

268

FRAGILIDADE AMBIENTAL E A QUALIDADE DE ÁGUAS SUPERFICIAIS

*Marisa Dantas Bitencourt⁽¹⁾; Maria Aparecida Faustino Pires⁽²⁾;
Marycel Elena Barbosa Cotrim⁽²⁾; Christiane Sport⁽¹⁾; Mauro Ignácio⁽³⁾*

⁽¹⁾ LEPaC – Departamento de Ecologia – IB/USP, R. do Matão, trav. 14 # 321 CEP 05508-900, São Paulo-SP, Brasil tencourt@ib.usp.br. ⁽²⁾ Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, IPEN/CNEN-SP; c.p.11049, CEP. 05499-970, São Paulo-SP, Brasil. mapires@net.ipen.br. ⁽³⁾ Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP. R. Sumidouro, 448, Pinheiros, S. P., Brasil, CEP 05428-010.

Resumo

A busca por uma melhor compreensão do meio ambiente, em escala geográfica, tem levado muitos pesquisadores ao uso de sensoriamento remoto e de técnicas de geoprocessamento para auxiliar suas tomadas de decisão. No caso de estudos de águas superficiais as informações geográficas são absolutamente indispensáveis pois o uso das terras ao redor dos corpos d'água, associados ao clima e ao tipo de substrato, podem definir sua potabilidade e seu uso máximo sustentado. Assim, em busca de parâmetros abióticos que podem comprometer a qualidade da água, combinou-se dados de campo e laboratoriais com informações oriundas de mapas e de imagens de satélite, de modo a construir um conjunto de dados que pudessem indicar o risco provável sobre 12 pontos de tomada d'água destinados ao abastecimento público. O resultado foi um conjunto de mapas de Uso e de Fragilidade Ambiental das bacias envolvidas na tomada d'água. Com estes mapas foi possível calcular a área à montante da tomada d'água que pode influenciar na qualidade da água. Foi possível também calcular a área de cada um de seus usos. Com isso os tomadores de decisão podem escolher os usos mais indicados em face da fragilidade encontrada, sem comprometer a qualidade da água.

Abstract

Looking for a better understanding of the environment, in geographical scale, lead many researchers use remote sensing and geoprocessing techniques to help decision makers. In the case of superficial waters the geographical information are absolutely necessary because the land use around the water intake points, associated with weather, topography and soil, can jeopardize the water quality and their maximum sustainable use. Thus, to find the abiotic parameters that can endanger drink water, field and

10 358

laboratory data were merged with maps and satellite information, in order to build a set of data capable of evaluating the risk over 12 points of water abstraction used for public water supply. The result is a set of maps: 9 of Land Use and 9 of Environment Fragility within the watershed involving the water abstraction. With those maps were possible to measure the area up to the intake points. It were also possible to measure each land use class. Those maps allowed the decision makers to choose the land use more suitable regarding their fragility, without compromise the water quality.

Introdução

Com o complexo avanço tecnológico, científico e econômico houve uma rápida modificação nos sistemas de produção. Este novo cenário proporcionou uma pressão muito grande sobre os recursos naturais, muitas vezes, alterando-os de modo irreversível. Diante dessa revolução tecnológica e, conseqüentemente, das práticas econômicas predatórias, a atuação das sociedades humanas tem causado progressivas alterações nos diferentes componentes da paisagem, acarretando o comprometimento da funcionalidade do sistema e causando graves processos degenerativos no ambiente natural.

Dada a completa inter-relação de componentes da natureza como relevo, solo, vegetação, clima e recursos hídricos, qualquer interferência num destes elementos se reflete sobre os demais componentes do sistema, quebrando o seu estado de equilíbrio dinâmico, de modo temporários ou permanentes.

Assim, para averiguar as fragilidades e as potencialidades de micro-bacias, reuniu-se o uso da terra, o relevo, o solo e a pluviosidade destas áreas, de modo a confeccionar mapas síntese identificando as fragilidades e as potencialidades ambientais, tomando como base o estudo feito por SPÖRL (2001).

Estudos relativos às fragilidades dos ambientes são de extrema importância ao Planejamento Ambiental, onde as preocupações sobre o desenvolvimento sustentado, a conservação e a recuperação ambiental estão lado a lado com o desenvolvimento tecnológico, econômico e social.

A análise da fragilidade ambiental serve como subsídio ao Zoneamento Sócio-Econômico Ambiental ou ao ZEE – Zoneamento Ecológico-Econômico e, conseqüentemente, ao planejamento. A identificação dos ambientes naturais e suas fragilidades potenciais e emergentes proporcionam uma melhor definição das diretrizes

e ações a serem implementadas no espaço físico-territorial (ROSS, 1994; CREPANI *et al.* 1996 e 2000).

O mapeamento de diferentes níveis de fragilidade pode apontar as áreas onde os graus são mais baixos, favorecendo então determinados tipos de inserção; e também, as áreas mais frágeis, onde são exigidas ações tecnicamente adequadas.

Este tipo de avaliação também interessa àqueles preocupados com aos processos erosivos mecânicos das águas pluviais de um lado, e de outro lado, àqueles preocupados com a qualidade das águas de superfície em função da carga de sedimentos acumulados. Os processos erosivos colocam em risco a estabilidade dos terrenos e das águas, propiciando o carreamento de materiais tóxicos até as drenagens, contribuindo para a perda de qualidade das águas superficiais. Estes sedimentos ainda podem assorear rios e contribuir com o agravamento do problema de inundações.

Sendo assim, este trabalho tem como objetivo principal correlacionar os estudos da fragilidade ambiental aos problemas relativos à perda de qualidade das águas de superfície. Ou seja, através da identificação de áreas mais frágeis ou menos frágeis pretende-se diagnosticar zonas de risco de contaminação por resíduos orgânicos e por metais, em águas de abastecimento público de captação superficial. Este estudo foi realizado em parceria com a SABESP / IPEN /LEPaC-USP (Convênio SABESP/IPEN nº 031/95-A) e financiado pelo Finep/PADCT e CNPq/RHAE.

Material e Métodos

Foram avaliadas áreas de captação pertencentes a 07 municípios da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Pardo (UGRHI-4) e 06 municípios da unidade do Mogi-Guaçú (UGRHI-9) como mostra a Tabela 01. Os pontos de coleta estão localizados na porção leste da Região Administrativa de Campinas (Figura 01) e foram localizados no campo com o auxílio de GPS (global position system).

Primeiramente, distinguiu-se a bacia contendo cada tomada d'água e posicionou-se todos os pontos de coleta de campo. Em seguida, imagens de satélite do sistema ETM Landsat foram interpretadas para gerar um mapa de uso e ocupação atuais. Mapas do IBGE, bem como o mapa geomorfológico foram transferidos para o formato digital com a ajuda de programas apropriados. Dos mapas do IBGE produziu-se um modelo de elevação do terreno (que é uma imagem sintética) do qual se extraiu os mapas hipsométricos (classes de altitudes) e clinográficos (classes de declividade). Estes,

combinados com o mapa geomorfológico de ROSS & MOROZ (1997), que também foi transferido para o formato digital, e o mapa de uso e ocupação atual geraram um mapa final de Fragilidade. As classes de fragilidade ambiental são: média, forte, muito forte e área urbana. Cada tomada d'água foi examinada sob a ótica dos parâmetros físico-químicos, microbiológicos, metais tóxicos, herbicidas e inseticidas, nos laboratórios do IPEN.

A Figura 01 apresenta a localização geográfica e o conjunto de pontos estudados em suas bacias (em amarelo), que resultou nas análises descritas a seguir.

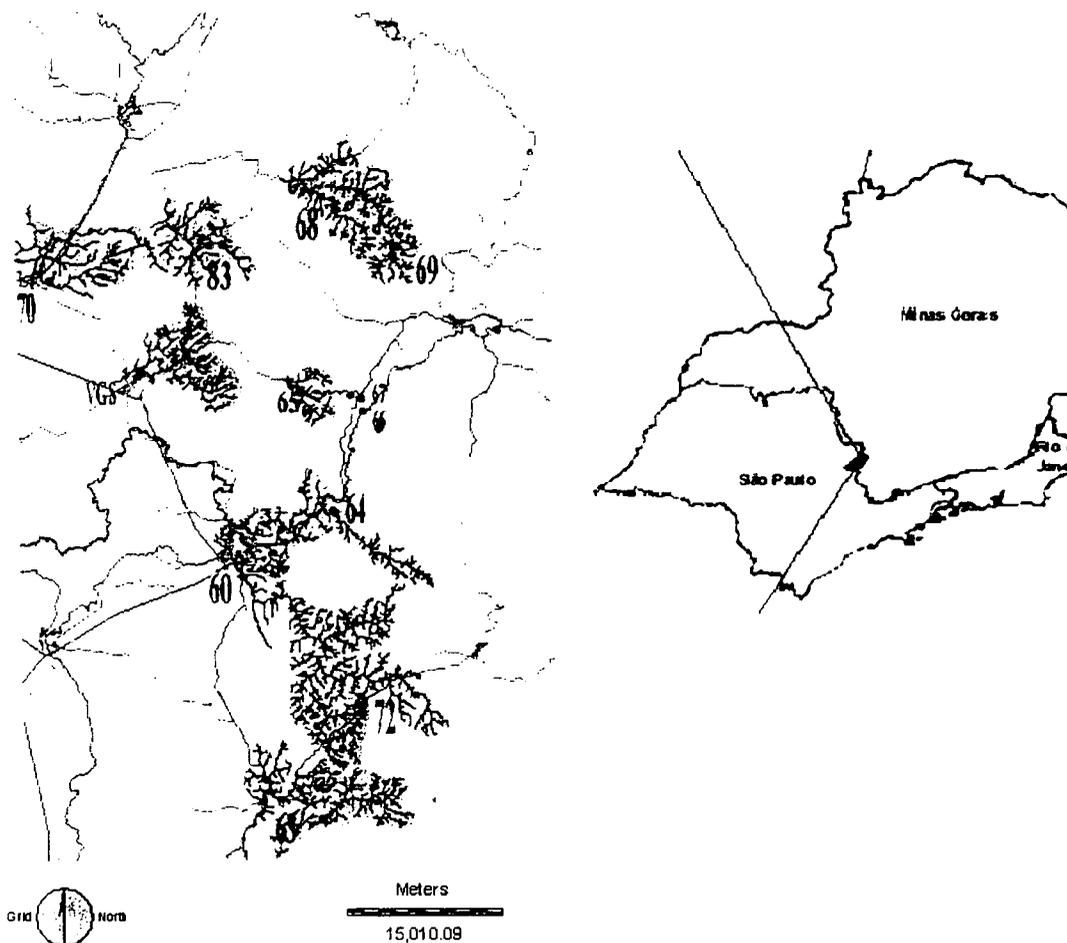


Figura 01 – Distribuição espacial de todas as tomadas d'água (em vermelho), acrescidas de drenagem (linhas em azul escuro), sistema viários (em castanho e vinho) e as cidades (em azul claro)

Para desenvolver este estudo sobre a fragilidade ambiental, foi necessário reunir dados cartográficos e temáticos disponíveis, e ainda, pesquisar bibliográficas referente a

cada micro-bacia onde há ponto de captação superficial e onde foram coletadas as amostra de água para análise.

Tabela 01 - Caracterização e localização dos pontos de captação de água

IDENTIFICAÇÃO UGRHI's	CÓDIGO SABESP	MUNICÍPIOS/DISTRITOS	CAPTAÇÃO	LOCALIZAÇÃO POR GPS
Pardo UGRHI-4	IG 61	Mococa	Rio Canoas	S 21° 25' 45,1'' O 047° 00' 50,6''
	IG 65	São Roque da Fartura (Distrito de Águas da Prata)	Córrego da Fartura	S 21° 50' 35,5'' O 046° 44' 07,6''
	IG 68	Divinolândia	Córrego Santo Ambrósio	S 21° 41' 06,4'' O 046° 42' 03,1''
	IG 69	Campestrinho (Distrito de Divinolândia)	Rio do Peixe	S 21° 43' 03,0'' O 046° 38' 36,5''
	IG 70	Itobi	Ribeirão Doce	S 21° 44' 39,2'' O 046° 58' 08,9''
	IG 83	São Sebastião da Grama	Córrego da Anhumá	S 21° 42' 50,3'' O 046° 48' 23,1''
	IG VGS	Vargem Grande do Sul	Rio Verde	S 21° 49' 24,4'' O 046° 53' 02,8''
Mogi-Guaçu UGRHI-9	IG 60	São João da Boa Vista	Rio Jaguari-Mirim	S 22° 00' 11,1'' O 046° 47' 33,1''
	IG 63	Espírito Santo do Pinhal	Ribeirão da Capelinha	S 22° 12' 56,6'' O 046° 43' 13,2''
	IG 64	Águas da Prata	Ribeirão da Prata	S 21° 56' 53,2'' O 046° 42' 22,0''
	IG 66	Ponto da Cascata (Distrito de Águas da Prata)	Córrego dos Cascais	S 21° 51' 38,1'' O 046° 40' 38,8''
	IG 67	Vila Nossa Senhora Aparecida (Distrito de Águas da Prata)	Mina da Encosta	S 21° 50' 47,0'' O 046° 41' 23,8''
	IG 72	Santo Antônio do Jardim	Córrego do Jardim	S 22° 07' 24,8'' O 046° 40' 59,2''

* GPS – Global Positioning System (Latitude S - Sul e Longitude O-Oeste).

Os mapas de Uso e Ocupação das Terras, foi obtido a partir da interpretação de imagens do satélite ETM-Landsat-7, datada de 03/09/1999, órbita/ponto 219/075, previamente geo-referenciadas. A validação das classes de uso foi validada com base no trabalho de campo realizado por SPÖRL (2001). A Figura 02 mostra um exemplo de imagem com duas das bacias estudadas: uma ao redor do município de Itobi e outra de São Sebastião a Grama. Na imagem, os tons de verde referem-se a cobertura vegetal: quanto mais verde mais densa a vegetação. Os tons azuis são solos nus prontos para cultivo, os tons magenta são as áreas urbanas e os negros são corpos d'água.

Os mapas de Fragilidade Ambiental resultaram da análise combinada de vários outros mapas em um sistema de informações geográficas (SIG). O programa utilizado na geração e na análise destes mapas foi o ARC/VIEW (módulos: spatial analyses, 3D analyses e image analyses).

- Índices de Dissecação do **Relevo** - categorias hierárquicas muito fraca (1) a muito forte (5);
- **Solos** - classes de fragilidade muito baixa (1) a muito forte (5);
- **Cobertura Vegetal** - graus de proteção muito alto (1) a muito baixo/ nulo (5);
- **Pluviosidade** – categorias hierárquicas muito fraca (1) a muito forte (5).

Foi então estabelecida uma classificação da fragilidade através da correlação entre estes quatro planos de informação composta pelas categorias e dígitos acima mencionados. O primeiro relaciona-se ao relevo, o segundo ao solo, o terceiro à cobertura vegetal / uso da terra e o quarto a pluviosidade.

Da combinação desses conjuntos arábicos entre si, do tipo 1111, 1213, 2345, 3423 até 5555, foi possível hierarquizar os graus de fragilidade natural. Por exemplo, o conjunto numérico 1111 representa uma área com relevo de dissecação muito fraca, solos de muito fraca erodibilidade, recoberto por mata e com uma situação pluviométrica regular com volumes próximos de 1.000mm/ano. Já o conjunto numérico 5555 apresenta todas as variáveis desfavoráveis, como por exemplo, uma área com um relevo fortemente dissecado, com solos muito frágeis aos processos erosivos, desprovida de cobertura vegetal, e ainda, com situações pluviométricas com distribuição irregular e volumes superiores a 2.500mm/ano.

Neste intervalo entre áreas que apresentam uma fragilidade muito fraca até uma fragilidade muito forte, encontram-se áreas intermediárias, como exemplos 01 e 02. **Exemplo 01:** uma área com classificação 3343 apresenta um relevo medianamente dissecado (3), com solos podzólicos medianamente frágeis aos processos erosivos (3), destinada ao cultivo de café proporcionando uma baixa proteção aos solos (4), e pluviosidade média (3). Desta forma, esta área foi classificada como grau de fragilidade médio apresentando um índice 3343.

Resultados e Discussões

Apesar de a área de estudo ser agrícola e pastoril, não foram observadas contribuições significativas de Cu, P e K. O alto teor de Fe e Mn encontrado no ponto IG 64 e IG 66 provem do maciço de Poços de Caldas, rico em ferromagnésio. Cu, Ni e P também apresentaram elevações em suas concentrações nesta região.

Deve-se destacar a presença de Cu, uma vez que este elemento faz parte da composição química de fungicidas, bastante utilizadas na agricultura, principalmente

Itobi (à esquerda) e São Sebastião da Gramma (à direita)

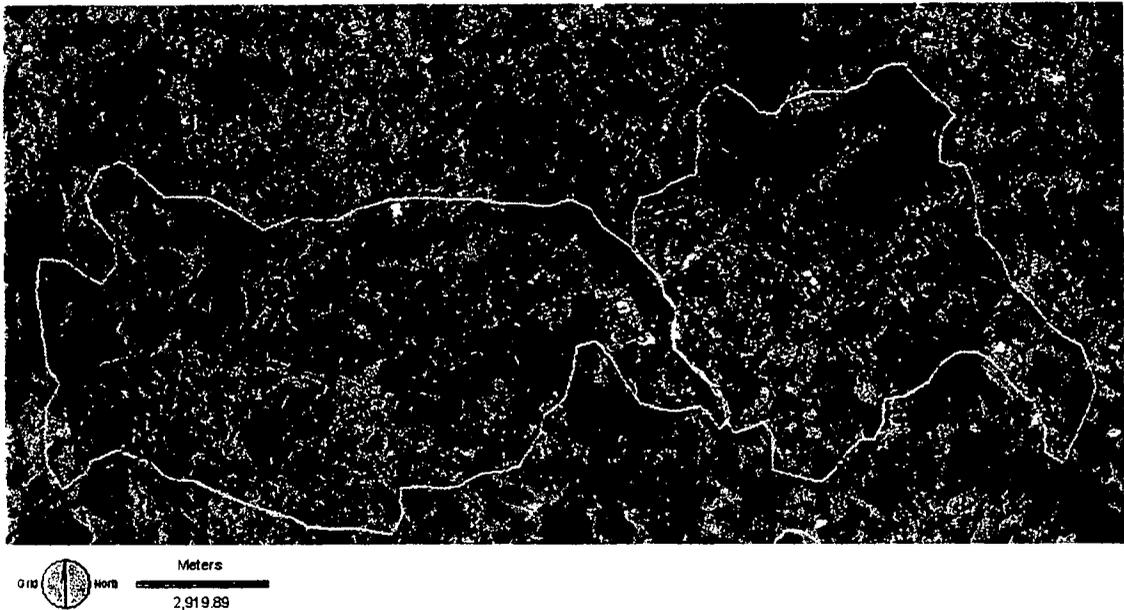


Figura 02 – Exemplo de uma imagem de satélite em composição colorida acrescida dos limites de duas das bacias estudadas (linhas em amarelo), seus pontos de tomada d'água (pontos vermelho) e sua drenagem (linhas em azul).

As cartas do IBGE escala 1:50.000 geraram também mapas com drenagem, sistema viário e divisões políticas. Com a drenagem, separou-se as bacias relacionadas com as tomadas d'água fornecidas pela SABESP e geo-referenciadas com GPS. As informações de geologia e pedologia foram extraídos do mapa do IPT (1981), escala 1:250.000 e RADAMBRASIL (1983), escala 1:1.000.000. As condições climáticas foi obtidas dos relatórios contidos em DAEE (1997).

Os mapas geomorfológico/clinográfico, os tipos de solos, os tipos de rochas, a cobertura vegetal e o uso da terra segundo o grau de proteção ao solo e as características pluviométricas são alguns dos produtos que antecede ao mapa da Fragilidade Ambiental. Da operação algébrica destes mapas originou-se um produto cartográfico síntese, que classificou e qualificou as áreas estudadas em diferentes graus de instabilidade potencial e emergente.

Para elaboração destes mapas sínteses foi aplicada a metodologia relativa aos estudos da fragilidade ambiental proposta ROSS (1994). Segundo o autor, cada uma das variáveis (solos, relevo, uso da terra e clima) deve ser classificada segundo seu grau de vulnerabilidade numa escala entre 1 e 5. Em outras palavras, variáveis que apresentam características mais frágeis recebem notas mais próximas de 5 e as mais estáveis recebem notas mais próximas de 1.

Desta forma, a partir da composição das relações das variáveis:

Tabela 02 – Resumo dos mapas de Fragilidade e de Uso, para cada bacia à montante da tomada d'água.

Tomada	Area da Bacia	Fragilidade	Uso	Relevo	Solo	Comportamento Pluviométrico
IG 63	38,96 km ²	Baixa = 0,41% Média = 99,59%	Mata = 30,59% Reflorestamento = 25,44% Pastagem = 43,97%	100% - Dc33 - 3 a 30%/ 800 a 1350m	Podzólico vermelho amarelo distrófico	Médio
IG 64	31,5 km ²	Média = 2% Muito forte = 98%	Mata = 35,21% Reflorestamento = 0,92% Pastagem = 63,87%	1,97% - Dc31 - 3 a 12%/ 1250 a 1450m 24,73% - Da52 - 20 a 50%/ 950 a 1650m 33,94% - Da54 - 20 a 50%/ 950 a 1450m 39,36% - Da55 - 20 a 50%/ 950 a 1350m	Associação de terra bruna estruturada eutrófica	Médio
IG 65	12,7 km ²	Muito forte = 100%	Mata = 20,79% Pastagem = 44,72% Agricultura = 34,49%	10,37% - Dc52 - 12 a 30%/ 850 a 1600m 89,21% - Dc55	Associação de terra bruna estruturada eutrófica	Médio
IG VGS	60,06 km ²	Baixa = 8,47% Média = 60,41% Alta = 31,12%	Mata = 5,70% Pastagem = 52,23% Agricultura = 10,49% Café = 31,58%	8,43% - Dc21 - 3 a 12% / 850 a 950m 42,21% - Dc31 - 3 a 20%/ 700 a 1150m 17,44% - Dc35 - 3 a 20%/ 700 a 1150m 31,02% - Dc44 - 3 a 30%/ 900 a 1150m	Podzólico vermelho amarelo distrófico	Médio
IG 68	14,51 km ²	Média = 90,97% Muito Forte = 9,03%	Mata = 3,65% Reflorestamento = 1,17% Pastagem = 82,56% Agricultura = 12,62%	91,73% - Dc32 - 3 a 30%/ 1250 a 1450m 8,27% - Dc53 - 6 a 30%/ 950 a 1450m	Podzólico vermelho amarelo distrófico	Médio
IG 69	1,74 km ²	Média = 100%	Agricultura = 100%	100% - Dc31 - 6 a 30%/ 950 a 1350m	Podzólico vermelho amarelo distrófico	Médio
IG 70	34,73 km ²	Baixa = 16,18% Média = 83,82%	Mata = 7,46% Pastagem = 50,27% Agricultura = 42,27%	16,15% - Dc21 - 3 a 12%/ 620 a 800m 83,85% - Dc32 - 3 a 30%/ 700 a 1150m	Podzólico vermelho amarelo distrófico	Médio
IG 72	16,87 km ²	Baixa = 31,48% Média = 68,52%	Mata = 14,95% Reflorestamento = 28,52% Pastagem = 2,23% Café = 54,30%	30,23% - Dc24 - 3 a 12%/ 700 a 950m 69,77% - Dc33 - 3 a 30%/ 850 a 1250m	Podzólico vermelho amarelo distrófico	Médio
IG 83	7,71 km ²	Forte = 100%	Pastagem = 100%	100% - Dc42 - 6 a 30% / 850 a 1350m	Podzólico vermelho amarelo distrófico	Médio

em plantações de café, cultura praticada na região. Os pontos IG 65, 69, 72 e 83 apresentaram valores significativos de Cu em água bruta (LEMES, 2001).

Durante o período de chuvas foram detectados alguns herbicidas como atrazina, trifluralin e simazina. No período de estiagem foram detectados aldicarb, trifluralin e simazina, pesticidas de amplo uso na região (KATSUÓKA, 2001).

Dos 12 pontos de tomadas d'água apenas 9 bacias puderam ser analisadas cartograficamente, resultando em 9 mapas de Uso e 9 mapas de Fragilidade Ambiental. A Tabela 02 traz um resumo dos resultados encontrados em todas as bacias. Em termos de fragilidade ambiental somente a tomada d'água IG 83 apresentou-se FORTE (Figura 03) em 100% de sua área em virtude da sua classe geomorfológica ser DC42, cuja explicação encontra-se na Tabela 03.

Tanto na Tabela 02 como no mapa de Uso e Ocupação das Terras apresentado na Figura 03, nota-se que a tomada d'água está rodeada por 100% de pastagem.

No mapa de Fragilidade Ambiental cujo método inclui as classes de uso e ocupação das terras com uma associação numérica (relevo /solos /vegetação /pluviosidade), quanto maior o grau de fragilidade potencial maior é o número de 1 a 5. **Exemplo 02:** uma área com classificação 3535, corresponde a um relevo medianamente dissecado (3), com solos muito frágeis aos processos erosivos (5), recobertos por pastagens oferecendo proteção média aos solos (3), e apresentando índices pluviométricos muito elevados (5). Esta área também foi classificada com um grau de fragilidade médio. Ao se comparar as duas, apesar de apresentarem o grau de fragilidade próximos, os seus índices 3343 e 3535 representam níveis sutis de graduação.

Estes índices apresentados em cada mapa de Fragilidade identificam as áreas com diferentes graus de instabilidade, evidenciando aquelas que foram poupadas da ação humana e permanecem em estado de equilíbrio dinâmico e aquelas áreas, que sofreram alteração deste equilíbrio, e conseqüentemente, são áreas de risco e de desequilíbrio morfodinâmico emergentes.

Tabela 03 – Legenda Integrada do Mapa Geomorfológico – Bacia do Rio da Fartura

MORFO-ESTRUTURA	MORFO-ESCULTURA	MORFOLOGIA		LITOLOGIA	SOLOS	
			ALT. (m)			DECLI V.
1- FAIXA DE DOBRAMENTOS DO CINTURÃO OROGÊNICO DO ATLÂNTICO	1.4.Pl. de São José do Rio Pardo					
	1.4.1	-Dc ₄₂ - Morros com topos convexos, vales de entalhamento médio	850 a 1350	< 3% a 30%	Rochas gnaisses, gnaisses migmatizados, gnaisses facoidais, lentes de metabásicas	<u>Podzólico vermelho amarelo</u> distrófico - textura médio argilosa à muito argilosa
	1.4.2	-Dc ₃₁ Colinas amplas de topos convexos e vales profundos	850 a 1250	< 3% a 30%	Rochas gnaisses, gnaisses migmatizados, gnaisses facoidais, lentes de metabásicas	<u>Podzólico vermelho amarelo</u> distrófico - textura médio argilosa à muito argilosa
	1.4.3	-Dc ₄₃ Morros com topos convexos, vales de entalhamento médio e vertentes com declividade média	700 a 1250	< 3% a 30%	Rochas gnaisses, gnaisses migmatizados, gnaisses facoidais, lentes de metabásicas	<u>Podzólico vermelho amarelo</u> distrófico - textura médio argilosa à muito argilosa

Conclusões

As áreas de captação estudadas não estão comprometidas quanto a contribuição de metais tóxicos (Cd, Pb, Ni, Cr e Cu) possibilitando observar a assimetria da distribuição. Quanto aos herbicidas, também não se observou comprometimento algum.

A grande contribuição da metodologia baseada em estudos de fragilidade ambiental é servir de subsídio para gestão territorial de maneira planejada e sustentável evitando problemas de ocupação desordenada.

Os mapas de Uso das terras demonstrou ser um instrumento de grande importância na análise dos impactos e da fragilidade dos ambientes naturais. Mesmo representando apenas um corte da realidade de um determinado momento histórico, já que a dinâmica dos tipos de cultivos ao longo do ano é muito intensa. As informações sobre precipitação foram acrescentadas ao cálculo da fragilidade relevo/solo face a sua grande variação na distribuição apresentada nos diferentes compartimentos geomorfológicos. A ação das chuvas é um importante elemento modificador por participar e ativar os processos morfodinâmicos e erosivos.

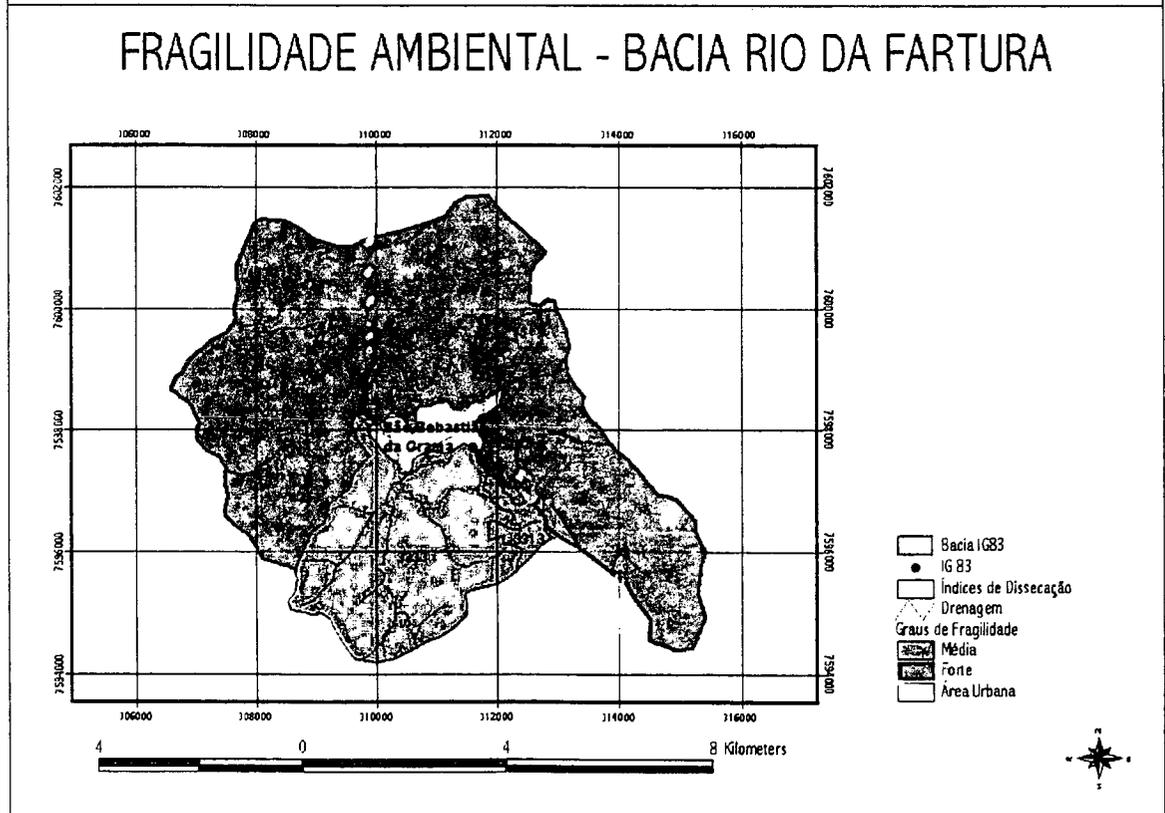
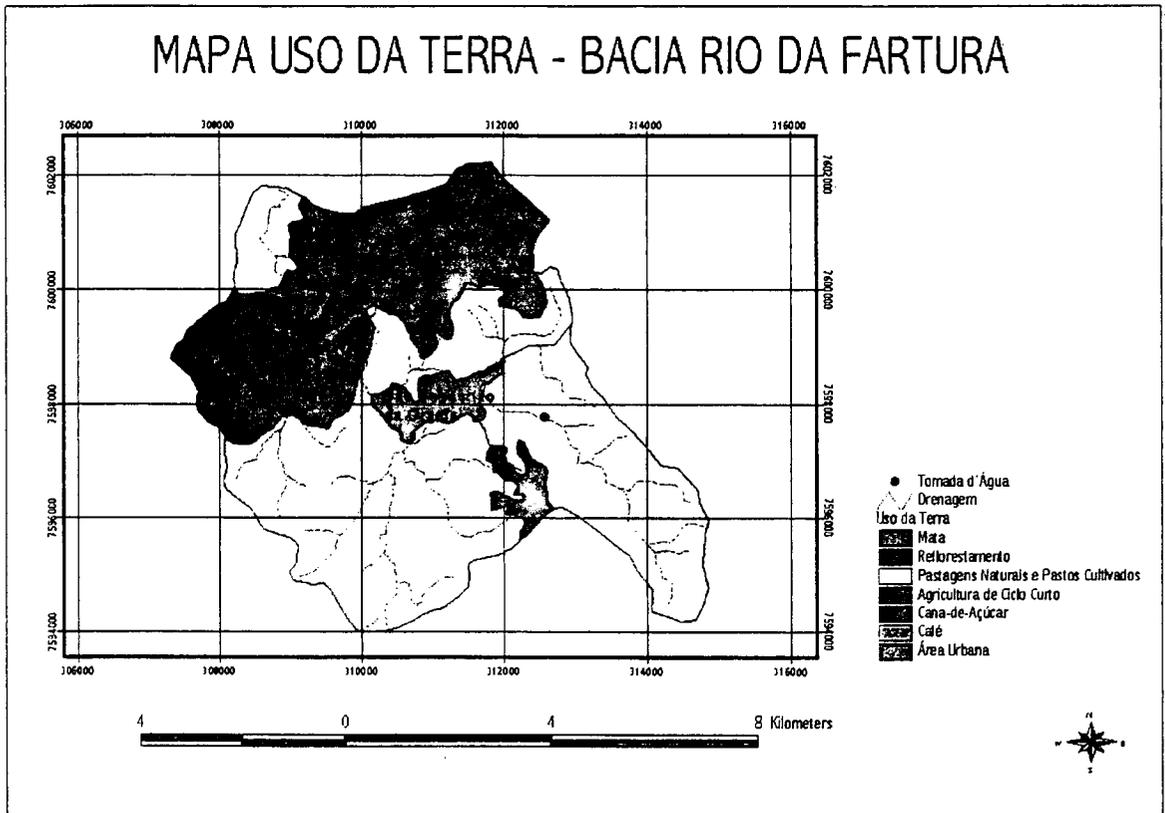


Figura 03 – Mapas de Uso da Terra e de Fragilidade Ambiental de uma das bacias, indicando a tomada d’água IG 83 e sua área de influência (linha azul).

Os mapas de Fragilidade resultantes dos modelos empíricos propostos por ROSS (1994) e CREPANI *et al.* (1996 e 2000) apresentaram uma relação significativa com a verdade de campo.

Portanto, partindo destas análises empíricas foi possível identificar as áreas consideradas como de mais ameaçadas do ponto de vista da fragilidade natural, e conseqüentemente, foi possível apontar áreas de maior risco de contaminação por resíduos orgânicos e por metais, em águas utilizadas para o abastecimento público oriundas de captação superficial.

Bibliografia.

DAEE – 1997 – CD-ROM com dados climatológicos de 1977 a 1997.

CREPANI, E; MEDEIROS, J.S., AZEVEDO, L.G.; DUARTE, V.; HERNANDEZ, P., FLORENZANO, T. 1996 – *Curso de sensoriamento remoto aplicado ao Zoneamento Ecológico-Econômico*. INPE, São José dos Campos.

CREPANI, E; MEDEIROS, J.S., AZEVEDO, L.G.; DUARTE, V.; HERNANDEZ, P., FLORENZANO, T; BARBOSA, C. 2000 – *Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial*. INPE, São José dos Campos.

IPT – 1981 Mapa Geológico do Estado de São Paulo escala 1:250.000.

KATSUÓKA, L. 2001 – Avaliação do impacto da atividade agropecuária na qualidade da água em áreas de captação superficial, nas bacias hidrográficas dos rios Mogi-Guaçu e Pardo, São Paulo. Tese de Doutorado, IPEN/CNEN, São Paulo.

LEMES, M.J.L. 2001 – Avaliação de metais e elementos-traço em águas e sedimentos das bacias hidrográficas dos rios Mogi-Guaçu e Pardo, São Paulo. Dissertação de Mestrado, IPEN/CNEN, São Paulo

RADAM BRASIL – 1983 – Mapa Pedológico Regional e Mapa Geológico Regional. Folha Rio de Janeiro / Vitória escala 1:1.000.000.

IBGE – 1972 Cartas Topográficas escala 1:50.000 de São João da Boa Vista, Poços de Caldas, Aguai e Santo Antônio do Pinhal..

ROSS, J.L.S. 1994 – *Análise Empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados*. In: Revista do Departamento de Geografia nº 8, FFLCH-USP, São Paulo.

ROSS, J.L.S.; MOROZ, I.C. 1997 – *Mapa Geomorfológico do Estado de São, escala 1:500.000*. volumes I e II. FFLCH/USP/IPT/FAPESP.

SPÖRL, C. 2001 – *Análise da Fragilidade ambiental relevo-solo com aplicação de três modelos alternativos, nas altas bacias do Rio Jaguari-mirim, Ribeirão do Quartel e Ribeirão da Prata*. Dissertação de Mestrado em Geografia Física apresentada à FFLCH – USP, 160pp.

USP



FSP
Faculdade de Saúde
Pública da USP



FAU
Faculdade de Arquitetura
e Urbanismo da USP



FD
Faculdade de
Direito da USP

NISAM
Núcleo de Informações
em Saúde Ambiental

saneamento
ambiental

Revista
Saneamento
Ambiental

CERTIFICADO

Certificamos que Marisa Dantas Bitencourt participou do
V Simpósio de Gerenciamento Ambiental na Indústria & NISAM'2002 - Ciclo de Conferências sobre Política e Gestão Ambiental, realizados de 2 a 5 de setembro de 2002, na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.

São Paulo, 5 de setembro de 2002

Carlos Celso do Amaral e Silva
Faculdade de Saúde Pública/USP
Coordenador

Alaôr Caffé Alves
Faculdade de Direito/USP
Coordenador

Marcelo de Andrade Roméro
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo/USP
Coordenador

Arlindo Philippi Jr.
Núcleo de Informações em Saúde Ambiental

Francisco Evando Alves
Revista Saneamento Ambiental