfi (2004), especificamente os retrabalhados, diante da característica espessa dos mesmos.

Para isso, foram coletadas amostras de solos, de acordo com as orientações de Camargo *et al.* (2009), visando a identificação das relações texturais, mediante as características granulométricas dos solos, definidas pelo Sistema Brasileiro Classificação de Solos (SBCS), publicado pela Embrapa (2006). A escolha dos pontos amostrais seguiu a orientação das vertentes e as formas das curvas de nível, buscando obter representatividade das características da baixa, média e alta vertente e topo. Em cada ponto amostrado, foram coletadas amostras a 40cm, 1,5m e 3m, posteriormente submetidas à análise granulométrica por meio da técnica de pipetagem, a fim de obter as porcentagens de areia, silte e argila nas respectivas camadas.

Assim, foram identificados dois grupos de materiais, sendo: homogêneos, aqueles que apresentaram maiores semelhanças texturais entre seus horizontes, acarretando maior padronização na percolação das águas pluviais, grau de saturação hídrica e no escoamento de subsuperfície; e os heterogêneos, devido à variação textural abrupta, que apresentam discordância de saturação hídrica e percolação das águas pluviais entre as camadas. Deste modo, os materiais homogêneos foram considerados mais estáveis que os heterogêneos.

Os dados geomorfológicos derivaram da carta geomorfológica elaborada de acordo com a proposta dos níveis taxonômicos do relevo de Ross (1990, 1992 e 2001), destacando os 3º, 4º, 5º e 6º táxons, enquadrando-se “em ordens de grandeza inferior, correspondendo às formas cujas dimensões são iguais ou inferiores a uma dezena de Km², assumindo maior significado as formas esculturais.” (ROSS, 1990, p. 53).

Associada a tais concepções, Rodrigues (2005) salienta a representação da morfologia antropogênica, a qual caracteriza-se por considerar a:

[...] própria interferência antrópica como ação geomorfológica, ação essa que pode: modificar propriedades e localização dos materiais superficiais; interferir em vetores, taxas e balanços dos processos e gerar, de forma direta e indireta, outra morfologia [...]. (RODRIGUES, 2005, p. 101).

Assim, com o intuito de representar as formas do relevo, tanto naturais quanto antrópicas, optou-se por uma simbologia diversificada e, quando necessário, adaptada.

A partir de então, foram definidos pesos para cada classe das variáveis utilizadas, isto é, as Unidades Morfológicas da Carta Geomorfológica, solos Homogêneos e Heterogêneos do Esboço Morfo-Pedológico; e as classes de escoamento superficial da carta homônima (Tabela 1).

Tabela 1. Valores das variáveis utilizadas na construção da carta de Fragilidade Ambiental.

VARIÁVEIS		VALORES DE INSTABILIDADE
Unidades Morfológicas	I (Dc 1.4)	1
	II (Dc 2.1)	2
	III (Dc 2.5)	3
	IV (Dc 3.2)	4
	V (Dc 3.2)	4
	VI (Dc 3.2)	4
	VII (Dc 4.3)	5
	VIII (Dc 4.3)	5
	IX (Dc 4.3)	5
	X (Dc 4.4)	6
Materiais	Homogêneos	5
	Heterogêneos	10
Escoamento Superficial	0 – 200m ²	3
	200 – 500m ²	6
	> 500m ²	10

Fonte: Carta Geomorfológica, esboço Morfo-Pedológico, Carta da concentração do Escoamento Superficial.

Tais informações foram agrupadas no *software* AutoCad e hierarquizadas de forma semelhante ao proposto por Ross (1990, 1994 e 2001), a fim de se proceder a classificação do grau de instabilidade, originando as combinações presentes no Quadro 1, cuja soma foi classificada de acordo com os parâmetros apresentados no Quadro 2.

Quadro 1. Combinações dos valores referentes às variáveis utilizadas na confecção da Carta de Fragilidade Física, em suas respectivas classes.

FRACA	1;5;3	1;5;6	2;5;3	3;5;3	4;5;3
MÉDIO	1;5;10 1;10;3	2;5;6 2;10;3	3;5;6 4;5;6	5;5;3 5;5;6	6;5;3
FORTE	1;10;6 2;5;10	3;5;10 4;5;10	4;10;3 4;10;6	5;5;10 5;10;3	6;5;6 6;10;3
MUITO FORTE	1;10;10 2;10;10	4;10;10 5;10;6	5;10;10 6;5;10	6;10;6 6;10;10	

Quadro 2. Classes de Fragilidade Física estabelecidas de acordo com a soma dos valores atribuídos a cada classe das variáveis.

CLASSES	INTERVALO DAS CLASSES
FRACA	8 - 12
MÉDIA	12 - 16
FORTE	16 - 20
MUITO FORTE	> 20

Fonte: Carta de Fragilidade Física

Carta de Transgressão Legal e Derivações Ambientais

A elaboração deste produto cartográfico de síntese foi fundamentada na proposta técnica apresentada por Moroz, Canil e Ross (1994), que propõem a construção de um material cartográfico de síntese, calcado nos resultados obtidos de cartas intermediárias, como de Declividade ou Clinográfica, Cobertura Vegetal e Uso da Terra, somadas às informações referentes à legislação ambiental vigente.

Os dados relacionados as declividades e que pautaram a lei de Parcelamento do Solo, Lei Federal n.º 6766/79, Lei Lehmann (BRASIL, 1979), a qual impede, no Art. 3, o loteamento em terrenos com declives superiores a 30% de declividade, foram obtidos por meio da carta de declividade apresentada por Thomazini (2010), na escala de 1:10.000.

Para este trabalho, foi necessário, também, utilizar como material cartográfico intermediário, a carta geomorfológica, pois, assim como salienta Silveira (2009), a utilização de tal carta,

[...]justifica-se pela aquisição de informações relativas às formas erosivas lineares (sulcos, ravinas e voçorocas), retiradas de material, mineração e canalização de cursos fluviais, que passaram a ser tratadas como derivações ambientais, enriquecendo o produto cartográfico de síntese (SILVEIRA, 2009, p. 68).

Utilizou-se também a Lei nº 12.651, de 25 de Maio de 2012, referente ao Código Florestal, a qual estabelece, no Art. 4º, inciso I, os parâmetros, definições e limites às Áreas de Preservação Permanente (APP's), sendo:

Art. 4º: [...]

I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;

b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;

[...]

(BRASIL, Lei nº 12.651, de 25 de Maio de 2012, grifo nosso).

A identificação das APP's da bacia do Castelo se deu por meio da carta de cobertura vegetal e uso e ocupação do solo, elaborada através de fotografias aéreas, datadas de 1996 (fornecidas pela Prefeitura Municipal de Bauru (BAURU, 2008), na escala aproximada de 1:10.000 e atualizadas com o levantamento de dados em campo.

A fotointerpretação foi organizada segundo as orientações apresentadas por Ceron e Diniz (1966), quanto à identificação das formas de utilização da terra (cor, textura, forma da parcela, espaçamento e arranjo espacial), bem como os princípios fundamentais apresentados por Jensen (2011), compreendendo os elementos de interpretação de imagem.

Outro parâmetro utilizado foi o Plano Diretor de 2008, elaborado nos termos do Art. 51 da Lei Orgânica do Município de Bauru (BAURU, 2008), que apresenta 21 setores de planejamento, com 12 setores pertencentes a zona urbana, definidos através das bacias hidrográficas. No setor de planejamento identificado pelo número 6, referente ao córrego do Castelo, distribuem-se as zonas Interesse de Expansão, Consolidada, Indústria Comércio e Serviços e de Interesse Ambiental.

Assim, a Zona Consolidada abrange, principalmente, a margem direita do baixo curso do córrego do Castelo, pertencente às vilas Seabra e Camargo, além do jardim Bela Vista; a Zona em Consolidação localiza-se em uma área de topo, na borda da bacia, próxima a nascente do córrego do Castelo; a Zona de Interesse de Expansão abrange a maior parte da bacia, estendendo-se desde o baixo curso, referente à vila Formosa e parque Vista Alegre, até às regiões de nascente do córrego do Castelo, compreendendo o parque Roosevelt, núcleo residencial Alto Alegre, vila Garcia, entre outros; a Zona de Expansão Controlada situa-se em região de topo, próxima à rodovia Mal. Rondon (SP-300).

Já Zona de Interesse de Indústria, Comércio e Serviços, localiza-se às margens das rodovias Mal. Rondon (SP-300) e Comandante João Ribeiro de Bauru (SP-294), próximas, então, aos limites da bacia; e as Áreas de Interesse Ambiental, são formadas pelos vales dos córregos do Castelo, do córrego Palmital (afluente da margem esquerda do córrego do Castelo) e, também, a área destinada ao futuro Parque das Nações Norte.

Com o intuito de reunir as informações oriundas das cartas intermediárias, das legislações e dos trabalhos de campo, utilizou-se o *software* AutoCAD para vetorizar os dados e georreferenciá-los.

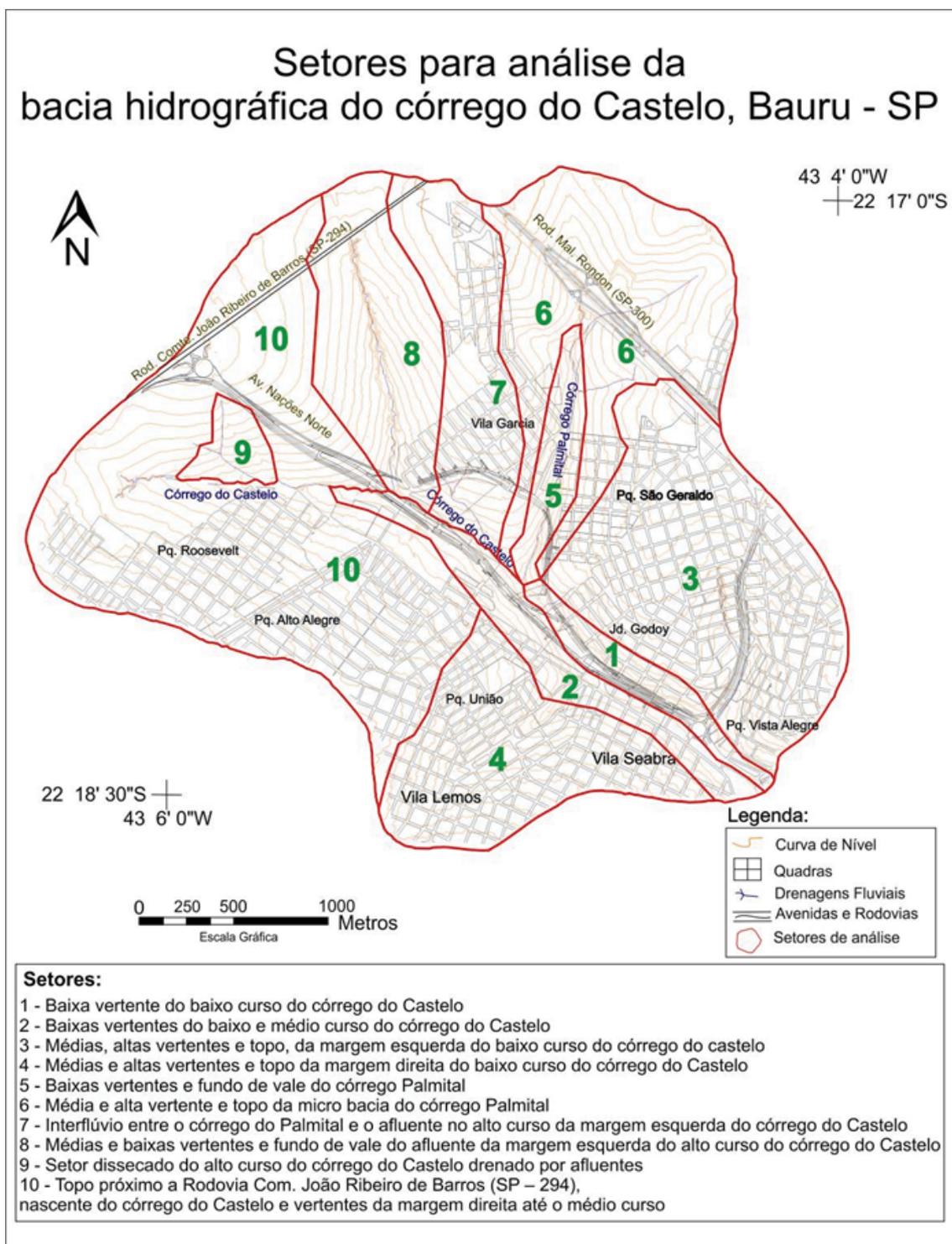
Primeiramente, foram adicionadas à base cartográfica, juntamente com as drenagens, no *software* ArcGis 9.3, com a ferramenta *Buffer*, os limites de APP ao longo das drenagens fluviais e das nascentes. Em seguida, o *Buffer* foi exportado para o *software* AutoCAD e incorporados o Macrozoneamento Urbano definido pelo Plano Diretor municipal; as declividades foram obtidas pela carta clinográfica, as quais possibilitaram a identificação das transgressões legais quanto ao parcelamento do solo (Lei Lehmann), e os processos erosivos (sulcos, ravinas e voçorocas), bem como as drenagens canalizadas, obtidos da carta Geomorfológica, constituindo as derivações ambientais.

Assim, tendo em vista que “as análises ambientais pressupõem a atuação do homem como agente ativo no processo dinâmico de alteração da natureza”, a utilização da carta de Derivações Ambientais e Transgressões Legais em tais análises são de suma importância, “na medida em que abrange todo o ambiente natural onde se inserem os meios físicos, bióticos, e sócio-econômicos, possibilitando uma compreensão da realidade espacializada em um determinado território em sua totalidade” (MOROZ; CANIL; ROSS, 1994, p. 36).

Deste modo, este material cartográfico proporcionou novas contribuições à metodologia utilizada, das unidades ecodinâmicas, contribuindo para a realização dos objetivos propostos.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com o intuito de facilitar a análise e compreensão dos dados, associando as cartas de Fragilidade Física e de Transgressão Legal e Derivações Ambientais, a bacia do córrego do Castelo foi dividida em 10 setores (Figura 2), de acordo com as similaridades físicas.



Fonte: Base cartográfica e carta de Fragilidade Física.

Figura 2. Divisão da bacia hidrográfica do Córrego do Castelo em Setores para a análise dos resultados.

De acordo com a carta de Fragilidade Física (Figura 3), na bacia do córrego do Castelo, a fragilidade Média possui uma presença mais marcante (62,9%), seguida da Forte (18,1%), Fraca (15,9) e Muito Forte (3,1%).

Mesmo com o predomínio da fragilidade Média, as transgressões legais presentes na bacia, propiciam derivações ambientais condizentes com áreas de maior fragilidade, como demonstrado pela carta de Derivações Ambientais e Transgressões Legais (Figura 4).

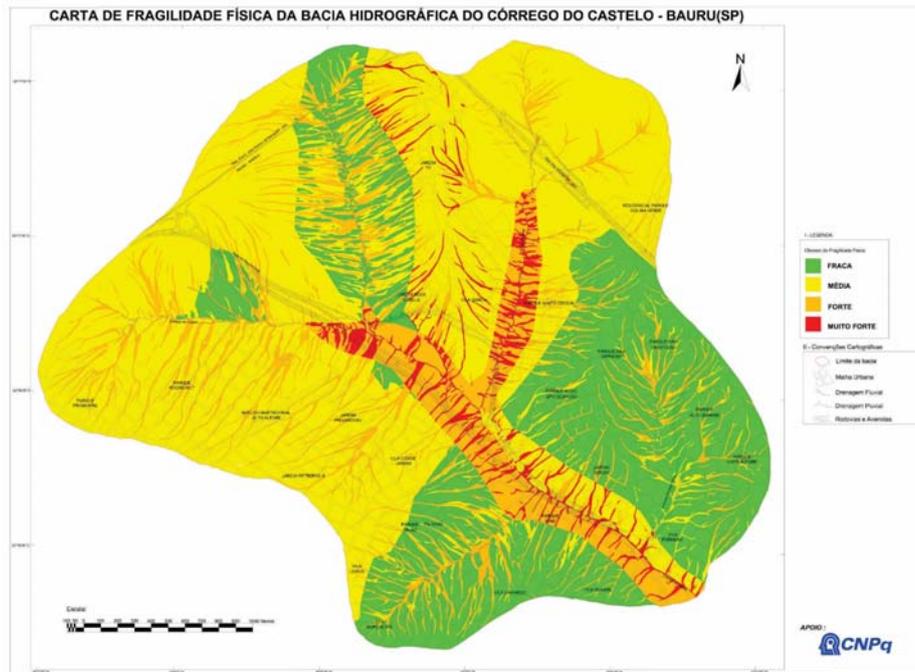


Figura 3. Carta de Fragilidade Física.

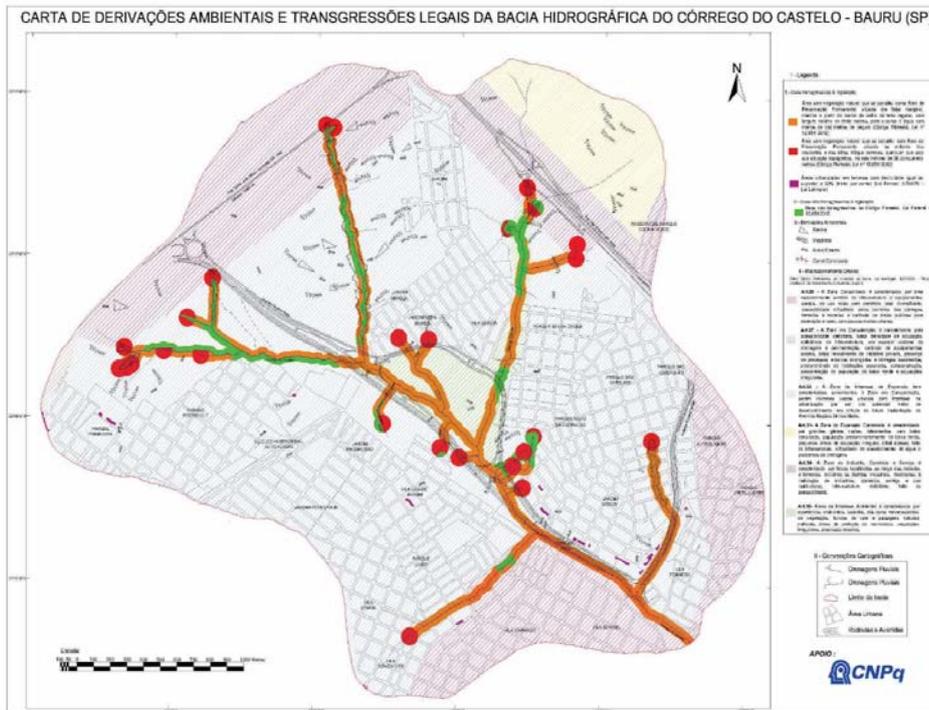


Figura 4. Carta de Derivações Ambientais e Transgressões Legais da bacia do córrego do Castelo.

O setor 1, apresenta uma fragilidade, predominantemente, média, intercalada pelas fragilidades Forte e Muito Forte, de acordo com o aumento da concentração pluvial. Por se tratar de uma região de baixa vertente e fundo de vale, a concentração do escoamento se mostra bastante intensa, principalmente porque o solo do setor a montante (setor 3) encontra-se impermeabilizado. Além do mais, não apresenta a vegetação ciliar no córrego do Castelo, responsável em conter o desenvolvimento de processos erosivos, como definido por lei e apresenta algumas áreas com declividade superior à recomendada para a urbanização (Figura 4).

Contudo, este setor é definido, pelo Plano Diretor Municipal como zona de Interesse de Expansão, incentivando a ocupação urbana, mas não considerando as fragilidades físicas da área.

Devido a impermeabilização dos solos, os sulcos erosivos (Figura 4) se desenvolvem onde tais solos não se encontram totalmente impermeabilizados. Mesmo não observando intensos processos erosivos, tais características do setor contribuem para o aumento da carga hídrica e de sedimentos do córrego do Castelo, possibilitando a ocorrência de enchentes.

O setor 2, localizado no médio e baixo curso da margem direita do córrego do Castelo, apresenta características semelhantes ao setor 1, mas com predomínio da fragilidade física forte, intercalada pela fragilidade muito forte, a qual coincide com a concentração do escoamento superficial.

Mesmo possuindo fragilidade Forte, este setor não apresenta vegetação ciliar no córrego do Castelo e nos afluentes, sendo definido como Zona Consolidada, na região do baixo curso, e Zona de Interesse de Expansão, no médio curso. Assim, apresenta intensas transformações antrópicas, as quais propiciam a formação de sulcos erosivos nas áreas onde o solo não se encontra impermeabilizado, sendo possível observar também algumas nascentes desprotegidas, quando não canalizadas.

O predomínio da fragilidade média é significativo, à medida que se observam processos erosivos avançados ocorrendo em áreas de tal fragilidade, como a voçoroca, próxima ao setor 10. Com isso, a identificação de tais características do setor 2 é de suma importância ao planejamento e gestão urbano-ambiental, fato ignorado pela administração pública visto tratar-se de zona de Interesse de Expansão Urbana.

O setor 3 possui fragilidade, predominantemente, fraca, intercalada pelas fragilidades média e forte, à medida que a concentração do escoamento superficial aumenta. Mesmo com o predomínio da fragilidade fraca, apresenta uma voçoroca na sua principal drenagem, caracterizada pela falta de vegetação ciliar, principalmente na nascente, e pelas intensas ações antrópicas, pois, tal setor é caracterizado pelo plano diretor como zona de Interesse de Expansão e Zona Consolidada.

Além do mais, as extensas vertentes que caracterizam a bacia do Castelo, inclusive o setor 3, quando impermeabilizadas intensificam o poder abrasivo do escoamento superficial, proporcionando processos erosivos avançados mesmo em áreas de fragilidade fraca, principalmente se tais áreas possuírem solos expostos.

A distribuição das fragilidades físicas no setor 4, assemelha-se com o setor 3, pois, estão localizados na mesma direção, mas em margens opostas do córrego principal. Assim, a urbanização se encontra em estágio avançado, ou seja, com seus elementos (arruamentos, canalização, asfalto, etc.) consolidados e o principal córrego do setor, em sua maior parte, está canalizado e encoberto pela urbanização, não desenvolvendo, assim, processos erosivos visíveis em superfície.

No entanto, observa-se, por meio do aumento da fragilidade, intensa concentração do escoamento superficial, podendo trazer danos às estruturas urbanas e contribuir para a ocorrência de enchentes.

O setor 5, compreende a média e baixa vertente, bem como o fundo de vale do córrego Palmital, principal afluente do córrego do Castelo, apresentando fragilidades forte e muito forte.

Localizado em zona de Interesse de Expansão, engloba, também, um zoneamento urbano referente a Áreas de Interesse Ambiental, apresentando assim, algumas áreas recobertas por vegetação ciliar, mas grande parte ainda continua sem a devida preservação ambiental.

O setor 6 abrange áreas de média vertente e topo, predominando a fragilidade média. Abarca, também, regiões de zonas de Interesse de Expansão, zona de Indústria, Comércio e Serviços e zona de Expansão Controlada.

Assim, as ações antrópicas atuantes neste setor se processam de formas diversificadas, algumas, inclusive, com intensas transformações morfológicas, como por exemplo, a rodovia Marechal Rondon (SP 300), responsável pela impermeabilização do solo, pela ocorrência de rupturas topográficas, concentrando o escoamento superficial pluvial em direção às cabeceiras do córrego Palmital que, sem a vegetação exigida por lei, apresentam processos erosivos avançados.

O setor 7 abarca uma região de altas vertentes e topo, destinada, predominantemente a zona de Interesse de Expansão. Predomina a fragilidade média, permeado pelas fragilidades forte e muito forte, de acordo com a concentração do escoamento superficial.

No entanto, na região próxima ao córrego do Castelo, o macrozoneamento urbano destina-a como Área de Interesse Ambiental, pois, é o local do futuro Parque do Castelo. Contudo, a ausência de vegetação ciliar nas drenagens e nas nascentes propiciam o desenvolvimento de sulcos erosivos.

O setor 8 compreende a maior voçoroca da bacia. Apresenta fragilidades fraca, média e forte, caracterizando um escoamento superficial bastante difuso. É o setor, também, que mais ocorrem sulcos e ravinas, denotando significativa fragilidade diante dos processos atuantes no e em volta do setor.

A voçoroca apresenta vegetação ciliar, mas não em toda a área determinada por lei, principalmente na nascente, intensificando ainda mais o processo erosivo, pois, a região próxima à borda da bacia é definida (no macrozoneamento) como zona de Indústria, Comércio e Serviços, a qual abrange, também, a rodovia Comandante João Ribeiro de Barros (SP 294), mais conhecida como Bauru-Marília, responsável pela concentração do escoamento pluvial, o qual é canalizado para a cabeceira da voçoroca. Além do mais, é uma área de presença de gado, como observado *in loco*, e o pisoteio deste propicia a formação de sulcos erosivos.

O setor 9, de menor área entre os setores, apresenta predominância da fragilidade fraca, mas possui uma voçoroca e transgressões legais em função da ausência de vegetação ciliar, principalmente nas nascentes. A fragilidade fraca não impediu a formação da voçoroca, demonstrando a influência que os setores circundantes de um determinado setor exercem sobre ele.

Já o setor 10, compreende a maior área, abrangendo o alto curso e nascente do córrego do Castelo, sendo neste último, onde ocorrem as principais erosões do setor.

Mesmo tendo o predomínio da fragilidade média, esta área é de grande importância ambiental, por se tratar de uma nascente. Contudo, não possui a vegetação necessária definida por lei e encontra-se em zona de Interesse de Expansão e de Indústria, Comércio e Serviços, constituindo-se em um dos setores de maior preocupação em termos ambientais. No entanto, de acordo com a carta de Derivações Ambientais e Transgressões Legais, o que se tem processado é a falta de vegetação nas zonas marginais aos córregos e nascentes e urbanização em declividades acentuadas, contribuindo para a persistência dos processos erosivos e, conseqüentemente, da fragilidade ambiental.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A bacia do córrego do Castelo apresenta as maiores fragilidades, predominantemente, no baixo curso e fundo de vale do córrego que a denomina.

O processo de urbanização da bacia se desenvolveu nas áreas de Fragilidade Fraca, ou seja, do médio ao baixo curso do córrego, mas no momento atual, a urbanização avança para os setores a montante, os quais apresentam maior grau de fragilidade.

Este primeiro momento da urbanização ocorreu sem os devidos cuidados com a preservação ambiental, encobrindo drenagens e expondo margens, as quais se encontram, hoje, tragadas pela urbanização, deixando um legado à urbanização atual. Este legado pode ser observado pela falta de vegetação nas nascentes e margens das drenagens, sem indícios de que serão reconstituídas, pois, de acordo com a mais nova obra pública realizada na área, a Avenida Nações Norte, o modelo de urbanização sem conservação de nascentes e vegetação ciliar vem sendo reproduzido.

A vegetação ciliar ao longo dos córregos e das nascentes são raras e quando existem, não compreendem toda a extensão que a lei determina, tornando-se um fator agravante ao desenvolvimento de processos erosivos, mesmo em regiões de fragilidade Fraca e Média.

Assim, a observância do conjunto dos aspectos físicos da bacia, associado com o cumprimento da legislação ambiental, poderiam contribuir para que a expansão urbana ocorresse sob os moldes de um bom planejamento urbano-ambiental, ou seja, expandindo a cidade, mas respeitando as limitações e aspectos da área, afim de prevenir futuros danos ao meio ambiente e a população.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. Geomorfologia do sítio urbano de São Paulo. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP**, São Paulo, n. 219, 1957.
- AB'SÁBER, A. N. **Geomorfologia do Sítio Urbano de São Paulo**. Cotia: Ateliê Editorial, 2007
- BAURU (Cidade). Prefeitura Municipal. Lei nº 5.631, 22 de agosto de 2008. **Plano Diretor Participativo do Município de Bauru**. Disponível em: <http://hotsite.bauru.sp.gov.br/planodiretor/lei.aspx>. Acesso em: 14 ago. 2013
- BRASIL. Lei nº 12.651, 25 de maio de 2012. Brasília, DF. **Código Florestal**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651compilado.htm. Acesso em: 14 ago. 2013
- BRASIL. Lei nº 6766, 19 de Dezembro de 1979. Brasília, DF. **Lei Lehmann** (Parcelamento do Solo Urbano). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6766.htm. Acesso em: 14 ago. 2013
- CAMARGO, O. A. de; *et. al.* Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônômico de Campinas. **Boletim Técnico**, Campinas, n. 106, 2009
- 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, ano 28, n. 2, p. 161–173, abr./jun. 1966.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blucher, 1999.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em geografia**. São Paulo: Hucitec, 1979.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006.
- FONTES, N. **Proposta metodológica para planejamento de sistemas de espaços livres**: Ribeirão Preto – SP. 2009. 194 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2009
- JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente**: uma perspectiva em recursos terrestres. Tradução: José Carlos Neves Epiphanyo (coord.) *et. al.* 2. ed. São José dos Campos: Parêntese, 2011
- JORGE, M. do C. O. Geomorfologia urbana: conceitos, metodologias e teorias. In: GUERRA, A. J. T. (org.). **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand, 2011
- MARICATO, E. **Brasil, cidades**: alternativas para a crise urbana. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2002.

- MORAIS, A. C. R. **Geografia**: pequena história crítica. 21. ed. São Paulo: Annablume, 2007.
- MOROZ, I. C.; CANIL, K.; ROSS, J. L. S. Problemas ambientais nas áreas de proteção aos mananciais da Região Metropolitana de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 7, p. 35-48, 1994.
- MOTA, S. **Urbanização e meio ambiente**. 4. ed. Fortaleza: Abes, 2011.
- NIR, D. **Man, a geomorphological agent**: An Introduction to Anthropogenic Geomorphology. Jerusalém: Keter Publishing House, 1983.
- RODRIGUES, C. Morfologia Original e Morfologia Antrópica na Definição de Unidades Espaciais de Planejamento Urbano: Exemplo na metrópole paulista. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 17, p. 101-111. 2005.
- RODRIGUES, C. A Teoria Geossistêmica e sua contribuição aos estudos geográficos e ambientais. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 14, p. 69-77. 2001.
- ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 8, p. 63-74, 1994.
- ROSS, J. L. S. **Geomorfologia, ambiente e planejamento**. São Paulo: Ed. Contexto, 1990.
- ROSS, J. L. S. **Geomorfologia e geografia aplicada a gestão territorial**: teoria e metodologia para o planejamento ambiental. 2001. 322f. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas – FFLCH, Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, 2001.
- ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 6, p. 17-30, 1992.
- SANTOS, M. **A urbanização brasileira**. 3. ed. São Paulo: Hucitec, 1996.
- SCHVASBERG, B. Planejamento urbano no Brasil pós-1988: panorama histórico e desafios contemporâneos. *In.*: FARIA, R. de; SCHVASBERG, B. **Políticas urbanas e regionais no Brasil**. Brasília: UnB: FAU, 2011. p. 16-32.
- SILVEIRA, A. **Diagnóstico ambiental do setor noroeste do sítio urbano de Piracicaba (SP)**: uma abordagem geográfica. 2009. 178 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2009.
- SPOSITO, E. S. **Geografia e Filosofia**: contribuição para o ensino do pensamento geográfico. São Paulo: Ed. UNESP, 2004.
- THOMAZINI, L. da S. **Análise do relevo da bacia do Córrego do Castelo (Bauru – SP)**: a influência da urbanização nos processos erosivos. 2010. 76 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010.
- TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBEG: SUPREN, 1977.
- ZUQUETTE, V. L.; GANDOLFI, N. **Cartografia geotécnica**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

REFERÊNCIA CONSULTADA

- IBGE. **Manual técnico de uso da Terra**, 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: [Ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursosnaturais/usodaterra/manualusodaterra.pdf](ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursosnaturais/usodaterra/manualusodaterra.pdf). Acesso em: 5 dez. 2009.
- LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.
- THOMAZINI, L. da S.; TOLEDO, E. F. T. Análise da influência da expansão urbana em bairros periféricos: o caso da Avenida Nações Norte (Bauru – SP). *In.*: SEMINÁRIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA DA UNESP – Rio Claro, 11., 2011, Rio Claro. **Anais [...]**. Rio Claro, 2011.