



ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



INDICADORES DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL

Vanderlei Leopold Magalhães¹, José Edézio da Cunha², Maria Teresa de Nóbrega³

¹Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus de Medianeira. Autor correspondente, E-mail: vmagalhaes@utfpr.edu.br –

²Professor do Departamento de Geografia Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Campus de Marechal Cândido Rondon.

³Professora do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

Artigo recebido em 03/03/2014 e aceito em 16/12/2014.

RESUMO

O município de Marechal Cândido Rondon, como toda a região oeste do Estado do Paraná, tem sua economia voltada ao setor agrícola. Neste sentido, pesquisas que valorizem o meio físico têm sido indicadas como necessárias para avaliar o potencial ecológico e a vulnerabilidade ambiental da região. Assim, este trabalho objetivou levantar informações sobre a estrutura geocológica e socioeconômica do distrito de Margarida, pertencente a este município, particularmente da bacia hidrográfica de primeira ordem – sanga Clara. Estas informações foram obtidas com trabalhos de campo que incluíram estudos morfológicos e pedológicos, registros fotográficos, além de entrevistas aos proprietários de terras na bacia. Estes dados, associados aos documentos cartográficos (mapa de hipsometria, mapa de solos e mapa de uso do solo), pautados nos procedimentos teóricos e metodológicos da análise estrutural da cobertura pedológica e na análise sistêmica, permitiram identificar as classes de maior e menor vulnerabilidade da estrutura geocológica da bacia sanga Clara e seu entorno, representadas no mapa de vulnerabilidade ambiental. As atividades implantadas, nas últimas duas décadas, como a piscicultura, embora tenham auxiliado na renda familiar dos proprietários, condicionou impactos ambientais nos fundos de vale, como a retirada da mata ciliar e problemas de erosão. Nas áreas de topo, apesar de apresentar fraca vulnerabilidade, a instalação da vila tem acelerado a evolução de processos erosivos do topo em direção à baixa vertente, processos estes agravados pela impermeabilização do solo pela camada asfáltica e pelo inadequado fluxo concentrado de água pluvial da drenagem urbana, desconsiderando o formato da bacia.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica; Solos; Erosão.

ENVIRONMENTAL VULNERABILITY INDICATORS

ABSTRACT

The city of Marechal Cândido Rondon, as well as the whole west region of Paraná state, has the economy in the agricultural sector. In this way, some researches which valorize the physical mean have been indicated in order to evaluate the region's ecological potential and environmental vulnerability. As a matter of fact, the main goal of this paper was to gather information about the geocological and social economics structure of Margarida district, from Marechal Cândido Rondon, particularly Clara river first order basin that belongs to this city. These information were obtained by field labor, which included morphological and pedological studies, photographs, and interviews with the basin land owners. These information related to the development of the cartographic documents (hipsometria map, soils map and soil management map), ruled by the theoretical and methodological procedures of pedological cover structural analysis and systemic analysis, allowed to identified the higher and lower levels of vulnerability of the geocological structure of Clara river basin and its surroundings, represented in the environment vulnerability map. The implemented activities, as fishing, although it has been helping the owner's family income, has given many environmental impacts in the bottom of the valley, as the removal of riparian vegetation and erosion problems. In the top areas, despite of showing low vulnerability, the village installation has accelerated the evolution of the erosive process of the top in direction to the low slope. These process are compounded by waterproofing of the soil because of the asphalt layer and because of the inadequate flow of rainwater urban drainage, disregarding the basin format.

Keywords: Hydrographic basin, Soils, Erosion.

Introdução

O solo é, sem dúvida, um dos recursos naturais essenciais à sobrevivência humana porque promove o desenvolvimento econômico, político e social de um determinado espaço geográfico. Nesse contexto, um dos principais encaminhamentos para a sua conservação é a compreensão das causas e das consequências dos processos erosivos, sejam eles em áreas urbanas ou rurais. Essa realidade passou a ser necessária e urgente com o advento da expansão das atividades agrícolas ocorrido, mais especificamente, a partir da revolução agrícola.

A integração do meio físico, em especial dos solos com o relevo, tanto das suas características como do seu funcionamento, mostra-se imprescindível para a adequação de propostas de controle preventivo e/ou corretivo dos processos erosivos, já que suas ações permitem de maneira adequada e segura a melhor ocupação das terras.

Atualmente, uma das melhores formas de amenizar esse tipo de problemática ambiental é a análise integrada da paisagem, obtida com mapas de solo e de uso do solo, declividade, hipsometria, e que permite a elaboração da carta de vulnerabilidade ambiental.

Para iniciar esta discussão sobre vulnerabilidade ambiental, Botelho & Silva (2004), destacam a unidade de paisagem, denominada de bacia hidrográfica, como a escala mais adequada para o início de estudos que visem o conhecimento sistêmico do ambiente.

Buscando esta compreensão sistêmica, Almeida & Souza (2005) realizaram o diagnóstico geoambiental com o levantamento de dados geoecológicos e socioeconômicos, privilegiando a caracterização dos sistemas de uso e ocupação do solo, para posterior apresentação das potencialidades e limitações das unidades ambientais.

Esta discussão sobre as categorias de risco e vulnerabilidade ambiental, importante ponto de diálogo interdisciplinar, aponta para os estudos que contemplam as relações entre o homem e o meio. Neste sentido, pode-se indicar que, num sistema natural relativamente estável, a vulnerabilidade do ambiente alterada pela ação antrópica, pode ser transformada de baixa para alta.

Para Tricart (1977), a detecção do grau de vulnerabilidade de uma região resulta da análise sistêmica dos componentes do meio físico local (geologia, pedologia, clima, geomorfologia e fitogeografia), considerando a relação entre os processos de morfogênese e pedogênese, bem como da intervenção humana – a esta relação o autor chamou de “ecodinâmica”.

Ross (1990; 1994), fundamentado nesse princípio de que a paisagem apresenta funcionalidade intrínseca entre seus componentes físicos e bióticos, apresenta que os procedimentos para sua sistematização exigem inicialmente estudos básicos do relevo, solo, geologia, clima, uso da terra e cobertura vegetal para que, posteriormente, as informações sejam analisadas de forma integrada, gerando um produto

síntese que expresse os diferentes graus de fragilidade do ambiente: muito fraca (1), fraca (2), média (3), forte (4) e muito forte (5).

Nessa proposta metodológica de Ross (1990; 1994), a definição da fragilidade ambiental é entendida a partir de duas situações distintas: a Fragilidade Ambiental Potencial e a Fragilidade Ambiental Emergente. A primeira considera a fragilidade natural do ambiente a que uma determinada área está submetida, tomando como elementos significantes a declividade da área e o tipo de solo. A segunda considera estes elementos naturais, acrescido do elemento humano, a partir da forma como este utiliza o ambiente.

Melo & Santos (2010) também se utilizaram desta metodologia, com adaptações, no município de Assis Chateaubriand no Estado do Paraná para mapear as áreas suscetíveis a riscos naturais ou induzidos pela ação antrópica. Para os autores, o modelo adaptado da metodologia de Ross (1994), apresentou maior compatibilidade com o que se observa em campo, revelando os agentes que realmente provocam modificações das condições ambientais. Ainda reforçaram que este modelo tem maior relevância com o reconhecimento prévio dos elementos físicos e do uso e ocupação do solo.

Com esta perspectiva, a presente pesquisa, pautada na proposta metodológica de Ross (1990; 1994), objetiva identificar a vulnerabilidade ambiental da bacia de primeira ordem, denominada de sanga Clara, representativa do compartimento de paisagem de Margarida do município de Marechal Cândido Rondon, região oeste do Estado do Paraná.

Material e Métodos

Para a delimitação da área de estudo, foi utilizada a carta topográfica de Marechal Cândido Rondon (SG.21-X-B-VI-2) e fotografias aéreas do ano de 1980, na escala 1:25.000, do Instituto de Terras Cartografia e Geociências (ITCG-PR), e imagens de satélite de alta resolução do GeoEye (Google Earth) e de radar (*Shuttle Radar Topography Mission - SRTM*) para visualização da topografia (Figura 1).

Os trabalhos de campo permitiram compreender a distribuição espacial dos solos na paisagem, em especial, as suas relações com as formas de relevo. O estudo de topossequências de solos nas vertentes representativas da bacia, como sugere Boulet et al. (1982), também possibilitou reconhecer os sistemas pedológicos predominantes na área de estudo. Da mesma maneira, a aplicação de questionários aos agricultores da área somou para a obtenção de dados socioeconômicos.

A carta hipsométrica foi gerada com o auxílio do *software* Global Mapper[®] 11, a partir da imagem de satélite SRTM (S25, W55), com resolução de 90 metros, disponível no site <http://srtm.csi.cgiar.org/>. A partir destas imagens, foram geradas curvas de nível com equidistância de 10 metros, exportadas posteriormente, com extensão compatível, para o *software* de desenho CorelDraw 12. No Global Mapper[®] 11, foram mosaicadas as imagens laser

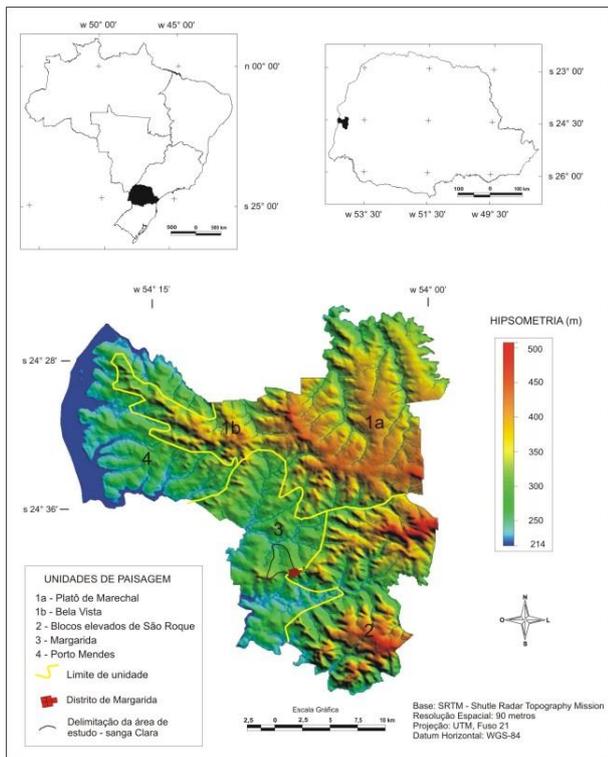


Figura 1. Mapa hipsométrico de Marechal Cândido Rondon com a localização da área de estudo.

scanner – obtidas em setembro de 2005, por voo laser aerotransportado na altura de 2.000 metros – da bacia hidrográfica do Arroio Fundo. Estas imagens, de alta resolução espacial, georreferenciadas, foram exportadas para o *software* SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas) na versão 5.2, para a geração dos mapas temáticos. Como produtos desse processo, foram confeccionados

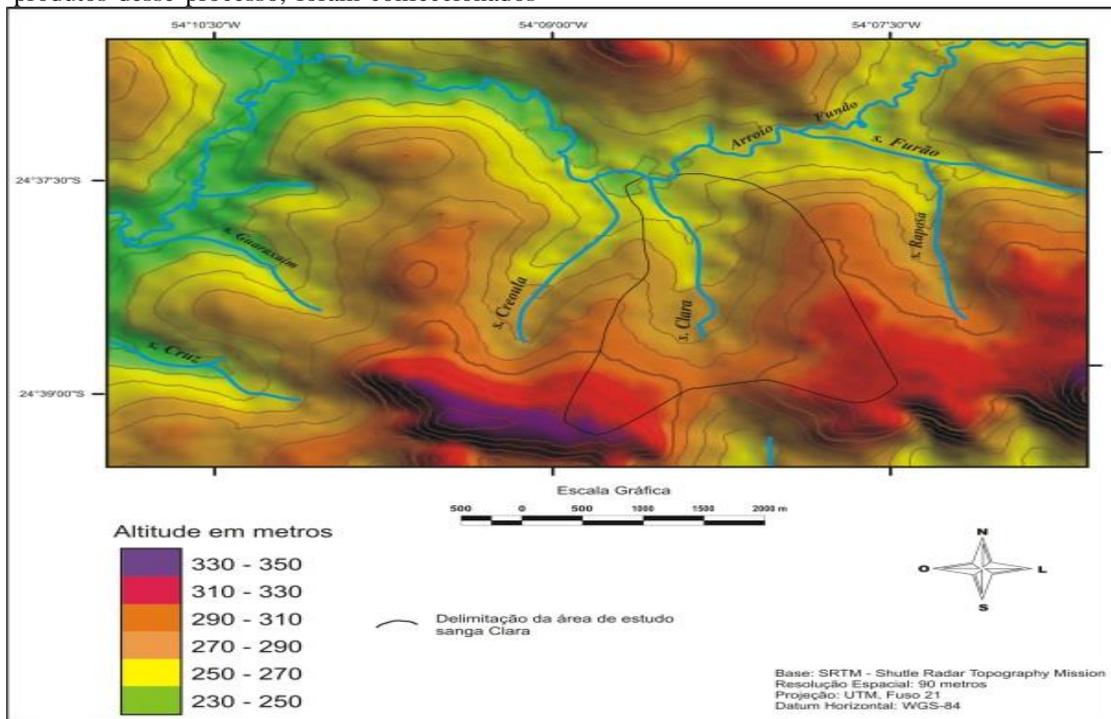


Figura 2. Mapa hipsométrico da bacia sanga Clara e do seu entorno no distrito de Margarida.

os mapas de solo e uso do solo e hipsometria. E, do cruzamento destes mapas com interpretação e correlação dos dados coletados *in loco*, foi elaborado o mapa de vulnerabilidade ambiental da bacia da sanga Clara e seu entorno. Os desenhos das topossequências de solos também foram desenvolvidos no *software* CorelDraw 12.

O mapa de vulnerabilidade ambiental, com base nos pressupostos de Ross (1990; 1994) e nas características geocológicas e socioambientais da área, permitiu definir as seguintes classes de vulnerabilidade: controlada, fraca, média, forte e muito forte. Estas categorias expressam especialmente a fragilidade do ambiente em relação aos processos ocasionados pelo escoamento superficial difuso e concentrado das águas pluviais.

A área onde está inserida a bacia sanga Clara é caracterizada pela presença de colinas, em geral amplas, com topos mais estreitos e arredondados nos divisores da drenagem principal. Estes topos não passam de 350 metros de altitude e se tornam mais largos e achatados ao longo dos esporões de menor altitude (290 metros), nas áreas de entalhe da drenagem secundária, constituída, principalmente, pelos cursos de primeira ordem (Figura 2).

A bacia sanga Clara apresenta canal dedrenagem de primeira ordem e é representativa das bacias encontradas na margem esquerda do Arroio Fundo e dos seus afluentes no interior da unidade de paisagem do distrito de Margarida, denominada por Moresco (2007) de compartimento rebaixado de Margarida.

O vale do Arroio Fundo encontra-se caracteristicamente aberto e com fundo chato (altitudes entre 230 e 270m). Essas feições se reproduzem ao longo dos vales dos seus afluentes, com a ressalva de que, devido a menor extensão, junto à confluência com o Arroio Fundo, eles se tornam mais largos e com o fundo plano. As vertentes apresentam relativa simetria, exibindo formas que passam de convexo-retilínea nos topos e altas vertentes para rupturas côncavas na

O levantamento da cobertura pedológica, realizado em campo, reflete diretamente essas condições do relevo. O mapa de solos (Figura 3) da área de estudo evidenciou, de forma geral, o predomínio dos Latossolos Vermelho Eutroféricos nos divisores mais elevados, enquanto nos divisores mais baixos e ao longo das vertentes até os setores de média-baixa encosta, aparecem os Latossolos Vermelho

média-baixa vertente e se prolongam como segmentos retilíneos dando origem aos fundos planos dos vales.

Resultados e Discussão

A caracterização e identificação da estrutura geocológica foi baseada, essencialmente, como já referido anteriormente, nos resultados obtidos com a análise estrutural da cobertura pedológica associada a levantamentos de outras feições morfológicas em campo, como morfometria das vertentes.

Eutroféricos nitossólicos. Nos setores côncavos da baixa vertente, são encontrados os Neossolos Litólicos e no fundo chato dos vales os Gleissolos Háplicos.

Já o estudo das topossequências de solos, obtido nas vertentes características da área da bacia sanga Clara, permitiu compreender, na escala dos sistemas pedológicos, a sua organização, vertical e lateral, ao longo das vertentes (Figuras 4, 5 e 6).

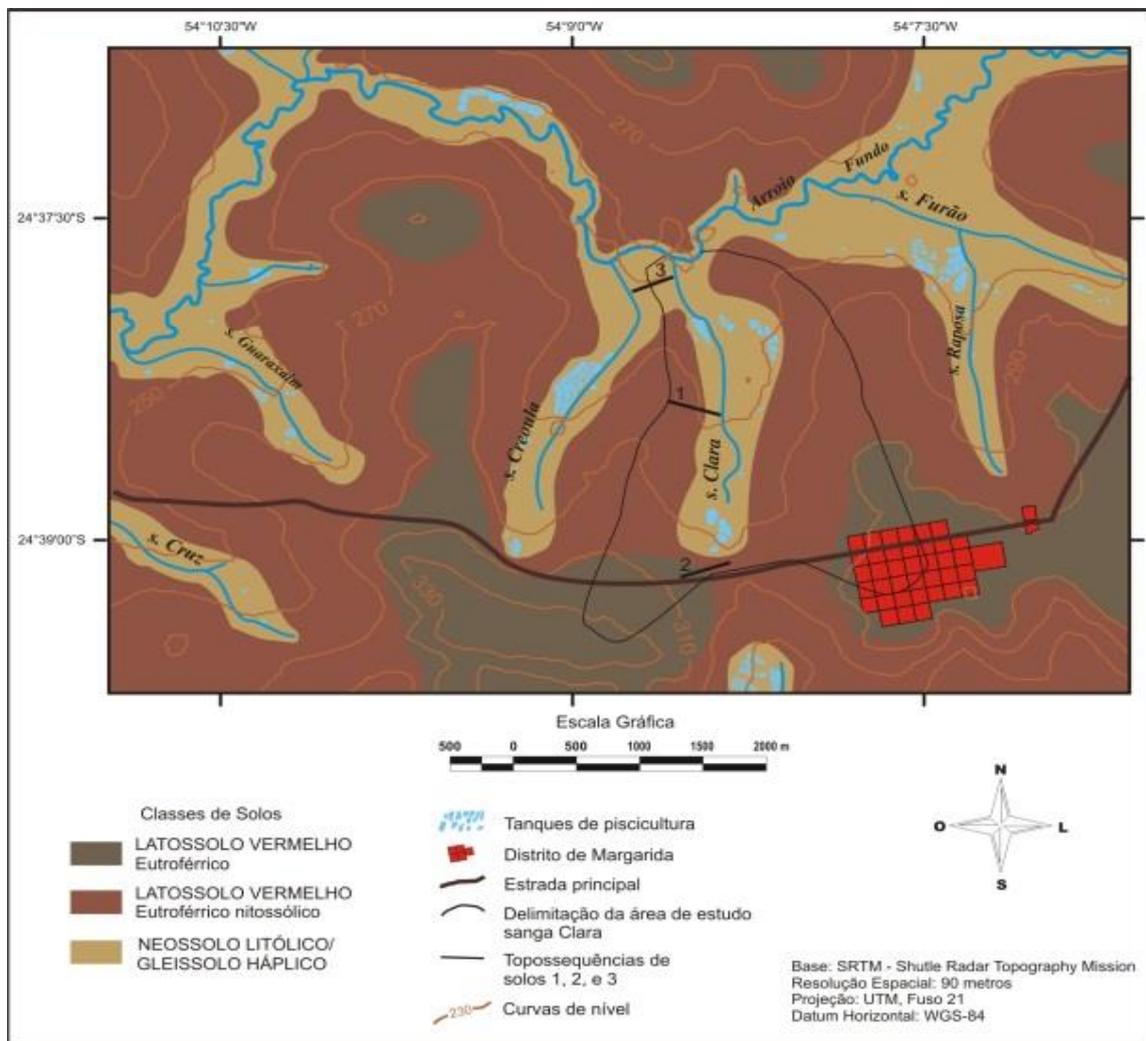


Figura 3. Mapa de solos da bacia sanga Clara e do seu entorno no distrito de Margarida.

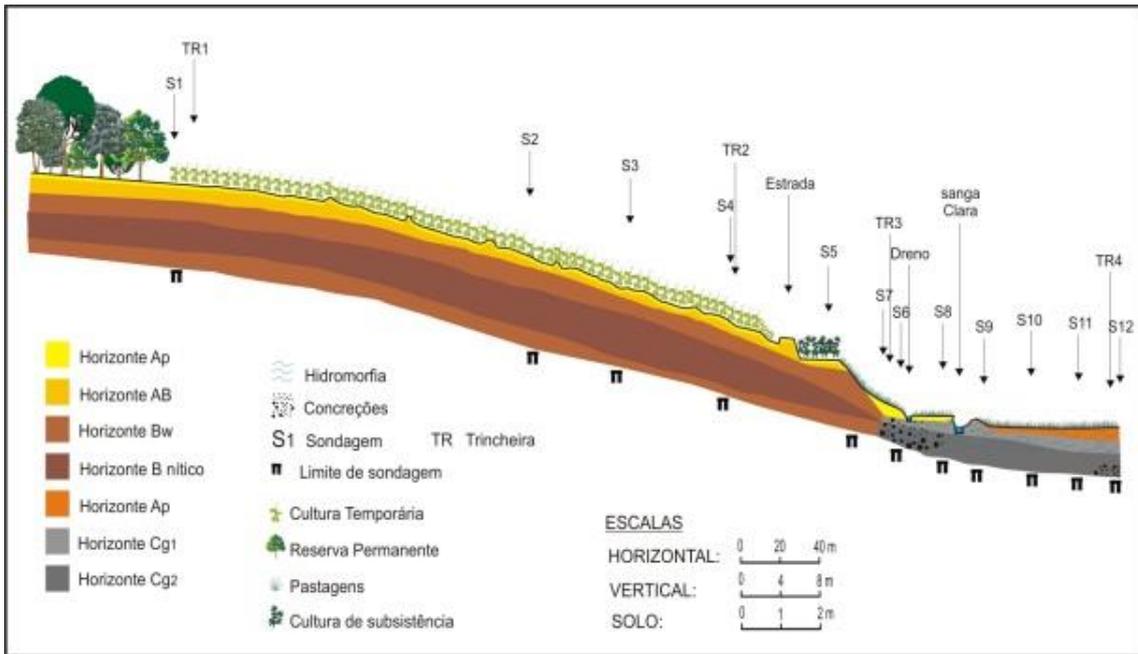


Figura 4. Topossequência de solos 1, localizada no médio curso da sanga Clara.

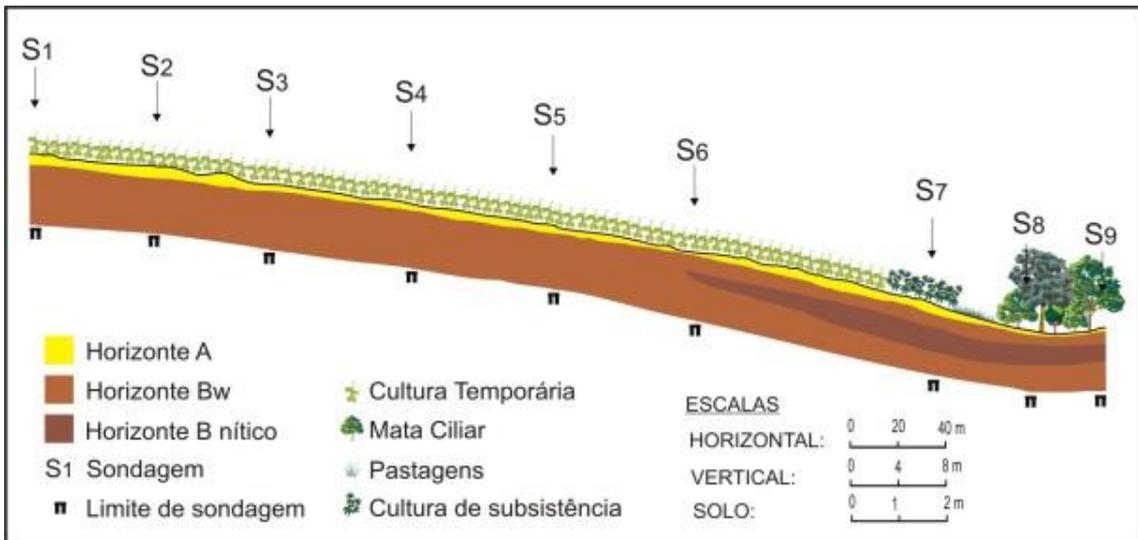


Figura 5. Topossequência de solos 2, localizada na cabeceira de drenagem da sanga Clara.

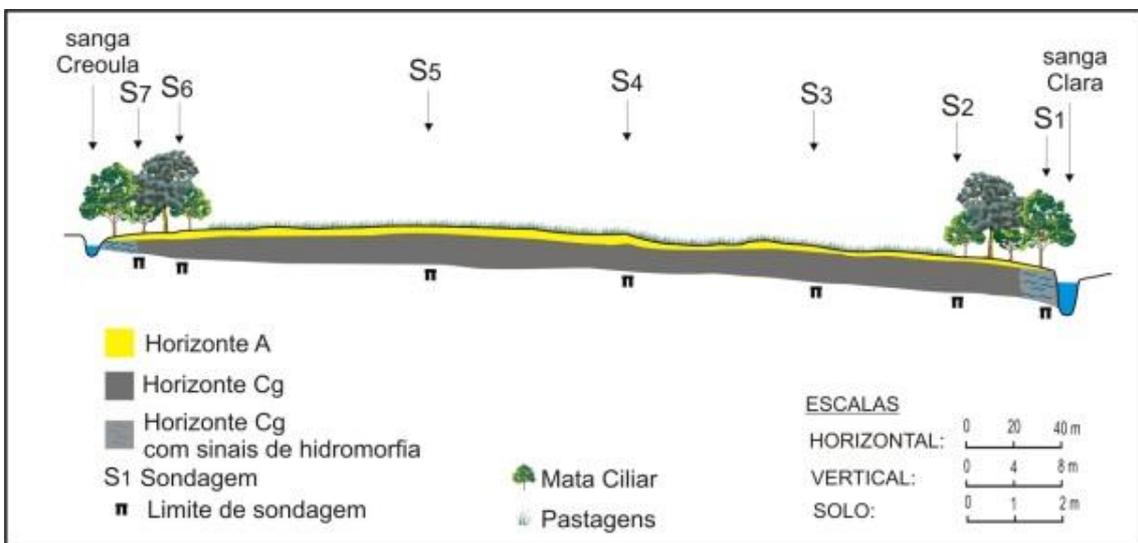


Figura 6. Topossequência de solos 3, localizada no fundo de vale da sanga Clara.

A vegetação aparece em pequenas porções, formando ilhas de mata isoladas, geralmente em áreas de topo ou altas vertentes, quando os solos são menos evoluídos. Em áreas destinadas à mata ciliar, percebe-se apenas uma faixa estreita ou a sua ausência e, em alguns casos, apenas a presença de capoeira ciliar. A estrutura fundiária deste distrito é de pequenas e médias propriedades de base econômica

voltada a atividades agropecuárias diversificadas. O uso do solo evidencia uma paisagem recortada, com áreas de pasto e culturas temporárias e, em algumas propriedades, anexado a estes usos, há criação de suínos, gado leiteiro, de peixes e a atividade aviária, que cresce rapidamente na região devido ao apoio do frigorífico de aves instalado no município como mostra a carta de uso dos solos (Figura 7).

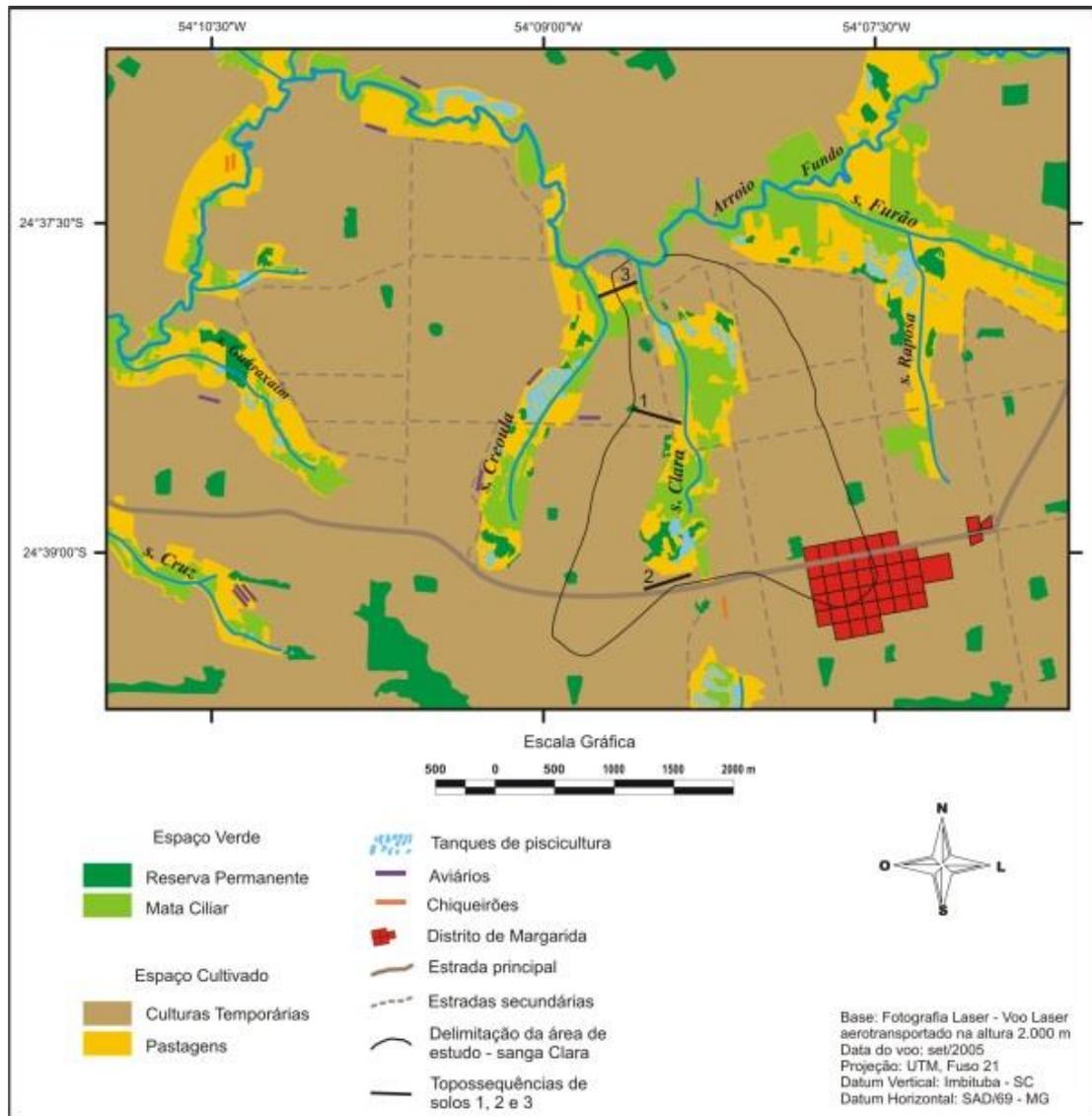


Figura 7. Mapa de uso do solo da bacia sanga Clara e do seu entorno no distrito de Margarida.

Embora a atividade pesqueira tenha sido uma importante alternativa para os donos das pequenas e médias propriedades, entre os anos de 1990 e 1995, sua implantação não teve o planejamento adequado, particularmente porque não foi precedida de estudos que melhorassem os sistemas utilizados.

Esta condição, observada na área de estudo, tornou-se um problema para os proprietários, na medi-

da em que os tanques desativados não permitem outro tipo de uso do solo, porque muitos deles ainda permanecem com água. Corroborando com esta discussão, destaca-se que no fundo de vale da sanga Creoula, distrito de Margarida, a substituição da piscicultura pela criação de gado leiteiro acelerou a gênese e evolução de processos erosivos dentro e entre os tanques (Figura 8) desestabilizando ainda mais as matas ciliares já em processo de degradação.



Figura 8. Tanques secos na margem esquerda da sanga Creoula.

Outra forma de ocupação do solo pelo pequeno agricultor é a avicultura. Segundo os entrevistados, esta atividade é interessante porque uma ou duas pessoas são suficientes para monitorar um aviário. Um bom exemplo desta diversificação econômica, mantendo a mão de obra familiar, foi a de um dos entrevistados, o qual indicou que na sua propriedade desenvolve, além das atividades agrícolas (soja e milho), a criação de gado leiteiro e a avicultura.

Como evidenciaram os dados da estrutura socioeconômica do distrito, a bacia de primeira ordem sanga Clara constitui um espaço bastante diversificado em termos de uso e ocupação dos solos. Nesta perspectiva, a definição das classes de vulnerabilidade ambiental está associada à vulnerabilidade da própria estrutura geocológica – cujos graus estão representados por cores –, e ao tipo de uso e ocupação destes espaços, indicados por simbologia gráfica (Figura 9).

Os setores de menor vulnerabilidade estão localizados no divisor da drenagem principal e ao longo dos esporões dos divisores d'água que separam as bacias de primeira ordem, a exemplo da sanga Clara e Creoula. Esta classe é representada na cor verde, predominante ao sul da carta, correspondendo a toda área de topos planos e de fracas declividades recoberta pelo Latossolo Vermelho Eutroférico. A sede do distrito de Margarida está instalada em um setor dessa área.

Em termos de ocupação, esta classe é utilizada em toda sua extensão por culturas temporárias – plantio direto – em virtude da pouca declividade apresentada. Somente as bordas do divisor principal, onde a declividade é um pouco mais acentuada, são ocupadas pela vegetação natural.

Os impactos que ocorrem são muito localizados e geralmente de caráter erosivo (laminar e sulcos), relacionados à drenagem pluvial.

Os elementos apresentados no Quadro 1, utilizados no estudo da bacia da sanga Clara para classificar a vulnerabilidade, vão ao encontro dos dados utilizados por Ross (1990, p.79), nos quais se fizeram presentes a relação: segmentos de vertentes + solos dominantes + uso do solo (cobertura vegetal) = classes de vulnerabilidade.

No mapa de vulnerabilidade ambiental, a cor amarela está representando os setores de fragilidade média. É uma área que corresponde às rupturas convexas e aos setores longos retilíneos das vertentes, recobertas pelo Latossolo Vermelho Eutroférico nitossólico. Neste setor, predominam também as culturas temporárias, com plantio direto. Entretanto, quanto mais próximo da superfície estiver o horizonte B nítico, embutido no Bw, maior será a suscetibilidade à compactação do solo, influenciando nas condições de infiltração de água e escoamento em superfície. Esse setor está, portanto, mais vulnerável pelo tipo de uso – culturas temporárias – e pelas características da cobertura pedológica à perda de solo por escoamento superficial.

Nestas áreas, também são comuns aviários, a uma distância aproximada de 200 metros da sanga Creoula, fator que pode aumentar a fragilidade ao risco de poluição do solo e água em função dos dejetos deste tipo de atividade, se não forem tomados os cuidados necessários, conforme a legislação ambiental (CONAMA, 420/2009; 430/2011).

Na cor rosa do mapa de vulnerabilidade ambiental, está representada as áreas de fundo de vale e cabeceiras de drenagem, consideradas os setores de maior fragilidade pelo fato de os solos serem mais rasos e o lençol freático estar mais próximo da superfície. Esses fundos de vales, identificados pela distância entre as curvas de nível, apresentam-se mais largos e planos, principalmente na confluência dos canais de drenagens menores com o Arroio Fundo.

Considerando a largura dos fundos de vale, a fraca declividade e a maior quantidade de água pluvial advinda das áreas mais elevadas e o lençol freático raso, estas áreas de fundo de vale, ocupadas por pastagem, foram classificadas como de vulnerabilidade forte. A presença dos tanques pesqueiros contribui com a maior vulnerabilidade destas áreas. Sobre este assunto, cabe destacar que, como em sua maioria, estes tanques estão abandonados, é necessário que se tome medidas preservacionistas, principalmente no sentido de reflorestamento dessas áreas, evitando também a presença do gado nas suas proximidades, visto que estão em área de preservação permanente. As áreas onde ocorrem conservação das matas ciliares, ao longo dos cursos d'água, são classificadas como uma zona de vulnerabilidade controlada.

Tanto nessas áreas de fundos de vales, como nas suas transições para o setor de montante, bem como em algumas nascentes, a presença de moradias e demais construções, como alguns aviários, chiqueirões e galpões para maquinários, tem aumentado o risco de contaminação dos solos e das águas.

Neste ambiente de solos Gleissolos Hápicos de pouca espessura, utilizados para culturas temporárias até as margens dos cursos d'água, foram mapeadas as áreas de fragilidade muito forte, representada na cor rosa com linhas pretas (Figura 9). Esta vulnerabilidade muito forte é relacionada com a manutenção dessas culturas temporárias, que incluem tráfego de maquinários e agrotóxicos usados neste espaço.

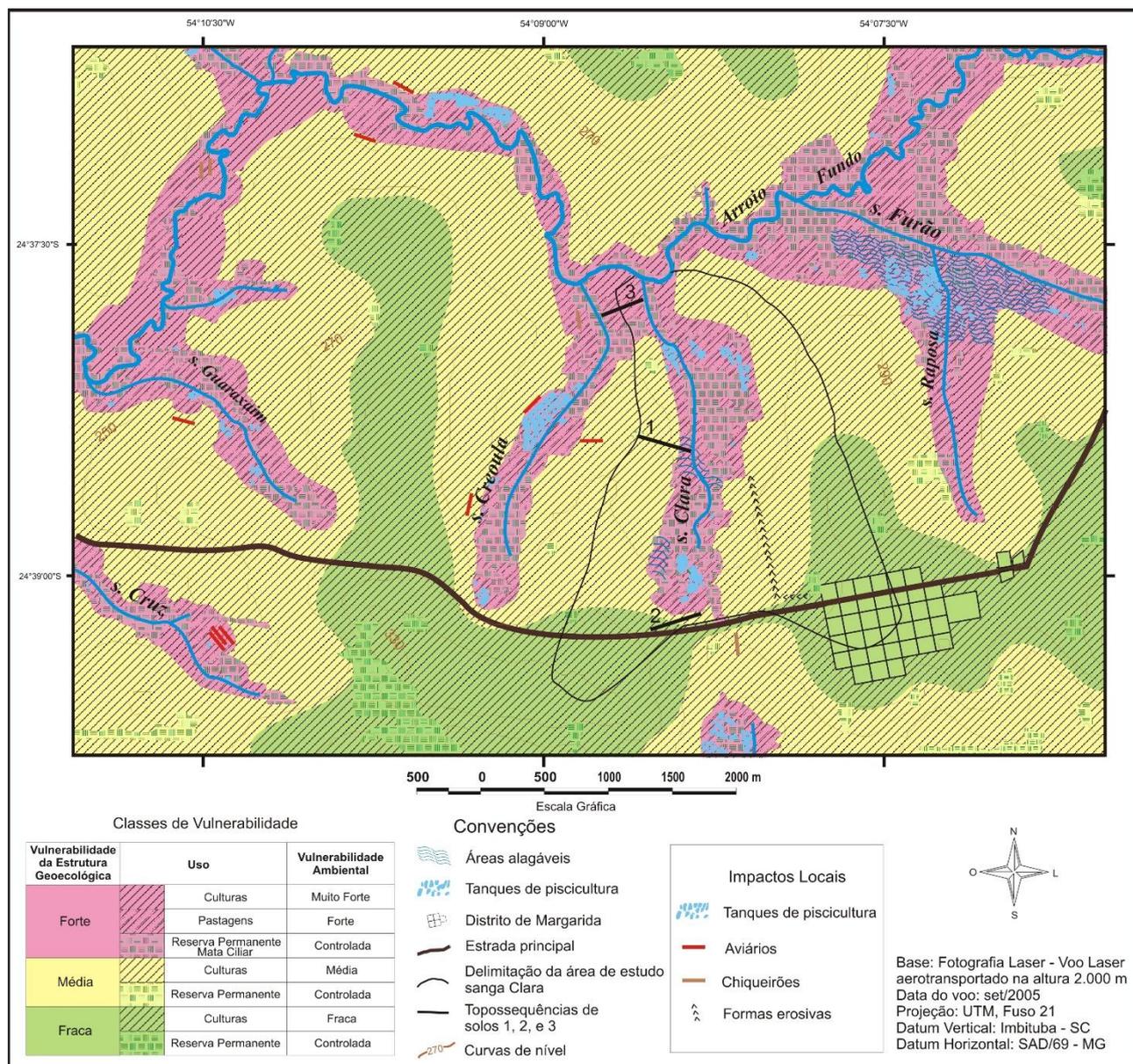


Figura 9. Mapa de vulnerabilidade ambiental da bacia sanga Clara e do seu entorno.

Quadro 1. Levantamento de dados para classificar a vulnerabilidade ambiental.

CLASSES DE VULNERABILIDADE DA ESTRUTURA GEOECOLÓGICA	CLASSES DE SOLOS	COBERTURA DO SOLO	LOCALIZAÇÃO NA VERTENTE	IMPACTOS LOCALIZADOS
Controlada	Independe	Reserva Legal e/ou Mata Ciliar	Independe	-
Fraca	Latossolo Vermelho Eutroférico	Culturas temporárias	Áreas de topo	Processos erosivos causados pelas águas pluviais
Média	Latossolo Vermelho Eutroférico nitossólico	Culturas temporárias	Média vertente	Aviários e chiqueirões
Forte	Gleissolo Háptico	Pastagens	Fundo de vale e cabeceiras de drenagens	Açudes pesqueiros, Aviários e chiqueirões

Muito Forte	Gleissolo Háplico	Culturas temporárias	Fundo de vale e cabeceiras de drenagens	Ausência de mata ciliar e uso intensivo de maquinários
-------------	-------------------	----------------------	---	--

Diante do exposto, cabe destacar que, além das áreas mais vulneráveis – fundos de vale –, também foram verificadas, mais detalhadamente na área da sanga Clara, vulnerabilidades relativas a processos erosivos (sulcos e ravinas) gerados pela concentração de água pluvial do perímetro urbano de Margarida.

Considerando que a área urbana do distrito localiza-se topograficamente na parte mais alta da bacia (300 metros de altitude) e que serve como divisor de águas para as bacias de primeira ordem adjacentes, pode-se dizer que boa parte das águas das chuvas é escoada pela sanga Clara.

Além do trajeto natural que a água percorre até a sanga, atualmente existem caminhos preferenciais promovidos pela captação das águas das ruas. Desta maneira, a água oriunda da área urbana, antes de chegar à sanga é interceptada pela estrada cujo traçado é paralelo ao curso d'água e é direcionada para o médio curso da sanga, nas proximidades onde foi realizado o estudo da topossequência 1 (Figura 4), na vertente oposta.

A relação entre drenagem urbana e precipitação tem causado alguns problemas ao longo da bacia. A estrada, traçada do topo (cabeceira de drenagem) até o fundo de vale do Arroio Fundo, tem mostrado uma evolução rápida de processos erosivos em suas bordas (sulcos e ravinas), embora a declividade não seja tão marcada.

Esta problemática erosiva, conforme pode ser observado na área, ocorre nas margens das estradas rurais (sem impermeabilização asfáltica), que recebem as águas das ruas centrais impermeabilizadas com a camada asfáltica.

Essa situação, em dias chuvosos, causa situações de desconforto para as pessoas que residem no distrito e para os moradores que se utilizam da estrada rural visando o acesso ao distrito de Margarida e a cidade de Marechal Cândido Rondon (Figura 10).

Como a água das chuvas não tem um trajeto definido por canalização, elas escoam pelas laterais e, muitas vezes, por toda a rua, invadindo terrenos e, em alguns casos, dependendo da intensidade e do volume precipitado, chegam a invadir casas onde o terreno é mais baixo que as ruas, como foi verificado na rua Duque de Caxias, transversal à avenida Prata.

Outro fato observado, foi a presença de sulcos na margem da rua. Com o grande volume de água, terreno plano e vegetação das margens, a água acaba por escoar de forma uniforme, principalmente na rua Borges de Medeiros, degradando não só as laterais, mas toda a via.

Na rua Toledo, as laterais não possuem vegetação, dessa forma, a água escoam com mais

facilidade em suas laterais, sendo visível a instalação de sulcos que evoluem para ravinas no encontro com a rua Duque de Caxias. Já a rua Duque de Caxias, que é a mais ocupada do distrito de Margarida, recebe as águas da rua Toledo. Nessa rua, o serviço de viação e obras da prefeitura municipal, abriu um dreno na lateral mais alta com objetivo de escoar as águas. A partir desse dreno, desenvolveu-se uma ravina que chega até a estrada rural, levando toda a água concentrada por essas ruas. Para o acesso dos moradores as suas residências, foram instaladas tubulações de concreto.

Como observado nos trabalhos de campo, as tubulações pluviais não suportam o volume de água recebido. O lixo carregado pelas águas acaba se acumulando na entrada dessas tubulações, favorecendo o transbordamento da água. A grande quantidade de material do solo que essas águas transportam também acaba entupindo essas tubulações, além de que a sua má instalação não favorece por completo a canalização das águas. Outro aspecto que merece destaque, é que as tubulações não têm diâmetro suficiente para escoar o volume de água precipitado e não existe um sistema artificial de drenagem para levar essa água até os canais de drenagem permanentes. Ela é, desta forma, despejada sem controle na parte alta da vertente dando origem à ravina que se conecta com as ravinas laterais da estrada rural.

As laterais das ruas dos terrenos vazios permanecem constantemente repletas de vegetação, como ervas daninhas.

Já na estrada rural, o escoamento das águas provenientes da área urbana do distrito, condiciona a formação de sulcos em suas laterais. Os sedimentos (solo) transportados pela água acabam se acumulando no final da estrada, formando um atoleiro em dias chuvosos.

Durante as precipitações, essa estrada recebe diretamente as águas que escoam da Avenida Prata e, através de um dreno, recebe também as águas que escoam das ruas Borges de Medeiros, Toledo e Duque de Caxias.

As consequências do escoamento dessas águas, nessa estrada, são generalizadas e facilmente percebidas ao longo do seu traçado. Segundo relatos de proprietários de áreas rurais às margens da estrada, há alguns anos atrás (pelo menos num período de 20 anos), o nível da estrada era superior ao nível das propriedades. A atual situação mostra que, no trecho final da estrada, o barranco chega a dois metros de altura (Figura 11), o que demonstra a enorme quantidade de material transportado pelas águas durante esses anos.



Figura 10. Localização da área afetada pela erosão. Fonte: Google Earth.



Figura 11. Detalhe do barranco na margem esquerda da estrada.

É possível comprovar esse transporte de material no final das ravinas, nas proximidades da curva da estrada (Figura 12).

Da mesma forma que ocorre na maioria das estradas do interior de Marechal Cândido Rondon, essa estrada também foi recoberta com cascalho (rocha basáltica intemperizada).



Figura 12. Detalhe da estrada onde o material sedimentado cobre o cascalho.

Como se percebe na Figura 12, no final do trajeto não é mais visível o cascalho, que se encontra coberto com o material transportado. Essa atitude altera o fluxo da água, fazendo com que esta, ao escoar, se espalhe por toda a estrada, acelerando a degradação da mesma.

Conclusões

1. A análise integrada dos elementos que compõem a paisagem possibilitou estabelecer a relação entre estrutura geoecológica e socioeconômica da bacia hidrográfica de primeira ordem da sanga Clara e seu entorno no distrito de Margarida.

2. Além das pastagens e piscicultura instaladas nos fundos de vales, sob os Gleissolos Háplicos e Neossolo Litólicos, são encontrados aviários e até mesmo chiqueirões, que contribuem para a forte vulnerabilidade ambiental desse segmento topográfico. Algumas das atividades implantadas, especialmente nas últimas duas décadas, como foi o caso da piscicultura, embora tenham contribuído para a renda familiar de alguns proprietários, condicionou impactos ambientais nas áreas de fundo de vale (onde os tanques foram instalados), como por exemplo, a retirada da mata ciliar ao longo dos rios e sangas e problemas de erosão (dentro e entre os tanques), particularmente na atualidade, quando esta atividade encontra-se praticamente abandonada.

3. Na baixa e média vertente com predomínio do Latossolo Vermelho Eutroférico nitossólico, estão presentes as culturas temporárias, e, mais precisamente na transição para o conjunto baixa vertente e fundo de vale, também são encontrados alguns aviários, que em virtude dos dejetos e descarte de aves, contaminam os solos e as águas contribuindo para a média vulnerabilidade ambiental desse segmento topográfico. No mesmo sentido, verifica-se que as atividades em crescimento, como a avicultura, constituem-se numa importante alternativa econômica para a pequena propriedade. Porém, como ocorre com toda nova opção de produção, sua implementação deve ser planejada e precedida de estudos que indiquem, com segurança, os melhores métodos de produção e de conciliação com o ambiente. Pois, ao contrário, como apresentado nos pesqueiros, se não forem bem planejadas, ao invés de promover o desenvolvimento da propriedade, poderá resultar em falta de estímulo a novos investimentos e em abandono de unidades de produção.

4. As áreas de topo onde estão os Latossolos Vermelhos Eutroféricos são destinadas às culturas temporárias e à sede do distrito de Margarida. Todavia, apesar da fraca vulnerabilidade apresentada pela estrutura geoecológica desses setores, a instalação da vila tem acelerado a evolução de processos erosivos do topo em direção à baixa vertente, tendo como responsável a impermeabilização do solo pela camada asfáltica e o inadequado fluxo concentrado de água pluvial da drenagem urbana, desconsiderando o formato da bacia.

Agradecimento

Os autores agradecem a Itaipu Binacional e os responsáveis do Projeto Cultivando Água Boa por gentilmente cederem as imagens laser *scanner* da área de pesquisa.

Referências

Almeida, L. Q. de; Souza, M. J. N. de. 2005. Análise geoambiental como subsídio ao planejamento

territorial de Maracanaú (CE). Revista saúde e ambiente. Vol. 6, n. 1. junho. p. 07-19. Disponível em:

<http://periodicos.univille.br/index.php/RSA/article/viewFile/64/107>. Acesso: 27 jun. 2013.

Botelho, R. G. M.; Silva, A. S. 2004. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: Vitte, A. C.; Guerra, A.J.T. (org). Reflexões sobre a geografia física no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p.153-192.

Boulet, R.; Chauvel, A.; Humbel, F. X.; Lucas, Y. 1982. Analyse structurale et pédologie. I Prise en compte de l'organisation bidimensionnelle de la couverture pédologique: lês études de toposéquences et leurs principaux apports à la connaissance des sols. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. 19, n. 4, p.309-322.

Brasil. CONAMA. 2009. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 420, de 28 de dezembro. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Diário

Oficial da União, Brasília, 30 dez. 2009. Disponível em:<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>. Acesso: 16 dez. 2014.

Brasil. CONAMA. 2011. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 430, de 13 de maio. Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial da União, Brasília, 16 mai. 2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso: 16 dez. 2014.

CGIAR-CSI. 2013. Consortium for Spatial Information. SRTM 90m Digital Elevation Database v4.1. Disponível em: <http://srtm.csi.cgiar.org/>. Acesso: 13 jun. 2013.

Melo, O. A. G.; Santos, M. L. 2010. Análise comparativa da vulnerabilidade ambiental potencial ou emergente da bacia hidrográfica do rio Baiano – Assis chateaubriand/PR. Boletim de Geografia de Maringá. v.28, n.2. p.17-27. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/view/10375>. Acesso: 27 jun. 2013.

Moresco, M. D. 2007. Estudo de paisagem no município de Marechal Cândido Rondon-PR. 137f. Dissertação de Mestrado em Geografia - DGE/PGE/UEM. Maringá- PR.

Ross, J. L. S. 1990. Geomorfologia: ambiente e planejamento. São Paulo: Contexto. 85 p.

_____, J. L. S. 1994. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. Revista do Departamento de Geografia. FFLCH-USP, São Paulo, n.8, p.63-74.

Tricart, J. 1977. Ecodinâmica. Rio de Janeiro.
IBGE/SUPREN. 91p.