

territorium



13

A URBANIZAÇÃO, A FRAGILIDADE POTENCIAL DO RELEVO E A PRODUÇÃO DO RISCO NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO PROENÇA, MUNICÍPIO DE CAMPINAS, BRASIL. *

Antônio Carlos Vitte

vitte@ol.com.br

Departamento de Geografia - Unicamp, Campinas (SP), Brasil

Luís Ribeiro Vilela Filho

vilela@agr.unicamp.br

Departamento de Geografia - Unicamp, Campinas (SP), Brasil

RESUMO

O objetivo deste trabalho é caracterizar a situação de risco às enchentes na bacia do córrego Proença, município de Campinas, estado de São Paulo, Brasil, a partir da relação entre a fragilidade potencial do relevo e o processo de urbanização de Campinas. A correlação entre os índices morfométricos possibilitou a identificação de setores com alta fragilidade potencial do relevo na bacia, de tal forma que, a associação com o modelo de gestão urbana adotado em Campinas, onde priorizam-se as intervenções viárias e funcionais no sentido de favorecer a especulação imobiliária em detrimento das características e propriedades do sítio, fez ressaltar situações de risco na bacia do córrego Proença, nesse caso, risco às enchentes.

Palavras-chave: Urbanização, fragilidade ambiental, bacia de drenagem, risco, enchentes.

ABSTRACT

The aim in the paper is characterize the situations of risk related to floods in the basin Proença, taking into account the relationship between the fragile terrain and the urban developing process in Campinas (SP), Brazil. The correlations between the morphometrics rate found in this study enabled the identification of potential fragile areas in the basin in such a way that, the association with urban management models used by local government, where the intervention of roads are given more attention in order to favor real state speculation rather than to the morphometrics characteristic of the natural area, showed the risk situation in the basin Proença, in this case, the risk of floods.

Keywords: Urbanization, environmental fragility, drainage basin, risk, floods.

RÉSUMÉ

L'objectif de cet article est celui de caractériser le risque d'inondation dans le bassin Proença en tenant compte de la relation entre le terrain fragile du bassin et le processus d'urbanisation à Campinas (SP), Brésil. La corrélation entre les indices morphométriques a permis l'identification des secteurs ayant une haute fragilité potentielle du relief dans le bassin, d'une telle façon que l'association avec le modèle de gestion urbaine adoptée à Campinas, où sont prioritaires les interventions viaries et fonctionnelles dans le sens de favoriser la spéculation immobilière en détriment des caractéristiques et propriétés du site, a bien montré la situation de risque dans le bassin Proença, dans ce cas, le risque d'inondation.

Mots clés: Urbanisation, fragilité environnementale, bassin, risque, inondations.

1. Introdução

Dentre as diversas questões abrangidas pela problemática ambiental urbana, as enchentes têm se constituído em uma das mais relevantes e de difícil controle por parte do poder público, particularmente nas grandes cidades brasileiras.

Nesse sentido, muitos têm sido os programas desenvolvidos nas esferas governamentais visando "combater as enchentes". Entretanto, embora boa parte desses programas seja amparada por elevados investimentos financeiros, em geral, os resultados nem sempre conseguem atingir os objetivos previstos, e o que se vê, ano após ano, é a repetição do problema a cada estação chuvosa, com conseqüências socioambientais cada vez mais agravantes.

Diante desse cenário, nas últimas décadas o fenômeno das enchentes em áreas urbanas tem sido objeto de pesquisa de inúmeros trabalhos nas mais variadas linhas de abordagem, dentre os quais pode-se citar: CUSTÓDIO (2001); GOMES (2000); MATTEDI (1999); OLIVEIRA (1998), e TUCCI (1993).

De maneira geral, os episódios de enchentes em áreas urbanas estão associados aos eventos de precipitação mais concentrada, quando são registrados grandes volumes de chuva em curto espaço de tempo.

Nesse sentido, HILTON SILVEIRA PINHO (2005), diretor do CEPAGRI/UNICAMP, ressalta que as chuvas que causam danos à população são normalmente as de alta intensidade horária, quando os aguaceiros ultrapassam normalmente 30mm causando alagamentos nas áreas de baixadas. Totais pluviométricos acima dos 100mm/dia podem ser caracterizados como causadores de fortes danos à população. Ocorrem com uma frequência média de aproximadamente 15% dos anos, com concentração maior no período caracterizado como chuvoso, para cada região. As chuvas de elevada intensidade diária, além dos alagamentos, são responsáveis por deslizamentos de terras principalmente quando incidem em terrenos já saturados pela água de chuvas anteriores. Nesse caso o índice meteorológico empregado para os alertas contra esse tipo de dano, recomendado pelo Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC/INPE - é dado quando a soma das chuvas ocorridas nas últimas 72 horas atinge 80mm, no caso das áreas continentais ou 120mm para a faixa litorânea.

O aumento da frequência com que esse fenômeno tem ocorrido nas áreas urbanas - nos eventos de precipitação mais concentrada - fez com que ele se tornasse parte do cotidiano da sociedade urbana, seja por esta ter sido afetada de forma direta, seja por meio

de noticiários jornalísticos. Diante dessas circunstâncias, não são raras as vezes em que se vê a questão das enchentes sendo associada apenas a um fenômeno meramente urbano, além de, corriqueiramente, ser atribuída mais de uma denominação ao mesmo fenômeno. Assim, tornou-se comum um mesmo evento ser tratado como inundação, alagamento, cheia, ou enchente.

No Brasil, essas intervenções se intensificaram com a consolidação do processo de expansão urbana por conta do modelo de desenvolvimento adotado pelo país nas primeiras décadas do século XX, o qual primava pela racionalização dos processos de circulação, de tal forma que se fazia necessário a implantação de sistemas viários eficientes - elemento fundamental para a economia industrial capitalista - dada a necessidade da circulação de mercadorias.

Dentre os diversos exemplos da influência na aplicação desse modelo no Brasil, sem dúvida, a implantação das vias marginais expressas que compõem o complexo sistema viário instalado sobre as áreas de planícies inundáveis dos rios Tietê e Pinheiros¹, na cidade de São Paulo, foi o de maior expressão. Mas também outros projetos de menor envergadura - porém não menos relevantes - foram desenvolvidos com o mesmo intuito, mas desta feita, incorporando-se as questões sanitárias, como são os casos das reformas de Pereira Passos no Rio de Janeiro, em 1903; das reformas sanitárias em Santos, a partir de 1905, e os projetos implantados em Campinas, inicialmente com as obras sanitárias em 1896 - assim como em Santos, coordenadas pelo engenheiro e sanitário Francisco Rodrigues Saturnino de Brito² - e posteriormente com a elaboração e implantação do Plano de Melhoramentos Urbanos de Campinas, coordenado pelo engenheiro e arquiteto Francisco Prestes Maia³ na década de 1930 (SANIOS, 2002).

¹ Todo o processo de implantação desse plano é minuciosamente abordado por Odete Seabra em sua tese de Doutorado intitulada *Os meandros dos rios nos meandros do poder: Tietê e Pinheiros - Valorização dos rios e das várzeas na cidade de São Paulo*. São Paulo, FFLCH - USP, 1987.

² Engenheiro formado pela Escola Politécnica do Rio de Janeiro, Francisco Rodrigues Saturnino de Brito é o nome mais relevante da história do urbanismo sanitário do Brasil. Esse seguimento urbanístico primava pelo conhecimento técnico aplicado ao saneamento e higiene urbana na remodelação das cidades. Era vinculado aos princípios do urbanismo moderno, o qual contrapunha-se ao chamado urbanismo "haussmanniano", modelo urbanístico prevalente no Brasil no final do século XIX baseado nas obras efetuadas em Paris pelo Barão de Haussmann, cujas principais características eram a geometria das avenidas e bulevares (CAMPOS, 2002).

³ Engenheiro civil e arquiteto pela Escola Politécnica de São Paulo em 1917, Francisco Prestes Maia apresentava como currículo, anos de trabalho profissional na Diretoria de Obras Públicas da Secretaria de Viação e Obras Públicas. Ao mesmo tempo fora professor das disciplinas de Desenho Geométrico e à Mão Livre e Desenho Arquitetônico e Esboço do Natural-Desenho de Perspectiva, ambas daquela mesma escola. Dentre seus trabalhos, o de maior expressão foi o Plano de Avenidas de São Paulo, documento crucial do urbanismo paulistano, publicado em maio de 1930 (CAMPOS, 2002).

No período compreendido entre as últimas décadas do século XIX e as primeiras do século XX, esses planos tinham como fator primordial as preocupações higienistas, dado a onda de epidemias que assolou as cidades com grande concentração populacional naquele período – particularmente São Paulo, Santos e Campinas – as quais eram interligadas pelos trilhos das ferrovias, o que possibilitava o acesso relativamente rápido entre elas e, de certa forma, também a rápida proliferação de epidemias como a febre tifóide, a varíola, a peste e, principalmente, a febre amarela.

A implantação do modelo urbanístico sanitário (VILLAÇA, 1999), cujas obras de drenagem, canalização e retificação possibilitaram o ganho de terras antes destinadas aos cursos d'água e à inundações naturais, e a posterior implantação de planos com enfoque prioritário para as questões funcionalistas e viárias, segundo o princípio da necessidade de sanear para viabilizar a implantação das redes viárias, e assim melhor circularem as mercadorias, demonstraram a preocupação em atender ao mercado especulativo imobiliário e a crescente demanda da economia industrial capitalista.

No entanto, o modelo de planejamento urbano adotado, se de um lado materializou o processo de especulação imobiliária e a consequente expansão urbana, por outro, gerou ambiente de risco à população e à infra-estrutura urbana, como as enchentes e os escorregamentos.

A hipótese norteadora deste trabalho fundamentou-se no fato de que o padrão de urbanização que hoje prevalece na bacia do córrego Proença, associado às características e propriedades do seu espaço natural, seu sítio, acabaram por gerar situações de risco ambiental, sendo neste caso, risco às enchentes.

2. O Município de Campinas e a Urbanização na Bacia Hidrográfica do Córrego Proença

O município de Campinas é sede da RMC⁴ e está situado no interior do Estado de São Paulo, distando aproximadamente 100 quilômetros da capital, na direção noroeste, entre as latitudes 22° 45' 00" e 23° 02' 30" S e as longitudes de 46° 50' 00" e 47° 15' 00" W. Tem como principais vias de acesso as

rodovias Anhangüera, D. Pedro I, Bandeirantes, e Santos Dumont.

A área total do município é de 795,7 Km² e a população em 2000 era de 969.396 habitantes, com projeção estimada de 1.045.706 habitantes em 2005, e com uma taxa de urbanização de 98,58% (IBGE, 2006).

A expansão urbana de Campinas passou a se intensificar a partir das últimas décadas do século XIX, baseada no desenvolvimento de funções secundárias e terciárias – indústria, transportes, comércio e serviços – em decorrência do apogeu da economia cafeeira e da instalação das ferrovias⁵.

Até o fim da década de 1920, a expansão urbana do município caracterizava-se pelo adensamento da área central – com a proliferação de unidades residenciais e dos setores de comércio e serviços – enquanto as indústrias se instalavam predominantemente em áreas afastadas do perímetro urbanizado, suscitando a implantação de novos loteamentos residenciais. Por sua vez, por parte do poder público, a preocupação maior era com as obras de drenagem urbana e com os trabalhos de abastecimento de água e saneamento básico no município. Nesse sentido, os principais trabalhos eram desenvolvidos com o intuito de dizimar os possíveis focos de doença – particularmente de febre amarela – que já havia assolado a cidade em períodos anteriores, e assim proporcionar maior conforto e segurança à população.

No entanto, a crise internacional de 1929 impôs à cidade transformações significativas em sua estrutura social e econômica. Ao contrário de períodos anteriores, a transferência de capital do setor agrícola para o ramo urbano-industrial surgiu como alternativa para superar a crise. Porém, devido às particularidades fundiárias do município, outro segmento econômico ganhou força: o setor imobiliário urbano, cujo foco principal era o parcelamento de chácaras e de antigas fazendas, incorporando-as ao núcleo urbano.

Mas o grande impulso nesse processo ocorreu na década de 1930 com a implantação do Plano de Melhoramentos Urbanos de Campinas, concebido pelo engenheiro e arquiteto Francisco Prestes Maia.

Dada sua relevância, as propostas e instrumentos de ação do projeto influenciaram de forma significativa,

⁴ Criada pela Lei Complementar n° 870, de 19/06/2000, a RMC (Região Metropolitana de Campinas) é constituída pelos municípios de Americana, Artur Nogueira, Campinas, Cosmópolis, Engenheiro Coelho, Holambra, Hortolândia, Indaiatuba, Itatiba, Jaguariúna, Monte Mor, Nova Odessa, Paulínia, Pedreira, Santa Bárbara D'Oeste, Santo Antônio de Posse, Sumaré, Valinhos e Vinhedo.

⁵ Criada em 1872, a Cia. Paulista de Vias Férreas ligava Campinas a Jundiaí. Dali a São Paulo e Santos, o percurso era feito pela São Paulo Railway. Em 1875 foi criada a Cia. Mogiana estabelecendo assim a conexão com o interior no itinerário do café (BADARÓ, 1996).

por quase três décadas, a organização do espaço urbano de Campinas.

Porém, atrelado ao grande referencial urbanístico de Campinas, havia o interesse de expandir a cidade, o qual era compartilhado, além do poder público, pelas frações do capital local, notadamente os proprietários de terras e os empresários do setor imobiliário e da construção civil (CARPINIERO, 1996).

Dessa forma, a partir da década de 1930, o desenvolvimento desse processo foi norteado por um profundo mecanismo de intervenção da terra no município, comandado pelas práticas de produção, apropriação e consumo do espaço urbano, assim como, pelas contradições inerentes a esse processo que determinaram a configuração espacial da morfologia urbana, não apenas da bacia do córrego Proença, como de toda a cidade de Campinas.

Esse mecanismo insere-se no contexto da lógica capitalista de produção urbana, cuja dinâmica é permeada por diferentes escalas de relações que norteiam as necessidades de produção e reprodução da acumulação capitalista, as quais são engendradas por agentes sociais que produzem e consomem espaço por meio de ações complexas que incluem práticas que levam a um constante processo de reorganização espacial que se faz por meio da incorporação de novas áreas ao espaço urbano, densificação do uso do solo, deterioração de certas áreas, renovação urbana, relocação diferenciada da infra-estrutura e mudança do conteúdo social e econômico de determinadas áreas da cidade (CORREIA, 1992).

Nesse contexto, o objeto de estudo dessa pesquisa é a bacia de drenagem do córrego Proença, situada nas imediações da área central da cidade de Campinas – SP que, em função de um modelo de planejamento, associado a uma lógica especulativa imobiliária, atrelada ao poder local, acabou por gerar um intenso e denso processo de urbanização na bacia. Esta situação, associada às características e propriedades do espaço natural na bacia gerou situação de risco, no caso, as enchentes.

A bacia do córrego Proença – atualmente caracterizada pela densa urbanização e por problemas ambientais, onde se destacam as enchentes – está inserida em um processo em que os elementos que compõem a lógica capitalista de produção urbana se fizeram presentes na história de sua urbanização, particularmente, após no início da década de 1940, quando se iniciou a incorporação de suas várzeas ao espaço urbano de Campinas, com as primeiras obras de retificação e canalização do córrego Proença.

Essas obras viabilizaram o processo de especulação imobiliária com a valorização das terras das antigas propriedades fundiárias situadas na área que compreende a bacia, que a partir de então passaram a ser parceladas para constituição de loteamentos habitacionais.

Com isso, desencadeou-se um intenso processo de intervenções no meio físico-natural da bacia que, associado à estruturação dos bairros, resultou em constantes situações de risco com as enchentes, eventos que se tornaram mais frequentes a partir da década de 1970 e que culminou no mês de fevereiro de 2003, em um dos mais graves episódios de enchente, quando foi registrado em um período de 24 horas, aproximadamente 140 mm de chuva, dos quais, 104 mm concentraram-se em um período de quarenta minutos (CEPAGRI/UNICAMP).

Com uma área aproximada de 15 Km², a bacia de drenagem do córrego Proença, situada entre as coordenadas 7463.000 e 298.000 UTM e, 7460.000 e 301.000 UTM, além dos bairros constituídos a partir da década de 1940 possui também uma relação histórica com a origem do município de Campinas por abranger do seu sítio histórico. Atualmente os principais bairros situados na área compreendida pela bacia do córrego Proença são: Jardim Baronesa, Jardim Guarani, Jardim Itatiaia, Jardim Paraíso, Jardim Proença, Jardim Santa Eudóxia, Jardim São Fernando, Nova Campinas, Vila Lemos, Cambuí (parcialmente), Ponte Preta (parcialmente), além de parte do centro histórico.

3. A Fragilidade Potencial do Relevo na Bacia do Córrego Proença

Para a caracterização da fragilidade potencial da bacia de drenagem do córrego Proença foram utilizados alguns índices morfométricos e hidrográficos, como densidade de drenagem, comprimento de vertentes, declividades e hierarquia fluvial. Para tanto parte-se do princípio de que as bacias de drenagem constituem-se em sistemas abertos compostos de sub-sistemas que são as sub-bacias, e que cada qual apresenta um padrão de interação espaço-temporal entre os elementos constituintes da geosfera assim como de circulação da água em seu interior, o que conduz a padrões de morfogênese e formas resultantes, com maior ou menor suscetibilidade à erosão.

A partir desse princípio, acredita-se que os índices morfométricos e hidrográficos representam uma certa característica de interação e integração dos elementos da geosfera (rocha, clima, vegetação, relevo, solo), podendo ser utilizados para a análise da fragilidade potencial do relevo, representando assim uma certa arquitetura dos limiares da paisagem a partir da integração da geosfera (ROSS, 1994).

3.1 Densidade de Drenagem (Km/Km²)

A densidade de drenagem correlaciona o comprimento total dos canais de escoamento com a área da bacia hidrográfica. O cálculo da densidade de drenagem é importante na análise das bacias hidrográficas, visto que, apresenta relação inversa com o comprimento dos rios. À medida que aumenta o valor numérico da densidade há diminuição quase proporcional do tamanho dos componentes fluviais das bacias de drenagem (CHRISTOFOLETTI, 1980).

A densidade de drenagem relaciona-se com o escoamento superficial, gerando condições que refletem da relação entre a intensidade de fluxo de superfície e subsuperfície, com a infiltração. Outro fator relevante é que em um mesmo ambiente climático, o comportamento das rochas repercute na densidade de drenagem. Nas rochas (e regolitos) onde a infiltração é mais dificultada, há maior escoamento superficial, gerando possibilidades maiores para a esculturação de canais e consecutiva densidade de drenagem mais elevada (CHRISTOFOLETTI, 1980).

O cálculo da densidade de drenagem se dá por meio da seguinte equação:

$$Dd = L/A$$

Sendo:

Dd = Densidade de Drenagem

L = Comprimento do canal

A = Área da bacia

Após estabelecer-se a relação do comprimento do canal pela área da sub-bacia (CHRISTOFOLETTI, 1980), chegou-se à densidade de drenagem de cada uma das sub-bacias.

De acordo com os valores obtidos, estabeleceu-se quatro intervalos de classes: < 0,003 Km/km² equivalendo à baixa densidade; 0,003 a 0,005 Km/km² equivalendo à média densidade; 0,005 a 0,01 Km/km² equivalendo à alta densidade e, > que 0,01 Km/km² equivalendo à densidade muito alta.

Posteriormente, agrupou-se as sub-bacias aos seus respectivos intervalos de classe (quadro 1).

Intervalo	Número Absoluto	(%)
< 0,003	34	13
0,003 - 0,005	73	28
0,005 - 0,01	97	37
> 0,01	56	22

Quadro 1: Distribuição absoluta e percentual da densidade de drenagem na bacia do Córrego Proença

Fonte: Luís Ribeiro V. Filho - Trabalho de gabinete - Janeiro 2005

Assim, os resultados do trabalho realizado na bacia do córrego Proença mostram que a densidade de drenagem das 260 sub-bacias se distribui da seguinte forma: 13% apresentam baixa densidade; 28% média densidade; 37% alta densidade e, 22% apresentam densidade de drenagem muito alta.

Esses dados mostram que há um predomínio das sub-bacias com densidades alta e média, que juntas representam 65% do total. Somando-se ainda os dados para sub-bacias com densidade muito alta, perfaz-se um total de 87%.

Por outro lado, apenas 13% das sub-bacias apresentam baixa densidade, correspondendo às áreas pouco dissecadas. Em contrapartida, as áreas onde predominam as densidades média, alta e muito alta o relevo é mais dissecado, correspondendo às áreas de média e baixa vertentes.

Observa-se que no setor de alto curso, onde estão situados os bairros Jardim Baronesa, Jardim Itatiaia, Jardim Santa Eudóxia e Jardim São Fernando, as densidades de drenagem alta e muito alta são especialmente mais desenvolvidas e estão associadas ao tipo de relevo que apresenta maior potencialidade para o desenvolvimento de processos erosivos e, portanto, maior fragilidade potencial do relevo.

Associando-se estas características ao alto grau de impermeabilização e densidade de ocupação do solo urbano significa que ao ocorrer um episódio de precipitação, essas condições de maior densidade de drenagem, portanto maior dissecção, e encostas mais curtas e declivosas poderão favorecer não somente o aumento da vazão, mas também da energia potencial da água de escoamento superficial, conseqüentemente implicando em uma maior fragilidade do ambiente que se reflete na ocorrência de riscos à erosão, assoreamento dos canais e até mesmo risco às enchentes.

3.2 Hierarquia Fluvial

Segundo CHRISTOFOLETTI (1980) a hierarquia fluvial consiste no processo de classificação de curso d'água (ou da área drenada que lhe pertence) no conjunto total da bacia hidrográfica na qual se encontra. Isso é realizado com a função de facilitar e tornar mais objetivo os estudos morfométricos (análise linear, areal e hipsométrica) sobre as bacias hidrográficas.

Genericamente pode-se dizer que quanto maior a participação percentual de canais de primeira ordem, maior deverá ser a fragilidade potencial do relevo, pois a drenagem de primeira ordem indica uma maior instabilidade do ambiente, uma vez que a mesma representa os setores de desenvolvimento das bacias de drenagem e onde os processos morfodinâmicos associados à dissecação são mais intensos. A instalação da drenagem de primeira ordem e seu desenvolvimento, está relacionada às variações do perfil de equilíbrio do canal principal ou mesmo à influências litoestruturais, estruturais e às variações climáticas ao longo do quaternário.

Para a hierarquização dos canais na bacia de drenagem do córrego Proença foi utilizada a proposta de STRAHLER (1953, apud CHRISTOFOLETTI, 1980) em que neste processo foram hierarquizados canais perenes e intermitentes. Desse processo resultou que, 82,2% dos canais fluviais são de primeira ordem; 12,3% de segunda ordem; 3,7% de terceira ordem e, 1,3% e 0,5% são canais de quarta e quinta ordem respectivamente (quadro 2).

Ordem	(%)
1ª	82,2
2ª	12,3
3ª	3,7
4ª	1,3
5ª	0,5

Quadro 2: Distribuição percentual da hierarquia fluvial na bacia de Córrego Proença

Fonte: Luís Ribeiro V. Filho - Trabalho de gabinete - Janeiro 2005

Observando-se o Quadro 2, fica evidente o predomínio de canais de 1ª ordem (82,2%) que indica um relativo processo de dissecação do relevo.

A maior frequência de drenagens de 1ª ordem no alto curso onde estão localizados os bairros Jardim Baronesa, Jardim Itatiaia, Jardim Santa Eudóxia e Jardim São Fernando (caracterizados pelo sistema de autoconstrução) onde há maior predominância espacial de densidades de drenagem alta e muito alta.

Estes canais de 1ª ordem correspondem a sistemas naturais caracterizados pela maior fragilidade considerando-se o aspecto que representa os pontos de erosão regressiva dos perfis longitudinais e conseqüentemente o desenvolvimento areal da bacia como um todo. Atrelado a este fato, as cabeceiras correspondem a pontos de exfiltração do aquífero e conseqüente abastecimento dos canais fluviais, fato que deveria indicar uma extrema preocupação ambiental por parte dos planejadores urbanos pois um aumento da densidade urbana associado ao maior escoamento da água superficial pode acarretar a intensificação de processos erosivos nas cabeceiras de drenagem, com maior assoreamento para os canais, podendo resultar em situações de enchentes, ou mesmo na instabilidade das construções.

Outro aspecto relevante diz respeito à densa urbanização que pode acarretar uma diminuição da vazão dos "olhos d'água" ou até na extinção dos mesmos devido aos impactos provocados no gradiente hidráulico advindos da urbanização, o que além de trazer prejuízos ambientais com a diminuição das águas nos canais, poderá provocar um reajuste no sistema canal-encosta, com processos erosivos nas encostas.

3.3 Comprimento das Vertentes

Uma das principais variáveis do relevo que condicionam a ação exercida pelas águas pluviais durante o processo erosivo é o comprimento das vertentes.

De acordo com CHRISTOFOLETTI (1980), o comprimento da superfície da vertente corresponde à soma dos comprimentos das superfícies dos segmentos que unem os diversos pontos plotados para o levantamento do perfil. Visto que as vertentes podem ser tomadas como exemplos de sistemas morfológicos, este índice torna-se importante para a compreensão da dinâmica do ambiente.

Segundo VITTE (1997), experiências têm demonstrado que o aumento do comprimento da vertente age no sentido de acentuar a erosão dos solos, pois na medida em que elas são mais longas, aumenta o volume de água que se escoia através de uma seção transversal da vertente e, evidentemente, sua capacidade de remover detritos. Da mesma forma, quanto mais longo o caminho percorrido pela água sobre a superfície, maior é a possibilidade que ela tem de infiltrar ou evaporar.

Assim, os resultados do trabalho realizado na bacia de drenagem do córrego Proença mostram que as vertentes com comprimentos inferiores a 100 metros e entre 100 e 200 metros são predominantes, representando respectivamente, 53% e 33% do total. Dentre as demais, 10% possuem comprimento entre 200 e 300 metros; 2,9% entre 300 e 400 metros; 1,0% entre 400 e 500 metros e 0,1% acima de 500 metros (quadro 3).

Intervalo	Número Absoluto	(%)
< 100	403	53,0
100 - 200	249	33,0
200 - 300	77	10,0
300 - 400	22	2,9
400 - 500	8	1,0
> 500	1	0,1

Quadro 3: Distribuição absoluta e percentual da densidade de drenagem na bacia do Córrego Proença

Fonte: Luís Ribeiro V. Filho - Trabalho de gabinete - Janeiro 2005

Conforme mostra o quadro 3, respectivamente, as vertentes que apresentam comprimento inferior a 100 metros representam 53% do total das vertentes da bacia e apresentam-se especialmente concentradas nos setores de média e baixa vertente acompanhando linearmente o canal principal do Proença e seus principais tributários.

Outra observação importante é que há uma maior concentração e distribuição espacial das vertentes com menos de 100 metros no alto curso do Proença, particularmente nos bairros, Jardim Baronesa, Jardim Itatiaia, Jardim Santa Eudóxia e Jardim São Fernando, fato que correlacionado com a densidade de drenagem e a hierarquia fluvial demonstram que esta área merece uma forte preocupação por parte dos planejadores urbanos em Campinas, devido a sua elevada fragilidade potencial.

3.4 O mapeamento Clinográfico

De acordo com BERTONI e LOMBARDI NETO (1990) o grau de declive de um terreno está diretamente relacionado ao volume e à velocidade das águas pluviais que escoam pelas vertentes, uma vez que a declividade representa a inclinação da superfície de um terreno em relação ao plano horizontal.

A declividade pode ser medida em graus (0 a 90°) ou em porcentagem (%) utilizando-se os dados altimétricos de uma carta topográfica e traçando um

plano tangente a esta superfície num determinado ponto, a declividade corresponderá à inclinação deste plano em relação ao plano horizontal.

Em uma bacia hidrográfica a declividade dos terrenos influi diretamente na velocidade do escoamento superficial, afetando o tempo de concentração, os picos das enchentes, a maior ou menor infiltração, influenciando desta forma, a rapidez com que ocorre o escoamento sobre os terrenos da bacia. Daí a importância do grau de declividade na análise da dinâmica dos elementos que compõem uma bacia (FRAISOLI, 2005).

O mapeamento das declividades da bacia do córrego Proença foi elaborado em meio digital utilizando-se a carta topográfica base onde as curvas de nível correspondentes à área da bacia foram digitalizadas e cotadas em AutoCAD2000. A base digitalizada foi transportada para o software ArcView GIS 3.2 onde foi gerado o mapa de declividades. Este procedimento agilizou o trabalho, uma vez que a geração manual deste mapa é bastante complexa.

Os resultados demonstram que na bacia do córrego Proença predominam as declividades até 10°. Observa-se também que as declividades superiores a 10° concentram-se predominantemente nas médias e baixas vertentes.

As maiores declividades, acima de 20°, embora não sejam predominantes na bacia, encontram-se mais concentradas no alto curso do Proença, onde estão situados os bairros Jardim Itatiaia, Jardim Baronesa, Jardim Santa Eudóxia e Jardim São Fernando, demonstrando uma forte correlação entre as maiores declividades, a densidade de drenagem, a hierarquia fluvial e o comprimento das vertentes, indicando que este setor apresenta uma alta fragilidade potencial do relevo, chamando a atenção para programas de planejamento urbano (arruamentos, avenidas, parques) no sentido de evitar erosão nas encostas e assoreamento dos canais, de tal forma a não comprometer os setores de médio e baixo curso com sedimentos, para que com isso se amenize provável problema de enchentes.

4. Considerações finais

Correlacionando-se os índices morfométricos calculados para a bacia do córrego Proença pode-se aventar algumas conclusões que interessam diretamente às reflexões sobre a fragilidade do relevo

e o conseqüente risco ambiental, no caso específico deste trabalho, o risco às enchentes.

Inicialmente o que chama a atenção em termos de fragilidade são os setores de média e baixa vertentes de toda a bacia, preferencialmente as que acompanham o canal principal do Proença e de seus principais tributários, onde há uma forte correlação entre densidade de drenagem, hierarquia fluvial, declividade e comprimento das vertentes.

Esses setores de média e baixa vertente caracterizam-se por apresentar rampas de pouca extensão de comprimento, maior densidade de drenagem, as maiores declividades, e também estão associados à maior frequência de canais de 1ª ordem. Estes dados indicam uma maior fragilização deste ambiente em relação aos topos, que se apresentam extensos e aplainados, com exceção dos topos do setor de alto curso, particularmente nos bairros Jardim Baronesa, Jardim Itatiaia, Jardim Santa Eudóxia e Jardim São Fernando, que são mais dissecados.

As vertentes caracterizam-se por apresentarem uma quebra de gradiente entre a alta e a média e baixa encosta está associada à controle estrutural, e às variações litológicas e de fácies da Formação Itararé e ao contato litológico entre as sedimentares do Itararé com os gnaiesses bandados.

Esta associação entre variação litoestrutural, a estrutura e os níveis de aplainamento condicionam as características da vertente fazendo com que o topo e a alta encosta registrem influências dos processos de aplainamento do Plio-Plistoceno (NAKASHIMA, 1973) e a passagem da alta encosta para os setores de média e baixa encosta seja marcada por uma ruptura do perfil da encosta na cota 700m de altitude, em que a partir daí em direção ao fundo do vale a vertente caracterize-se por possuir rampas curtas, declivosas e seja o nicho de nascentes perenes ou pontos de incisão de canais intermitentes, que associados, colaboram para o aumento da fragilidade potencial do relevo.

No alto curso do Proença, mais especificamente nos sítios dos bairros Jardim Baronesa, Jardim Itatiaia, Jardim Santa Eudóxia e Jardim São Fernando, a correlação entre os índices morfométricos demonstra que esse setor caracteriza-se por apresentar uma elevada fragilidade potencial do relevo, pois nesse setor há uma forte incidência de densidade de drenagem e que apresenta maior dominância espacial, além do que, apresenta relativamente nos setores de alta vertente uma maior frequência de canais de 1ª ordem, fazendo com que os topos sejam

mais dissecados e praticamente não apresentem vestígios de aplainamento.

A correlação entre estas propriedades morfométricas e hidrográficas, demonstram que este setor do alto curso do Proença apresenta uma alta fragilidade potencial e alto risco aos processos erosivos nas encostas.

Assim, ao analisar os dados morfométricos obtidos para a bacia do córrego Proença, percebe-se que a relação entre os mesmos possibilita a interpretação da dinâmica hidrológica atual da bacia.

Dessa forma, nas áreas de alta vertente, os topos são aplainados e as rampas são longas. Conseqüentemente, nessas áreas predominam as baixas declividades, onde a energia potencial é baixa, o que revela a existência de terrenos menos dissecados e menor densidade de drenagem.

Por outro lado, essa condição propicia o aumento do volume de vazão. Assim, a água da enxurrada ao atingir as rampas curtas e declivosas das médias e baixas vertentes, propicia uma energia potencial grande, resultando em uma maior dissecação do terreno pelos canais de primeira ordem e, por conseqüência, maior densidade de drenagem.

A associação entre o volume de água e a energia potencial resulta em uma enorme capacidade de promover efeitos adversos com o carreamento de todo tipo de sedimento para as áreas mais baixas da bacia. Somando-se a isso, as intervenções provenientes da urbanização como a impermeabilização do solo e as obras estruturais nos canais de drenagem, estas áreas tornam-se altamente suscetíveis aos problemas socioambientais, como é o caso da enchente no episódio ocorrido no dia 17 de fevereiro de 2003 na bacia do córrego Proença, quando foi registrado um volume total de 140 mm em 24 horas, sendo que nos quarenta minutos iniciais o volume de precipitação atingiu 104 milímetros.

Assim, estas características morfométricas, associadas ao processo de produção do espaço urbano, ao padrão de uso e à morfologia urbana podem viabilizar ou mesmo intensificar processos morfogenéticos do sítio urbano levando à situações de aumento da fragilidade potencial e de risco ambiental na bacia do córrego Proença.

Bibliografia

- BADARÓ, Ricardo de Souza Campos (1996) – *Campinas: o despontar da modernidade*. Campinas, Área de publicações Cnu/Unicamp, 161p .
- BERTONI, José e LOMBARDI NETO, Francisco (1990) – *Conservação do solo*. São Paulo. SP. Ícone, 355p.
- CAMPOS, Cândido Malta (2002) – *OS Rumos Da Cidade: urbanismo e modernização em São Paulo*. São Paulo, Senac, 660 p.
- CARLOS, Ana Fani Alessandri (1994) – *A (re) produção do espaço urbano*. São Paulo: Edusp, 270p.
- CARPINTERO, Antonio Carlos Cabral (1996) – *Momento de Ruptura: as transformações no centro de Campinas na década dos cinquenta*. . Campinas, Área de publicações Cnu/Unicamp, 91p.
- CASIELLS, Manuel (1993) – *A questão urbana*. (Trad. Arlete Caetano) Paz e Terra. Rio de Janeiro, 506p.
- CHRISTOFOLETTI, Antônio (1980) – *Geomorfologia*. São Paulo, Edgard Blücher, 2ª edição, 188p.
- CORREIA, Roberto Lobato. (1992) O espaço urbano. In: ABREU, Mauricio de Almeida (org.) (1992) – *Natureza e Sociedade no Rio de Janeiro*. vol. 21. Rio de Janeiro, Secretaria Municipal de Cultura, Turismo e Esportes, (Coleção Biblioteca Carioca), p. 10-31.
- CUSTÓDIO, Vanderli (2001) – *A persistência das inundações na grande São Paulo*. Tese de Doutorado. Departamento de Geografia da FFLCH, da Universidade de São Paulo. São Paulo.
- FRAISOLI, Camila (2005) – *Valorização do Espaço e Fragilidade Ambiental: O Caso da Construção do Meio Ambiente Urbano da Bacia do Córrego Santo Antônio, Mogi Mirim (SP)*. Dissertação de Mestrado. Departamento de Geografia do Instituto de Geociências, UNICAMP. Campinas
- GOMES, Marcelo Moreira (2000) – *Expansão Urbana e Impacto Ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Jacaré – RJ*. Dissertação de Mestrado. FFLCH da Universidade de São Paulo. São Paulo.
- GONZÁLEZ, Silvia G – O planejamento Urbano e a construção do risco por inundações na cidade de Buenos Aires. In: OLIVEIRA, Ariovaldo Urbelino de; CARLOS, Ana Fani Alessandri (org.) (2006) – *Geografia das Metrôpoles*. São Paulo. Contexto. p. 467-484.
- GOTTDIENER, Mark (1993) – *A produção social do espaço urbano*. (Trad. Geraldo Gerson de Souza). São Paulo, Edusp.
- HARVEY, David (1980) – *A justiça social e a cidade*. (Trad. Amaro C. da Silva) São Paulo, Hucitec, 291p.
- MATTEDI, Marcos A (1999) – *As enchentes como tragédias anunciadas: impactos da problemática ambiental nas situações de emergência em Santa Catarina*. Tese de Doutorado. IFCH – Instituto de Filosofia, Ciências e Letras da Unicamp. Campinas.
- NAKASHIMA, Paulo (1973) – *Formações Superficiais e Geomorfologia: contribuição à análise da superfície Viracopos, Município de Campinas, SP*. Dissertação de Mestrado, FFLCH-USP, Geografia Física.
- OLIVEIRA, Regina Célia de (1998) – *Medidas não estruturais na prevenção e controle de enchentes em áreas urbanas como subsídios para o planejamento de uso e ocupação do solo: Estudo de Caso: Bacia do Córrego Gregório - São Carlos (SP)*. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo. São Carlos.
- ROSS, Jurandyr Luciano Sanches (1994) – *Análise empírica dos ambientes naturais e antropizados*. In: *Revista do Departamento de Geografia, São Paulo* n° 8, p. 63-74.
- SANIOS, Antonio da Costa (2002) -- *Campinas das origens ao futuro: compra e venda de terra e água e um tombamento na primeira sesmaria da Freguesia de Nossa Senhora da Conceição das Campinas do Mato Grosso de Jundiá (1732 – 1992)*. Campinas, Editora da Unicamp, 395 p.
- TUCCI, C. E. M. Enchentes Urbanas. In: TUCCI, C. E. M. (1993) – *Hidrologia Ciência e Aplicação*. Porto Alegre, Editora da Universidade: ABRH: EDUSP – Coleção ABRH de Recursos Hídricos, vol. 4, p. 621-652.

ULTRAMARI, Clóvis (2005) – *O fim das utopias urbanas*. São Paulo. Studio Nobel, 197p.

114

VILLAÇA, Flávio. Uma contribuição para a história do planejamento urbano no Brasil. In DEÁK, Csaba e SCHEFFER, Sueli Ramos (org.) (1999) – *O processo de urbanização no Brasil*. São Paulo. EDUSP.

VITTE, António Carlos (1997) – Metodologia para Cálculo de Perdas de Solo em Bacias de Drenagem. *Bol. Par. de Geociências*, nº 45, p. 59-65.

VITTE, António Carlos e GUERRA, António José Teixeira (org.) (2004) – *Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil*. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 280p.

Sítios na internet

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso 20 Jan. 2006

SILVEIRA PINHO, Hilton. (2005) – *Caracterização de Fenômenos Extremos na Região de Campinas*. Disponível em <http://orion.cpa.unicamp.br/portal/index.php>. Acesso em 05 fev.