

2.4 O planejamento da ocupação urbana integrado à preservação e à gestão dos recursos hídricos locais

*Fábio Luiz Mação Campos**

1 Introdução

Os processos de ocupação urbana são uma realidade em, praticamente, todas as partes do planeta e é comum observar ocupações sem harmonia com o ambiente do entorno, sobretudo no que diz respeito aos recursos hídricos. Nas cidades, como os recursos naturais são adquiridos por meio da compra (energia, água, alimentos), as comunidades urbanas normalmente não zelam pela qualidade desses recursos e, muitas vezes, apropriam-se de forma ilegal e/ou irresponsável das fontes disponíveis, prejudicando, substancialmente, sua qualidade de vida e bem-estar.

Este trabalho fará um ensaio de identificação das características hidrográficas e hidrológicas de uma área de expansão urbana que dispõe de relativa facilidade de recursos hídricos que poderiam ser amplamente utilizado para fins não predatórios ou mesmo para abastecimento. Porém, o modelo de ocupação que vem ocorrendo contribui, de maneira cada vez mais agressiva, para a degradação das superfícies d'água e da qualidade do ambiente em geral. Como o trabalho consiste num ensaio, a região foi escolhida por dispor de dados cartográficos em escala adequada para sua realização e por responder, didaticamente bem, aos fins propostos.

O caso que pretendemos analisar refere-se a uma área delimitada por um quadrilátero regular de 4 km² de área, localizada numa área de expansão urbana, onde encontraremos características que são comuns a diversas regiões metropolitanas e cidades médias e grandes do Brasil. Antes do início da ocupação, a área abrigava vegetação típica de Mata Atlântica, assentada sobre um terreno de estrutura cristalina e relevo dissecado pelos pequenos cursos d'água que a cruzam ou ali nascem. A devastação da região, para expansão do cultivo, não durou muito e, pelas características hidrológicas e pedológicas, a vegetação não se regenerou integralmente, mantendo-se, até hoje, rasteira, servindo de pastagem para o gado, que divide espaço com as ocupações urbanas.

* Geógrafo pela Universidade Federal do Espírito Santo. Geógrafo da Prefeitura de Cariacica/ES. Mestrando do Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental do CEFET Campos.

A ocorrência de ocupações urbanas clandestinas e loteamentos irregulares – ocorridos a partir da década de 1980, quando a região passava por um grande déficit habitacional devido ao fluxo migratório que a ela se dirigia e onde as condições precárias da população imigrante não possibilitavam construções de bom nível e nem investimentos em infra-estrutura básica. A omissão do poder público e o antiético oportunismo de empresários do setor imobiliário permitiram que as frentes de ocupação urbana avançassem rapidamente, sem que fossem observados padrões urbanísticos nem ambientais, o que provocou uma rápida degradação dos recursos hídricos locais. A análise dos dados hidrográficos, morfológicos e morfométricos nos mostrará os principais fluxos d'água em vertentes, assim como os locais propensos à retirada e deposição de sedimentos, gerando, intuitivamente, uma carta de fragilidade hídrica à ocupação urbana, possibilitando o início do traçado de diretrizes para uma ocupação ambientalmente adequada e para preservação dos recursos hídricos.

O trabalho utilizar-se-á de ferramentas dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG's), para fazer suas análises, mas confirma, desde já, que estes sistemas, por si só, não são capazes de responder a todas as especificidades e complexidades de estudos deste porte.

2 Objetivos

2.1 Geral

Elaborar, por meio de uma metodologia simples e prática, um zoneamento para área de expansão urbana, com vistas ao planejamento urbano, a partir das informações cartográficas disponíveis.

2.2 Específicos

Demonstrar as possibilidades de geração de novas informações por meio de dados cartográficos.

Traçar diretrizes básicas para o planejamento urbano, garantindo a preservação e recuperação dos recursos hídricos locais.

Prevenir a ocorrência de eventos indesejados relacionados aos recursos hídricos.

3 Caracterização da área

3.1 Localização

Trabalhou-se numa área delimitada por um polígono de 4 km², localizado no sul do município de Cariacica/ES, nas proximidades do Bairro Padre Gabriel. A região caracteriza-se como zona de expansão do município, desde o final da década de 1970, tendo sido alvo de loteamentos ilegais e irregulares, e ainda, de ocupações por grupos de sem teto que deram origem ao principal bairro da região.

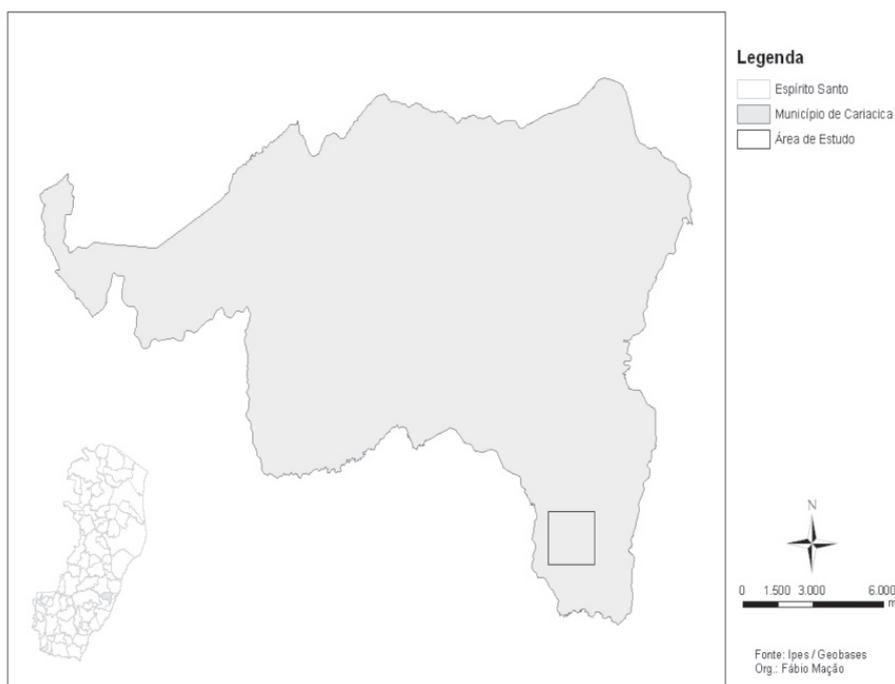


Figura 1: Localização da Área e do Município de Cariacica

Fonte: IPES/ Geobases (2006).

3.2 Caracterização física

A área em estudo caracteriza-se, geologicamente, pela transição de uma unidade denominada complexo Paraíba do Sul – datada do pré-cambriano e

composta por rochas magmáticas e metamórficas – com unidade composta por sedimentos flúvio-lagunares do período quaternário, era Cenozóica.

Ambas as unidades co-evoluíram por meio do constante fluxo de sedimentos e da combinação dos processos fluviais e pluviais que modelam as vertentes, dando-lhes um equilíbrio dinâmico e fazendo com que o relevo apresente morfologia semelhante aos tabuleiros litorâneos com colinas de topos planos que chegam a 56 m acima do nível do mar, em contraste com os fundos de vale que partem de 2 m, demonstrando um processo de dissecação em curso.

Apesar da forma aparente dos tabuleiros litorâneos, os solos marcam uma diferença importante das duas unidades geológicas. Por terem evoluído sobre rochas cristalinas, em combinação com úmido clima tropical atlântico, os solos se apresentam pouco desenvolvidos, relativamente rasos, classificados como Podzólico Vermelho-Amarelo Álico¹ nas vertentes e topos de morros e montanhas, e Podzólicos Hidromórficos nos fundos de vale e nas faces de exfiltração.

Tipos de solo

- *Solo Podzólico Vermelho*: tipo de solo de coloração avermelhada (há existência de solos podzólicos vermelho-amarelado), característico de regiões florestais úmidas. É um solo de ordem zonal (em que os fatores clima e vegetação são determinantes para sua formação bem definida). Tem profundidade mediana e uma fertilidade boa, por isso é bom para a agricultura;
- *Solo Podzólico Vermelho-Amarelo*: tipo de solo de coloração predominantemente avermelhada, característico de regiões florestais úmidas. É um solo de ordem zonal (em que os fatores clima e vegetação são determinantes para sua formação bem definida). Tem profundidade mediana e uma fertilidade boa para a agricultura;
- *Solo Podzólico Hidromórfico*: solo desenvolvido sobre a influência de lençóis freáticos, em áreas de clima úmido e relevo plano; tem fertilidade natural muito variada. De forma geral tem coloração acinzentada.

Fonte: BRAGA, Benedito et. al. *Introdução à Engenharia Ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável*. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

¹ Solos álicos são aqueles que contêm elevados teores de alumínio, sendo, conseqüentemente, ácidos e apresentando queda de fertilidade.



Figura 2: Aspecto da área de estudo: vales dissecados e topos planos
Foto: Fábio Mação, 2006.

4 Materiais e métodos

A matéria-prima para realização do trabalho foi uma restituição fotogramétrica na escala 1:2000 realizada em 1998, que permitiu a geração de curvas de nível com equidistância de 1 metro, e dos cursos d'água que serviram para estimar os parâmetros morfológicos e morfométricos, além de uma imagem de satélite Ikonos do ano de 2004, com resolução espacial de 1m. Os dados levantados por meio destas fontes foram verificados em campo a fim de garantir ajustes que fossem necessários devido à defasagem das informações. Além destes foram utilizadas informações disponíveis em documentos disponibilizados pela Prefeitura de Cariacica. Os dados foram trabalhados no *software* ArcGis 9.1, escolhido por seu dinamismo na análise de informações e por se encontrar prontamente disponível para utilização.

A partir das curvas de nível, foi gerado um modelo numérico do terreno (MNT), a partir do qual, mas ainda com o auxílio das curvas de nível, dos cursos d'água e mananciais restituídos, foi possível gerar mini-bacias hidrográficas

– assim chamadas aqui por não contemplarem as definições de micro-bacias. Com estas informações, também foi possível mapear as vertentes e classificá-las de acordo com suas características morfométricas em retilíneas, côncavas e convexas, fornecendo-nos parâmetros úteis para mapear os principais fluxos de água e sedimentos por meio de escoamento superficial (*run-off*).

O segundo procedimento foi, a partir da imagem de satélite e das observações de campo, gerar um mapa de uso e ocupação do solo. Este mapa irá auxiliar na formulação de diretrizes para planejamento da expansão urbana, mas também será útil nos pareceres acerca dos parâmetros hidrológicos, sobretudo relativos a taxas de infiltração e escoamento.

Outra etapa importante do trabalho consistiu em observar os parâmetros legais de ocupação frente aos recursos hídricos e às características topográficas, considerando a existência de legislação específica sobre as áreas de preservação permanente: Código Florestal (BRASIL, 1965), Resolução CONAMA nº 303/ 2002 (BRASIL, 2002), e a legislação urbanística - Lei nº 6.766/1979 (BRASIL, 1979).

De posse dos mapas gerados, partiu-se então para a delimitação das unidades de análise. As primeiras unidades geradas foram as mini-bacias hidrográficas, num total de nove.

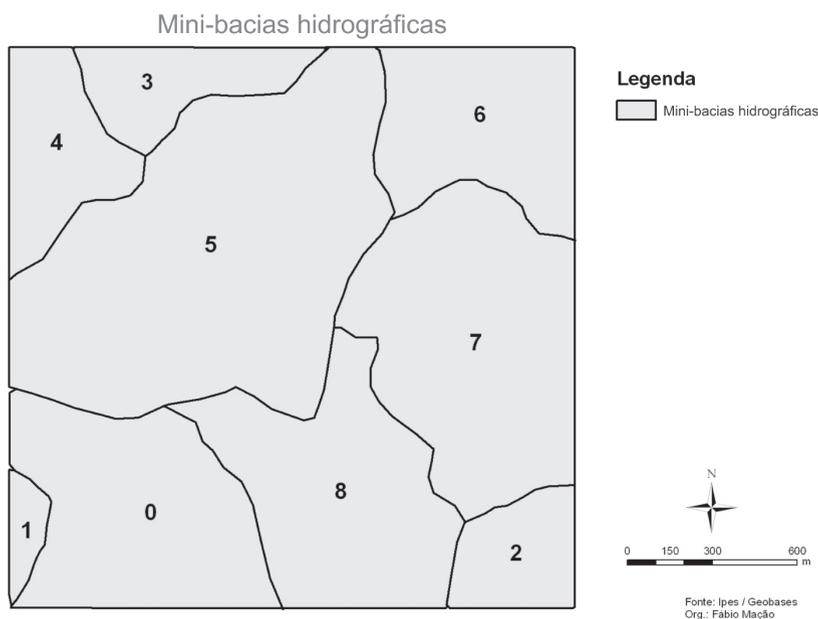


Figura 3: Mini-bacias hidrográficas

Fonte: IPES/Geobases (2006).

Outra importante unidade de análise gerada foi o mapa de uso e ocupação do solo. A área de estudo foi classificada em nove classes: Loteamento de Chácaras, Loteamento desocupado, Loteamento de baixa ocupação, Loteamento de média ocupação, Loteamento de alta ocupação, Mata Ciliar/ Capoeira, Pastagem, Solo Exposto e Água.

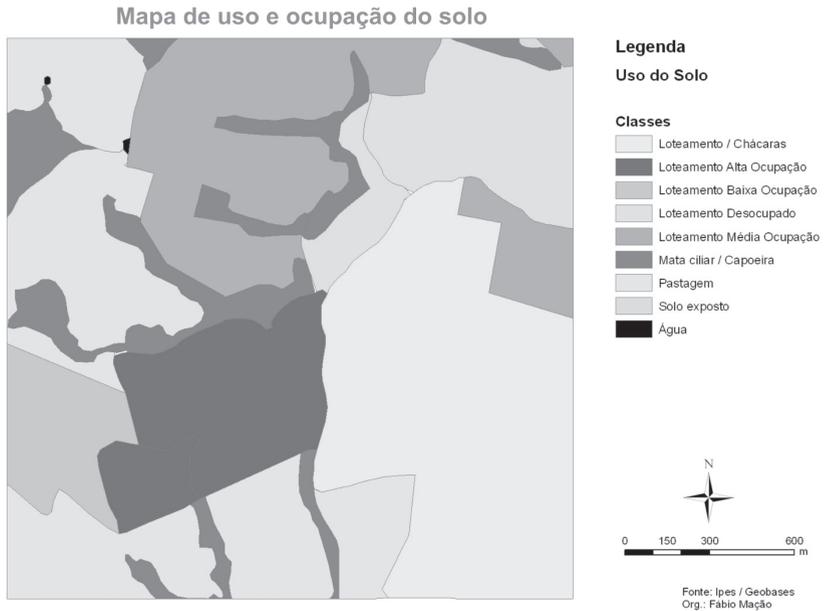


Figura 4: Mapa de uso e ocupação do solo
Fonte: IPES/Geobases (2006).

A partir do MNT e das funções da extensão *hidrology* do ArcGis 9.1, foi possível gerar um mapa de área de acumulação, mapeando-se, assim, as áreas mais propícias à forte acumulação de águas e sedimentos plúvio-fluviais, em períodos de precipitação intensa, de acordo com os aspectos indicados por Christofeletti (1981). Como as características da bacia, quanto ao uso e ocupação do solo, são de extrema influência no acúmulo de água, foi feita a interseção entre as bacias hidrográficas e o mapa de uso e ocupação do solo, atribuindo a cada uso de solo uma taxa de infiltração inspirada em Pinto (1976) e gerando uma taxa de infiltração ponderada de cada mini-bacia.

Tabela 1
Taxas de infiltração adotadas

Tipo de uso	Taxa de infiltração
Pastagem	0,7
Mata ciliar / Capoeira	0,85
Loteamento alta ocupação	0,3
Loteamento média ocupação	0,45
Loteamento baixa ocupação	0,4
Loteamento / Chácaras	0,65
Solo exposto	0,6
Loteamento desocupado	0,5

Fonte: Adaptado de Pinto (1976).

Tabela 2
Taxas ponderadas de infiltração e área das Mini-bacias

Mini-bacia	Taxa ponderada de infiltração	Área (ha.)
0	0,51	54,17
1	0,61	4,65
2	0,65	16,25
3	0,50	18,60
4	0,56	23,50
5	0,57	117,20
6	0,58	38,63
7	0,59	71,69
8	0,60	55,23

Fonte: Campos, F. L. M., 2006.

Suscetibilidade a enchentes –
Segundo a área de acumulação para períodos de precipitação intensa

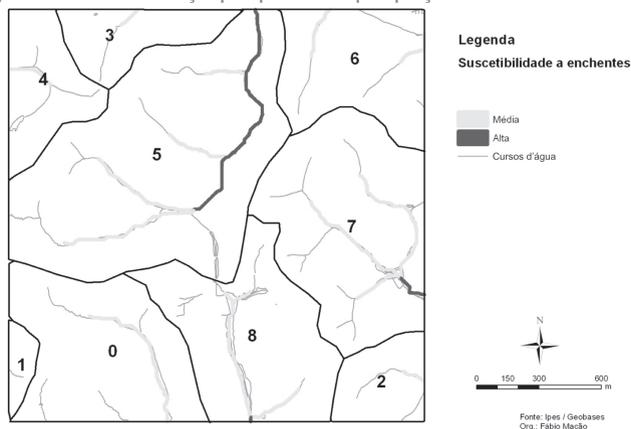


Figura 5: Trechos de canais com suscetibilidade a enchentes

Fonte: IPES /Geobases (2006).

Foram geradas, ainda, duas cartas de impedimento legal a ocupação, uma baseada na topografia - Lei nº 6.766/1979 (BRASIL, 1979) -, que impede o parcelamento do solo em áreas com declividade superior a 30%; outra, considerando as áreas de preservação permanente (APPs), conforme indica a Resolução CONAMA nº 303/ 2002 (BRASIL, 2002), que estabelece 30 metros a partir das margens de córregos e 50 metros a partir das nascentes.

Áreas com declividade superior a 30% (área não parcelável)

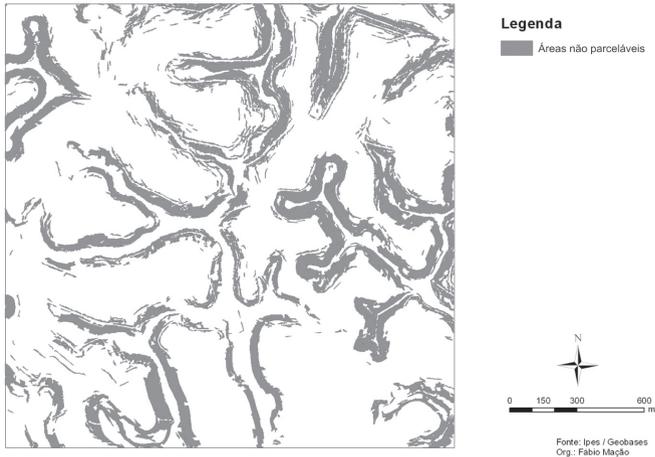


Figura 6: Áreas não parceláveis (declividades superiores a 30%)
Fonte: IPES /Geobases (2006).

Áreas de Preservação Permanente

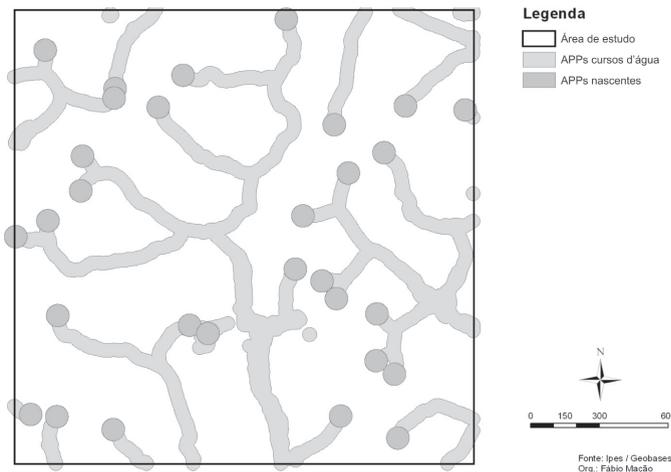


Figura 7: Áreas de Preservação Permanentes em torno dos cursos d'água
Fonte: IPES/Geobases (2006).

Por fim, para incluir uma ressalva em relação aos processos morfodinâmicos nas encostas, consideramos as indicações de Cunha e Guerra (2001), sobre os fatores que podem afetar a erodibilidade dos solos: declividade, forma da vertente e comprimento da encosta. Foram, então, mapeadas as vertentes com maior propensão à erosão e movimentos de massas. Estas vertentes apresentaram maior tendência ao desequilíbrio e conseqüentes movimentos de massa, nas condições aqui consideradas, conforme recomendação de Guidicini e Nieble (1984).

Vertentes com maior propensão à movimentos de massa

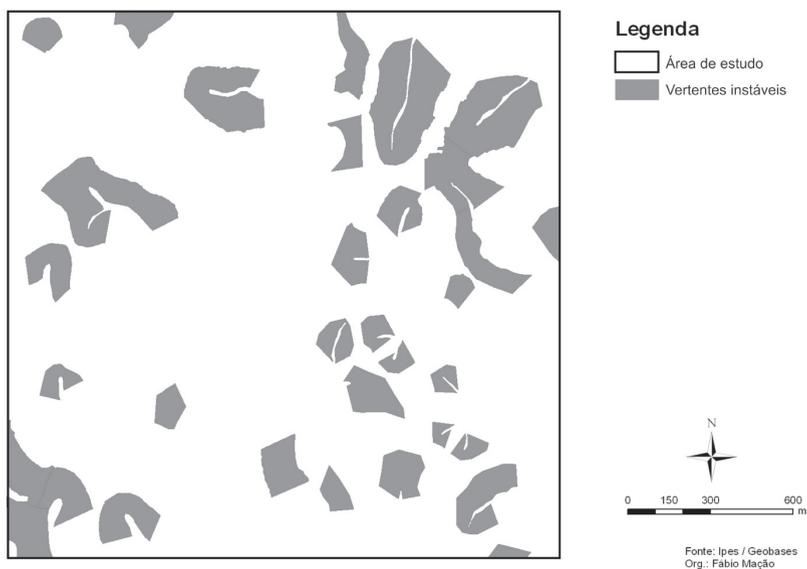


Figura 8: Vertentes com maior suscetibilidade a movimentos de massa
Fonte: IPES/Geobases (2006).

5 Resultados e discussão

A análise das áreas de mananciais e das mini-bacias hidrográficas demonstram que a área de estudo, apesar de sua pequena altitude, figura como um dispersor de águas, o que pode ser explicado pela hidrologia associada a solos relativamente rasos e desenvolvidos sobre rochas metamórficas, possibilitando o armazenamento da água nas fraturas comuns aos gnaisses encontrados na região.

Os índices de ocupação, na atualidade, não são preocupantes quanto aos impactos hidrológicos, porém, devem ser definidos índices de área permeável, considerando as características das mini-bacias. Preferimos não estipulá-los neste trabalho, deixando a oportunidade para quando for possível efetuar um estudo acerca das vazões nos cursos d'água locais.

O inevitável movimento de terra provocado pelo processo de urbanização já se iniciou e deve agravar o processo de assoreamento dos cursos d'água. Aliada a isso, a urbanização deve provocar uma progressiva diminuição das taxas de infiltração. Por isso, desde já, indicamos trechos dos canais que, possivelmente, serão alvos de enchentes em episódios de chuvas intensas e outros trechos que merecem observação devido a sua posição intermediária, por seu potencial de assoreamento e de fornecimento de sedimentos para áreas à jusante.

A alta densidade de drenagem na área de estudo e mesmo as características geológicas, indicam que as respostas do sistema de escoamento subsuperficial serão bastante rápidas, assim como a saturação do solo. Por isso, mesmo não estando a jusante de uma grande área de contribuição, a área pode apresentar grandes riscos quando submetida a chuvas intensas.

Carta de fragilidade ambiental hidrológica à ocupação urbana

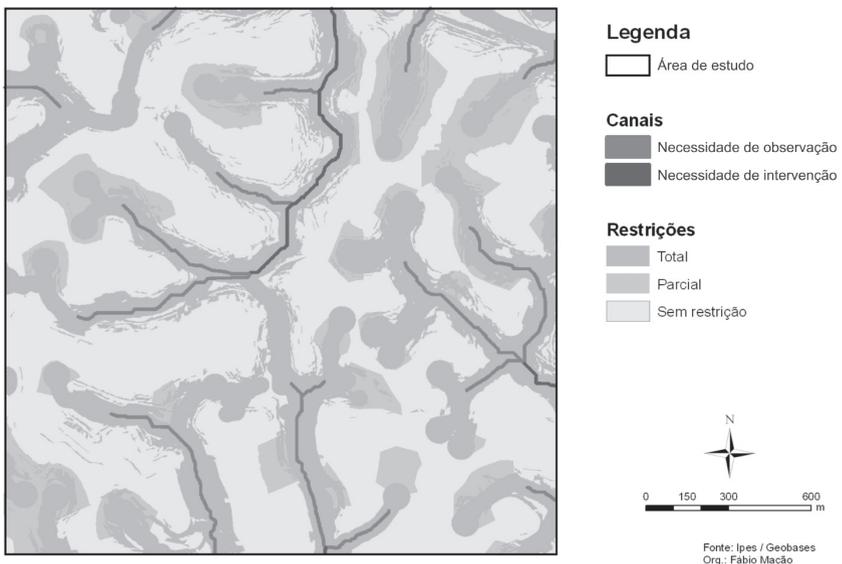


Figura 9: Carta de fragilidade ambiental hidrológica à ocupação urbana

Fonte: IPES /Geobases (2006).

Pelas características apresentadas, é possível perceber a grande restrição à ocupação humana, considerando-se a preservação dos recursos hídricos, o que pode ser confirmado pela porcentagem de restrição total à ocupação em relação à área analisada (aproximadamente 37%). Por outro lado, no caso de preservação dos recursos hídricos e recuperação da vegetação, existe a possibilidade de criação de microclimas favoráveis e excelentes condições de vida diante de uma ocupação urbana ordenada.

Uma outra observação importante ao se analisarem as construções no local é a interferência no fluxo superficial da água, uma vez que a quebra deste equilíbrio afetaria, não só a harmonia do sistema hidrogeológico como provocaria possíveis danos às edificações do entorno.

Assim, o trabalho conclui-se confirmando a eficácia de uma análise prévia por meio de dados de sensoriamento remoto e utilização de SIGs, mas afirma que estes sistemas devem ser alimentados com os estudos de campo que se fizerem necessários, para que as análises remotas possam corresponder à realidade e atender seus objetivos.

6 Referências

BRASIL. CONAMA. Resolução n. 303, 20 abr. 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF.

BRASIL. Lei Federal-1965. Código Florestal Brasileiro – Lei n. 4771, Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF: 27 jun. 1998.

BRASIL. Lei Federal 6766/1979, Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF: 16 set. 1965.

CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia Fluvial*. São Paulo: Edgard Blücher, 1981.

GUERRA, A. J. T. et al. *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

GUIDICINI, G. et al. *Estabilidade de taludes naturais e de escavação*. São Paulo: Edgard Blücher, 1984.

PINTO, N. L. S. (Org.). *Hidrologia básica*. Rio de Janeiro: Edgard Blücher, 1976.

INSTITUTO DE PESQUISA DO ESPÍRITO SANTO - IPES. *Geobases*. Cariacica, ES: Prefeitura Municipal de Cariacica, 2006.

